

Identifikasi dan Karakterisasi Keanekaragaman Mikoriza pada Lahan Reklamasi Bekas Penambangan Batu Kapur di Kabupaten Tuban

Supiana Dian Nurtjahyani¹, Dwi Oktafitria², Sriwulan², Nova Maulidina Ashuri³, Imas Cintamulya¹, Eko Purnomo⁴

¹ FKIP Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

² FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

³ Departemen Biologi ITS Surabaya

⁴ PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Email: diananin39@gmail.com

Abstrak

Reklamasi lahan bekas tambang tidak bisa dipisahkan dari kegiatan penambangan dan menjadi kunci untuk kegiatan pelestarian lingkungan penambangan. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi keanekaragaman mikoriza pada lahan reklamasi batu kapur. Metode dalam penelitian ini metode eksperimen laboratorium. Hasil penelitian terdapat 3 jenis genus mikroriza di lahan reklamasi penambangan batu kapur.

Kata Kunci:

identifikasi, karakterisasi, mikoriza, lahan reklamasi

PENDAHULUAN

Reklamasi lahan bekas tambang merupakan kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dengan kegiatan pertambangan dan menjadi kunci untuk menjaga kelestarian lingkungan pertambangan. Reklamasi dan revegetasi bekas tambang merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan oleh perusahaan atau pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) seperti tertuang dalam Permen ESDM No.7 Tahun 2014. Keberhasilan suatu reklamasi sangat ditentukan oleh banyak hal, diantaranya adalah aspek penataan lahan, kesuburan media tanam, teknis penanaman dan perawatan tanaman.

PT. Semen Gresik - Semen Indonesia (Persero) Tbk. memiliki banyak tanaman dalam masa perawatan pada lahan bekas tambang yang membutuhkan pupuk untuk membantu pertumbuhan tanaman. disamping itu, pada lahan pasca tambang banyak sampah organik berupa dedaunan kering dibawah tegakan pohon reklamasi. Di bawah pohon tegakan tersebut akarnya berpotensi untuk tumbuhnya mikoriza yang juga bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik dalam jangka waktu yang lama bila mikroriza tersebut berhasil di inokulasi di bawah pohon tegakan tersebut. Identifikasi keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi batu kapur belum pernah dilakukan sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang identifikasi dan karakterisasi keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi batu kapur. Tujuan penelitian ini untuk: 1) Mengidentifikasi jenis mikroriza pada akar di bawah pohon tegakan reklamasi; 2) Mengkarakterisasi mikoriza pada akar di bawah tegakan pohon reklamasi sampai pada tingkat genus.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini metode eksperimen laboratorium. Pengambilan sampel mikoriza dilakukan dengan mengambil sampel akar dan tanah disekitar akar pohon yang terdapat di setiap lahan reklamasi bekas penambangan batu kapur (tahun 2010, 2014 dan 2016). Selanjutnya sampel akar dan tanah tersebut diidentifikasi jenis mikoriza yang ada. Sehingga berisi data jenis keanekaragaman mikoriza yang terdapat pada lokasi studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sampel akar dan tanah disekitar akar yang diambil dari tiga lokasi reklamasi diperoleh hasil keanekaragaman mikoriza seperti ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1 Keanekaragaman mikoriza di lahan reklamasi bekas penambangan batu kapur dari sampel 100 gram tanah di sekitar rhizosfer

Kode Sampel	Lokasi Pengambilan Sampel	Genus	Jumlah Spora
M 2010 A	Reklamasi 2010 (<i>Glory hole</i>)	Glomus	31
		Gigaspora	4
		Acaulospora	2
M 2010 B	Reklamasi 2010 (<i>Glory hole</i>)	Glomus	17
		Gigaspora	21
		Acaulospora	84
M 2014	Reklamasi 2014	Glomus	157
		Gigaspora	33
		Acaulospora	32
M 2016 A	Reklamasi 2016	Glomus	74
		Gigaspora	67
		Acaulospora	139
M 2016 B	Reklamasi 2016	Glomus	23
		Gigaspora	10
		Acaulospora	7

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, menunjukkan bahwa terdapat tiga genus spora mikorhiza. Mikorhiza jenis *Glomus* banyak terdapat di lahan reklamasi 2014, *Gigaspora* dan *Acaulospora* paling banyak terdapat di lahan reklamasi 2016. Banyaknya spora yang ditemukan di lahan tersebut diduga terkait dengan media yang digunakan untuk penanaman pohon jati di lokasi tersebut. Jenis-jenis mikorhiza tersebut tergolong dalam Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA).

Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA) mempunyai peran terhadap keberlanjutan regenerasi tanaman dan memberi kontribusi positif terhadap keberadaan spesies tanaman pada suatu komunitas. Peran itu dilakukan dengan empat cara yaitu; 1) MVA berpengaruh positif terhadap reproduksi (melalui persilangan jantan dan betina) dan kemampuan adaptasi tanaman, 2) kolonisasi MVA dapat meningkatkan kepadatan populasi tanaman, 3) kolonisasi MVA dapat meningkatkan kualitas ukuran dan produktivitas tanaman pada populasi tanaman dan 4) sebagai sumber inokulum penting terhadap pembangunan hutan terutama pada skala persemaian (Husna dkk., 2007).

Pada penelitian Husna 2007 terdapat 4 genus yang ditemukan menginfeksi tanaman Jati yakni terdiri dari genus yaitu *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* dan *Scutellospora*. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semai jati menunjukkan responsif tinggi terhadap aplikasi MVA. Formulasi MVA dengan tepung tulang dapat meningkatkan pertumbuhan jati hingga 6 kali lipat. Pertumbuhan tanaman jati dipengaruhi oleh unsur hara yang dapat diserap

akar tanaman. Tanah dari lahan bekas tambang kapur memiliki unsur hara yang rendah tetapi kandungan Ca-nya sangat tinggi (Prayudyaningsih, 2013). Tingginya kandungan Ca pada tanah akan memfiksasi unsur P, membentuk mineral Kalsium Fosfat (Orcutt dan Nielsen, 2000), sehingga ketersediaan unsur hara P semakin rendah di tanah kapur. Namun adanya asosiasi tanaman dengan MVA serta penambahan kompos pada media tanam memungkinkan tanaman dapat memperoleh unsur hara yang cukup, sehingga pertumbuhan tinggi dan diameter semai jati meningkat. Fungi Mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfat dan beberapa unsur hara lainnya seperti Cu dan Zn (Nurhayati, 2012).

Akar yang bermikoriza mempunyai bidang penyerapan unsur hara yang lebih luas yaitu lebih dari 1.800% (Orcutt dan Nielsen, 2000). Lebih luasnya bidang penyerapan unsur hara akan meningkatkan penyerapan unsur hara diantaranya adalah unsur P dan Ca. Meningkatnya kadar P mempengaruhi pembentukan Adenosin Trifosfat (ATP) (Buchner, 2007) yang berperan penting dalam proses metabolisme dan pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel dan pemanjangan sel, respirasi dan fotosintesis. Demikian juga dengan meningkatnya kadar Ca, yang berperan sebagai elemen *structural* dinding sel dan membran sel. Kalsium memengaruhi aktivitas pembelahan dan penebalan sel-sel jaringan tanaman (Pinto *et al.*, 2015).

Pada penelitian Prayudyaningsih dan Sari tahun 2016, Pengaplikasian MVA dengan tambahan pupuk kompos untuk meningkatkan persemai pertumbuhan semai Jati dengan menggunakan *Acaulospora* sp. dan *Gigaspora* sp menunjukkan bahwa penambahan mikoriza memiliki peranan penting dalam beberapa hal parameter pengamatan yakni pertambahan tinggi semai, pengukuran diameter batang, pengamatan pertumbuhan jumlah daun, biomassa semai, rasio pucuk akar dan indeks mutu bibit. Pupuk kompos atau pupuk organik mampu memperbaiki struktur tanah dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Namun pada kondisi iklim dan tanah yang berbeda, efektivitas penyerapan hara ini dipengaruhi oleh adanya asosiasi MVA dengan tanaman (Matysiakan *et al.*, 2010).

Inokulasi MVA meningkatkan penyerapan unsur hara N oleh akar tanaman (Xie *et al.*, 2014). Oleh karena itu, inokulasi MVA pada tanaman yang medianya diberi pupuk kompos akan meningkatkan jumlah daun semai jati. Hal tersebut dikarenakan unsur hara N yang tersedia pada media tanam diserap secara optimal oleh akar tanaman yang bermikoriza. Selain itu mikoriza juga memiliki benang-benang hifa yang berperan dalam penyerapan unsur hara dan pengambilan air di dalam tanah. Bila hifa semakin banyak maka tanah menjadi lebih lembab, walaupun dalam keadaan kering sehingga kondisi tersebut dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Dewi (2007) yang menyatakan bahwa tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman tanpa pemberian mikoriza.

Spora MVA genus *Glomus* umumnya berwarna kuning kecoklatan, kuning terang dan coklat tua, selain itu juga ditemukan warna putih susu dalam jumlah paling sedikit. Spora berbentuk bulat sampai bulat lancip, pada salah satu ujungnya terdapat hifa yang berbentuk lurus atau bengkok, terdapat pula *Glomus* berbentuk sporokap (Warouw dan Kainde., 2010).

Menurut Margaretha, 2011, bahwa mikoriza (*Glomus* sp.) tidak dapat berkembang baik pada pH basa, karena suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan koloni spora mikoriza. *Glomus* dapat berkembang pada tanah yang didominasi fraksi lempung (clay), ikoriza genus *Glomus* sp. mampu menunjukkan eksistensinya untuk bertahan hidup dan berkembang di lingkungan yang terbentuk akibat penimbunan tanpa top soil di areal bekas tambang batubara. Spora *Glomus* terbentuk dari perkembangan hifa (chlamydospora) yang terkadang bercabang dan membentuk *sporocarp*. Saat dewasa spora dipisahkan dari hifa

pelekat. *Glomus* mempunyai tingkat adaptasi yang cukup tinggi terhadap lingkungan baik pada kondisi tanah yang masam maupun netral. Ukuran spora *Glomus* antara 20-200 μm , ukuran tersebut lebih kecil dibanding genus *Gigaspora* (Nurhalimah dkk., 2014).

Glomus sp. dengan berbagai dosis memberikan pengaruh yang lebih terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa pemberian jenis mikoriza dari jenis lainnya meskipun adanya patogen yang menyerang tanaman dan mikoriza dapat bekerja lebih efektif jika kondisi tanaman kurang menguntungkan dari segi cekaman faktor biotik. Pada awal penambahan mikoriza tidak terlihat perubahan atau pengaruh pada tanaman karena pendugaan bahwa mikoriza menjalankan fungsi yang lain terhadap tanaman, yaitu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan patogen sehingga mendorong akar tanaman mengeluarkan karbohidrat lebih banyak untuk mikoriza sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar dan menjadikan patogen tidak dapat berkembang. Proses perkembangan spora genus *Glomus* sp. adalah dari ujung hifa yang membesar sampai ukuran maksimal dan terbentuk spora. Karena sporanya berasal dari perkembangan hifa maka disebut *chlamydospora*, kadang hifa bercabang-cabang dan tiap cabang terbentuk *chlamydospora* dan membentuk *sporocarp*. Pada saat dewasa, spora dipisahkan dari hifa pelekat oleh sebuah sekat, spora bentuk globos, subglobos, ovoid ataupun obovoid dengan dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis (Patriyasari, 2006), Spora genus *Glomus* dapat ditemukan dalam bentuk tunggal atau agregat lepas, *sporocarp* tidak seperti pada *Sclerocystis* dan *sporocarp* terdiri dari spora dengan dinding lateral yang saling melekat satu sama lainnya. Spora *Glomus* yang ditemukan rata-rata memiliki bentuk bulat sampai bulat lonjong, permukaan dinding spora relatif halus, dan memiliki dinding spora yang tipis. Namun, masing-masing spesies memiliki ciri-ciri tersendiri mulai bentuk spora bulat sampai bulat lonjong. Spora yang ditemukan ada yang melekat dengan hifa dan ada pula yang tidak. Hifa pada spora yang ditemukan langsung menyatu dengan dinding spora dengan warna yang hampir sama dengan dinding spora (Hapsah, 2003). Spora MVA genus *Acaulospora* umumnya berbentuk bulat dengan warna merah kecoklatan, kuning kecoklatan, coklat tua dan orange (Warouw dan Kainde., 2010). Ciri-ciri spora *Acaulospora* adalah berwarna dominan merah, dindingnya terdiri dari tiga lapisan, ukuran sporanya rata-rata 279 μm (Widiatma, 2015). Proses perkembangan spora *Acaulospora* seolah-olah dari hifa tapi sebenarnya tidak. Proses perkembangannya berawal dari ujung dudukan hifa yang membesar seperti spora yang disebut hifa terminal (*hyphal terminus*). Bulatan kecil yang semakin lama semakin membesar dan menjadi spora terbentuk diantara *hyphal terminus* dan *subtending hyphae*. Dalam perkembangannya, hifa terminal akan rusak dan isinya akan masuk ke dalam spora. Rusaknya hifa terminal akan meninggalkan bekas lubang kecil disebut *Cyatric*.

Spora *Acaulospora* merupakan spora tunggal di dalam *sporocarp*, spora melekat secara lateral pada hifa yang ujungnya menggelembung dengan ukuran yang hampir sama dengan spora, bentuk spora globos, subglobos, ellips atau fusiform melebar. Spora *Acaulospora* yang ditemukan memiliki bentuk bulat lonjong dan memiliki dinding spora yang relatif tebal, *Acaulospora* sp. memiliki warna orange kemerahan (Patriyasari, 2006).

Spora MVA genus *Gigaspora* berbentuk bulat dengan warna hitam kekuningan dan kuning kecoklatan. Spora memiliki hifa pelekat yang mengembang sampai berbentuk bulat (*bulbous suspensor*) dan menempel pada spora. Pada tanah yang berpasir genus *Gigaspora* ditemukan dalam jumlah tinggi karena pori tanah terbentuk lebih besar sehingga keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar. *Gigaspora* tidak memiliki lapisan dinding dalam (Warouw dan Kainde., 2010). Spora *Gigaspora* terbentuk dari ujung hifa yang membulat (*bulbous suspensor*), selanjutnya muncul bulatan kecil yang

semakin lama membesar menjadi spora yang terbentuk tunggal di dalam tanah (Patriyasari, 2006).

Proses perkembangan spora Gigaspora tidak langsung dari hifa. Pertama-tama ujung hifa (*subtending hyphae*) membulat yang dinamakan *bulbous suspensor*. Di atas *bulbous suspensor* ini timbul bulatan kecil yang semakin lama semakin besar dan mencapai ukuran maksimum yang akhirnya menjadi spora. Spora ini disebut azygospora. Karakteristik khasnya adalah mempunyai *bulbus suspensor* tanpa *germination shield*. Spora Gigaspora 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 berdinding tipis. Gigaspora juga tidak memiliki dinding perkecambahan fleksibel yang dibentuk (*inner wall*), dan suspensor melekat pada permukaan terluar dinding spora. Selain itu genus Gigaspora tidak membentuk struktur vesikula didalam akar melainkan hanya terdapat arbuskula dan hifa.

Endomikoriza MVA *Glomus* sp. *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp. pada umumnya dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman, sebagai agen absorpsi logam berat, agensia hayati, ataupun biokontrol saat tanaman tercekam, bekerjasama dengan mikroorganisme tanah lainnya. Pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari pertumbuhan tinggi, diameter batang, luasan tajuk daun. Mikoriza memiliki kemampuan meningkatkan penyerapan unsur hara makro N, P, K beserta air melalui hifa-hifanya sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap berat kering atau biomassa tanaman. Menurut Rillig and Mummey (2006) menyatakan bahwa MVA dapat menjaga stabilisasi agregat tanah dengan melibatkan hubungan senyawa penting seperti glomalin dan protein tanah lainnya. Glomalin adalah kelompok dari glikoprotein tidak larut yang diproduksi dan disekresikan oleh MVA. Senyawa lain yang berkaitan dalam hubungan ini adalah musilage, polisakarida, hidrofobin dan senyawa lain. Faktor hadirnya mikrobia dan mikrofauna tanah juga berperan dalam proses pembentukan tanah (Suharno dan Sancayaningsih, 2013)

Adapun perannya sebagai agen absorpsi logam berat, MVA dimanfaatkan sebagai bioremediasi sebab dapat menghasilkan glomalin. Proses remediasi berdasarkan prinsip immobilisasi logam berat dengan agen khelat seperti EDTA atau glomalin. Sehingga immobilisasi logam berat ini dapat terjadi menggunakan tanaman, fungsi, ataupun mikroba. Seperti tumbuhan *Elsholtzia splendens* dengan memanfaatkan *Glomus caledonium* mampu menyerap P, Cu, Zn, dan Pb (Wang et al. 2005). Pada penelitian dengan MVA jenis lain, tanaman *Canavalia gladiata* mampu menyerap Pb yang diakumulasikan pada akar tanaman (Souza et al. 2013). Pengikatan logam berat pada kitin di dinding sel fungi, juga akan menurunkan konsentrasi logam berat di sekitar miselium fungi dalam tanah (Suharno dan Sancayaningsih, 2013).

SIMPULAN

Terdapat tiga genus spora mikorhiza. Mikorhiza jenis *Glomus* banyak terdapat di lahan reklamasi 2014, *Gigaspora* dan *Acaulospora* paling banyak terdapat di lahan reklamasi 2016. Genus mikoriza dengan karakterisasi memiliki banyak spora dari banyaknya spora yang ditemukan di lahan tersebut diduga terkait dengan media yang digunakan untuk penanaman pohon jati di lokasi tersebut. Jenis-jenis mikorhiza tersebut tergolong dalam Mikoriza Vasikula Arbuskular (MVA).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. yang telah memberikan pendanaan penelitian ini, PLPP PT PGRI yang telah memberikan ijin untuk melakukan kerjasama dan staf laboratorium di ITS yang membantu dalam analisa laboratorium.

DAFTAR RUJUKAN

- Bucher, M. (2007). Functional Biology of Plant Phosphate Uptake at Root and Mycorrhiza Interfaces. *New Phytologist*, 173(1), 11-26.
- Dewi, A. I. R. 2007. Peran, Prospek Dan Kendala Dalam Pemanfaatan Endomikoriza. Makalah. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Hapsoh. 2003. Kompatibilitas MVA dan Beberapa Genotipe Kedelai Pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan Tanah Ultisol : Tanggapan Morfologi dan Hasil. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Husna, Tuheteru, F. D. and Mahfudz. 2007. APLIKASI MIKORIZA UNTUK MEMAC PERTUMBUHAN JATI DI MUNA (Mycorrhiza Application to support growth of teak in Muna), *InfoTeknis Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan*, 5(1), pp. 1–4.
- Margarettha. 2011. Eksplorasi dan Identifikasi Mikoriza Indigen Asal Tanah Bekas Tambang Batu Bara. *Jurnal Berita Biologi* 10(5): 641-646.
- Matysiakan, B. and G. Falkowski. (2010). Response of Three Ornamental Plant Species to Inoculation With Arbuscular Mycorrhizal Fungi Depending on Compost Addition to Peat Substrate and The Rate of Controlled Release Fertilizer. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18(2), 321 – 333.
- Nurhalimah, S., Nurhatika, S. and Muhibuddin, A. 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigen Pada Tanah Regosol Di Pamekasan, Madura', *Jurnal Sains dan Seni Pomiits*, 3(1), pp. 30–34.
- Nurhayati. 2012. Infektivitas Mikoriza pada Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum. *Jurnal Floratek*, 7(1), 25 – 31.
- Orcutt, D.M and E.T. Nielsen. 2000. *Physiology of Plants Under Stress: Biotic Factor*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Patriyasari, T. 2006. *Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (Cma) Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Cynodon dactylon (L.) Pers Yang Diberi Level Salinitas Berbeda*.
- Pinto, M. C. X., A. H., Kihara, V.A.M. Goulart, F. M. P., Tonelli, K. N., Gomes, H. Ulrich and R. R. Resende. (2015). Calcium Signaling and Cell Proliferation. *Cellular Signalling*, 27(11), 2139 – 2149.
- Prayudyaningsih, R. and Sari, R. 2016. APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) DAN KOMPOS UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SEMAI JATI (Tectona grandis Linn . f .) PADA MEDIA TANAH BEKAS TAMBANG KAPUR', *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), pp. 37–46.
- Rillig MC, Mummey DL. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytol* 171: 41-53.
- Souza LA, Andrade L, Adrián S, Souza R, Caroline S, Schiavinato MA . 2013. Evaluation of mycorrhizal influence on the development and phytoremediation potential of *Canavalia Gladiata* in Pb-Contaminated Soils. *Intl J Phytoremed* 15 (5): 465-476.
- Suharno and Sancayaningsih, R. P. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula : Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang', *Bioteknologi*, 10(1), pp. 23–34. doi: 10.13057/biotek/c100104.

- Wang F, Lin X, Yin R. 2005. Heavy metal uptake by arbuscular mycorrhizas of *Elsholtzia splendens* and the potential for phytoremediation of contaminated soil. *Pl Soil* 269 (1-2): 225-232
- Warouw, V. and Kainde, R. P. 2010. Populasi Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Zoneperakaran Jati. *Jurnal Eugenia*, 16(1), pp. 38–45.
- Widiatma, P. S. 2015. Identifikasi mikoriza vesicular arbuskular (MVA) pada rhizosfer tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) dan ubi kayu (*Manihot esculenta* crantz) serta perbanyakannya dengan media zeolit. [Skripsi]. Bukit Jimbaran: Universitas Udayana.
- Xie, X., B. Weng, B. Cai, Y. Dong dan C. Yan. (2014). Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphorus supply on the growth and nutrient uptake of *Kandelia obovata* (Sheue, Liu & Yong) seedlings in autoclaved soil. *Applied Soil Ecology*, 75, 162 – 171.