

KEEFEKTIFAN PEMBENAH TANAH, PEMUPUKAN, DAN MIKORIZA UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN KARET DI LAHAN BEKAS TAMBANG TIMAH

THE EFFECTIVENESS OF AMELIORANTS, FERTILIZER, AND MYCORRHIZA FOR RUBBER GROWTH AT POST TIN MINING LAND

*Rusli, Yulius Ferry, Bariot Hafif, dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2, Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

*rusli_batahan@yahoo.com

(Tanggal diterima: 12 Agustus 2016, direvisi: 28 Agustus 2016, disetujui terbit: 10 November 2016)

ABSTRAK

Kendala dalam penggunaan lahan bekas tambang timah untuk pertanian ialah tekstur tanah kasar (pasir), C-organik rendah, pH masam, dan kandungan hara rendah. Lahan ini bisa dimanfaatkan kalau diberi bahan pembena tanah. Tujuan penelitian adalah mengetahui cara pengelolaan lahan bekas tambang timah yang lebih baik melalui penggunaan bahan pembena tanah, dosis pupuk, dan mikoriza untuk pertumbuhan tanaman karet. Penelitian dilakukan di Kecamatan Mandor, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat, mulai tahun 2014 sampai 2015. Rancangan penelitian menggunakan petak terbagi dengan 3 ulangan. Petak utama adalah penggunaan pembena tanah: M_1 (kompos 16 kg + 24 kg tailing kuarsa), M_2 (tanah liat 16 kg + 24 kg tailing kuarsa), M_3 (kompos 8 kg + tanah liat 8 kg + 24 kg tailing kuarsa), dan kontrol (tanpa pembena tanah). Anak petak ialah dosis pupuk, yaitu D_1 (100% dosis rekomendasi), D_2 (100% dosis rekomendasi + mikoriza 100 g), D_3 (125% dosis rekomendasi), D_4 (125% dosis rekomendasi + mikoriza 100 g). Lokasi penelitian berketinggian 50 m di atas permukaan laut (dpl), iklim tipe A, curah hujan (CH) tahunan berkisar 2.600 mm, tanah kaya fraksi pasir (82,2%), N (0,09%), K (0,08 cmol(+)/kg) kategori sangat rendah, dan P (9,24 ppm) kategori rendah. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman karet (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun). Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman karet pada lahan bekas tambang timah diperlukan aplikasi pembena tanah kompos dan atau tanah liat. Dosis pupuk yang optimal adalah 125% dari dosis rekomendasi ditambah 100 g mikoriza.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, pembena tanah, pupuk, mikoriza, tanah bekas tambang

ABSTRACT

The use of post tin mining land for agricultural purpose is constrained by the coarse soil texture (sand), low C-organic, acid pH and low nutrient content which can be rehabilitated with soil ameliorant treatment. The research objective was to determine the best soil management of post tin mining land through the use of soil ameliorant, fertilizer, and mycorrhiza application for rubber plant growth. The research was conducted in Mandor District, Landak Regency, West Kalimantan, from 2014 until 2015. The experiment design was a split plots with 3 replications. The main plot was the use of ameliorant i.e M_1 (16 kg of compost + 24 kg of quartz tailings), M_2 (16 kg of clay soil + 24 kg of quartz tailings), M_3 (8 kg of compost + 8 kg of clay soil + 24 kg of quartz tailings), and control (without soil ameliorant). Subplot was fertilizer dosage i.e D_1 (100% of the recommended doses), D_2 (100% of the recommended doses + 100 g of mycorrhiza), D_3 (125% of the recommended doses), D_4 (125% of the recommended doses + 100 g of mycorrhiza). The study was conducted at altitude of 50 m asl, type A climate, annual rainfall at 2.600 mm, sandy soil (82.2%) with very low N (0.09%), very low K (0.08 cmol (+)/kg), and low P (9.24 ppm). Variables observed were the rubber plant growth (plant height, stem diameter, and number of leaves). Result showed that optimizing the rubber growth at post tin mining land needs soil ameliorants application such as compost and clay. Meanwhile, the optimal dose of fertilizer is 125% of the recommended dose plus 100 g of mycorrhiza.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, soil ameliorant, fertilizer, mycorrhiza, post tin mining land

PENDAHULUAN

Tanah bekas tambang timah merupakan tanah yang telah mengalami pencucian oleh proses penambangan sehingga menghilangkan liat, bahan organik, menurunkan aktivitas mikroorganisme, dan menyisakan tanah kaya fraksi pasir (Iskandar, 2016; Pratiwi, 2016). Menurut Pringadi (2008) tanah pasir bekas tambang timah berstruktur gembur dan lepas, tidak dapat menahan air, mudah terjadi pencucian hara, pH rendah, dan terdapat sisa mineral bersifat racun (*toxicity*) seperti logam berat Pb dan Cu. Masalah lain yang dijumpai adalah terbatasnya vegetasi penutup tanah dan tidak adanya mikroorganisme potensial sehingga hampir semua tanaman sulit tumbuh dan berkembang pada tanah tersebut, tanpa adanya penggunaan pembenahan tanah (Madjid, 2007).

Luas lahan bekas tambang timah semakin bertambah sejalan dengan meningkatnya kegiatan penambangan. Di Bangka-Belitung, luas lahan bekas tambang timah telah mencapai 390.000 ha (Bapedalda, 2007 cited in Utomo, 2008), sedangkan di Kalimantan Barat lahan bekas tambang bauksit telah mencapai 300.000 ha, dan kebanyakan lahan tersebut tidak dimanfaatkan. Pada sisi lain lahan pertanian di daerah tersebut semakin berkurang, yang menyebabkan terjadinya kompetisi dalam memanfaatkan lahan pertanian. Salah satu kompetisi tersebut adalah banyaknya lahan pertanian karet yang dikonversi menjadi lahan tanaman sawit sehingga luas tanaman karet semakin menurun dan terdesak (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Hal tersebut tidak akan terjadi jika lahan bekas tambang dapat digunakan sebagai lahan pertanian. Pemanfaatannya dapat dilakukan dengan terlebih dahulu diberi bahan pembenah tanah (Pratiwi, 2016).

Beberapa bahan pembenah tanah yang dapat digunakan untuk reklamasi lahan bekas tambang timah antara lain bahan organik, tanah liat, kapur pertanian, dan mikoriza (Seybold, Mansbach, Karlen, & Rogers, 1997; Subaedah, 2007; Pringadi, 2008). Bahan organik dan tanah liat dapat berfungsi memperbaiki sifat fisik tanah pasir menjadi lebih mampu menahan air dan unsur hara (Pringadi, 2008). Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan air dan unsur hara secara maksimal (Subaedah, 2007), bahkan dapat meningkatkan aktivitas organisme saprofit dan menekan organisme parasit bagi tanaman (Stevenson, 1982). Mikoriza mampu tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan bagi mikrob tanah lainnya (Keltjen, 1997 cited in Prihastuti, 2007). Bagi tanaman yang sistem perakarannya kurang berkembang, peran akar dapat ditingkatkan dengan adanya interaksi

simbiosis dengan jamur mikoriza sehingga lebih efektif dalam memanfaatkan unsur hara, serta dapat mengurangi pemberian pupuk sampai 50% (Subaedah, 2007).

Peningkatan kandungan unsur hara pada lahan bekas tambang yang miskin dapat dilakukan dengan pemberian pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Namun, pemberian pada tanah dengan kadar pasir yang tinggi menyebabkan unsur hara mudah tercuci. Pemberian bahan pembenah tanah dan mikoriza diharapkan dapat mengurangi pencucian hara dan meningkatkan efektivitas pemupukan.

Uji penanaman tanaman karet pada lahan bekas tambang timah disebabkan beberapa alasan, antara lain: (1) tanaman karet mempunyai daya adaptasi tinggi (Damanik, Syakir, Tasma, & Siswanto, 2010), (2) tanaman karet mempunyai sifat menggugurkan daun sehingga untuk jangka panjang dapat menambah kandungan bahan organik dalam tanah pasir (Adri & Firdaus, 2007), (3) tersedia bahan pembenah tanah yang dapat memperbaiki tanah untuk budi daya tanaman karet, dan (4) tanaman karet merupakan tanaman rakyat yang telah lama dikembangkan (Adri & Firdaus, 2007) sehingga teknologi budi daya telah banyak diketahui petani.

Penelitian bertujuan mengetahui cara pengelolaan lahan bekas tambang timah yang efektif melalui penggunaan bahan pembenah tanah, dosis pupuk, dan mikoriza untuk pertumbuhan tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada lahan bekas tambang timah di Kecamatan Mandor, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat, mulai Januari 2014 sampai Desember 2015

Bahan dan Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah petak terbagi (*split plot design*) dengan 3 ulangan. Sebagai faktor utama adalah bahan pembenah tanah (PT), yaitu PT1 (kompos 16 kg + tailing kuarsa 24 kg/lubang), PT2 (tanah liat 16 kg + tailing kuarsa 24 kg/lubang), PT3 (kompos 8 kg + tanah liat 8 kg + tailing kuarsa 24 kg/lubang), dan kontrol (tanpa pembenah tanah). Sebagai faktor anak petak ialah dosis pupuk, yaitu D1 (100% dari dosis rekomendasi), D2 (100% dari rekomendasi + mikoriza 100 g/lubang), D3 (125% dari dosis rekomendasi), dan D4 (125% dari dosis rekomendasi + mikoriza 100 g/lubang). Jenis klon karet yang digunakan adalah PB 260 yang ditanam dengan jarak tanam 2 m x 10 m. Ukuran plot percobaan 10 m x 12 m dengan jumlah

tanaman per plot 14 tanaman sehingga jumlah total tanaman percobaan adalah 672 pohon.

Aplikasi Bahan Pembenah Tanah, Dosis Pupuk, dan Mikoriza

Bahan pembenah tanah sesuai takaran perlakuan diaplikasikan dengan cara mencampurnya bersama tanah, kemudian digunakan untuk menutupi lubang tanam yang telah disediakan. Aplikasi perlakuan pupuk Urea, SP-36, dan KCl diberikan selang 4 bulan dalam setahun, yaitu pada bulan Maret, Juli, dan November. Dosis umum pupuk kimia yang direkomendasikan untuk tanaman karet umur 1–3 tahun disajikan pada Tabel 1. Pada penelitian ini, jenis pupuk KCl digunakan sebagai pengganti pupuk MoP. Perlakuan lainnya adalah pemberian mikoriza yang dilakukan pada awal tanam, yakni 100 g/lubang. Biakan mikoriza yang digunakan berasal dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Serpong.

Tabel 1. Rekomendasi dosis pupuk kimia untuk tanaman karet umur 1–3 tahun

Table 1. Recommended chemical fertilizers dosage at 1–3 years old rubber plants

Jenis pupuk	Dosis untuk umur tanaman		
	1 tahun	2 tahun	3 tahun
	 (g/tanaman).....		
Urea	275	350	375
SP-36	250	250	250
MoP	175	225	225
Kieserite	50	75	100

Sumber/Source: Nugroho, Istianto, & Karyudi (2005)

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan gulma dan pembersihan piringan yang dilakukan selang tiga bulan, yaitu bulan Februari, Mei, Agustus, dan November. Pembuangan wiwilan dilaksanakan satu bulan sekali, sedangkan pengendalian hama dan penyakit dilaksanakan tiga bulan sekali bersamaan dengan penyiangan gulma.

Pengamatan dan Analisis Data

Peubah yang diamati meliputi: (1) tinggi tanaman, diukur dari bekas okulasi sampai ujung batang (pucuk), (2) diameter batang, diukur 10 cm di atas bekas okulasi menggunakan jangka sorong, dan (3) jumlah daun. Data lain yang dikumpulkan adalah data sifat fisiko-kimia tanah, dan karakteristik iklim. Untuk mengetahui sifat fisiko-kimia tanah dilakukan pengambilan contoh tanah secara komposit, yaitu tanah diambil pada 7 titik secara diagonal dengan kedalaman

pengambilan 0–20 cm. Sifat tanah yang dianalisis adalah kandungan hara kebutuhan utama tanaman, yaitu N dengan metode Kjeldahl, P_2O_5 dengan metode Olsen, dan K^+ dengan metode amonium asetat 1 M, pH 7,0 serta tekstur tanah dengan metode pipet (Sulaeman, Suparto, & Eviati, 2005).

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan analisis ragam (anova), dan apabila hasilnya nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan uji Duncan pada taraf 5%. Data tanah, iklim, dan karakteristik lahan lainnya dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lingkungan Penelitian

Lokasi penelitian berada pada ketinggian 50 m di atas permukaan laut (dpl) dan tipe iklim A (Schmidt & Fergusson, 1951), yaitu daerah kategori sangat basah dengan nilai Q [rasio bulan kering (< 60 mm) dan bulan basah (> 100 mm)] $< 14,3$ %. Rata-rata curah hujan tahunan dari 2007–2015 (9 tahun) berkisar 2.600 mm (BMKG Pontianak cited in Badan Pusat Statistik Kabupaten Landak, 2017). Curah hujan (CH) bulan terendah terjadi sekitar bulan Juli–Agustus, sedangkan CH tertinggi terjadi sekitar bulan November–Januari dan rata-rata suhu udara bulanan berkisar $26,3^{\circ}C$ – $26,9^{\circ}C$ (Hikmatullah, Suharta, & Hidayat, 2008).

Tanah pada lokasi penelitian sebelum digarap sebagai areal tambang merupakan tanah bereaksi masam yang terdiri atas asosiasi Inseptisols, Ultisols, dan Oksisols (Hikmatullah *et al.*, 2008). Tanah selama operasional penambangan timah, telah mengalami pencucian berat sehingga kehilangan bahan organik, liat, dan mineral-mineral yang terkandung di dalamnya. Akibatnya, tanah lapisan atas terlihat tanpa struktur dan kaya partikel pasir (82,2 %) (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis beberapa sifat kimia dan tekstur tanah
Table 2. Results of soil chemicals and texture analysis

Sifat tanah	Nilai
Kimia tanah:	
N (%)	0,09
P_2O_5 (ppm)	9,24
K^+ (cmol(+)/kg)	0,08
Tekstur Tanah:	
Pasir (%)	82,20
Debu (%)	8,00
Liat (%)	9,80

Hasil analisis sifat kimia tanah (Tabel 2) menunjukkan kandungan N (0,09 %) dan kation K (0,08 cmol (+)/kg) tergolong kategori sangat rendah, sementara P_2O_5 (9,24 ppm) kategori rendah (Sulaeman *et al.*, 2005). Komunitas mikroba tanah bekas tambang umumnya terganggu (Sheoran, Sheoran, & Poonia, 2010) dan tanah tailing yang didominasi oleh fraksi pasir, secara sifat fisika juga kurang mendukung pertumbuhan tanaman, salah satunya terkait ketersediaan air. Menurut Majumdar (2000), tanah yang kaya fraksi pasir mempunyai daya pegang air pada kapasitas lapang kategori sangat rendah, yaitu 5%–10% vol. Dalam kondisi tersebut, air optimal yang tersedia untuk tanaman hanya berkisar 50–100 mm. Oleh karena itu, tanpa adanya tindakan rehabilitasi, secara sifat fisika, kimia, dan biologi, tanah bekas tambang kurang potensial untuk pertumbuhan tanaman. Untuk rehabilitasinya diperlukan pembenah tanah, terutama bahan organik/kompos yang diketahui mampu memperbaiki kadar hara terutama N dan P tanah tailing (Budianta, Gofar, & Andika, 2013) serta daya pegang air tanah pasir (Busscher, Novak, & Caesar-tonthat, 2007).

Pengaruh Pembenah Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet

Hasil analisis ragam terhadap parameter pertumbuhan tanaman karet (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun) menunjukkan tidak ada pengaruh interaksi antara perlakuan pembenah tanah (PT) dengan dosis pemupukan dan mikoriza (D). Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut pengaruhnya

bersifat bebas (*independent*), apa pun jenis pembenah tanah yang digunakan tidak akan mempengaruhi dosis pupuk dan mikoriza, dan sebaliknya. Hasil analisis lainnya, yaitu pengaruh dari masing-masing faktor yang diuji (PT dan D) nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman karet. Oleh karena itu, pembahasan selanjutnya akan diarahkan terhadap masing-masing faktor.

Pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman karet pada lahan bekas tambang timah yang diberi pembenah tanah kompos, tanah liat, dan atau kombinasi dari keduanya nyata lebih baik dibandingkan dengan kontrol (tanpa pembenah tanah). Namun demikian, di antara ketiga jenis dan takaran pembenah tanah tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda (Tabel 3). Dengan menggunakan pembenah tanah kompos atau tanah liat maka tinggi tanaman karet jadi meningkat 39,79%–48,80%, diameter batang meningkat 26,91%–35,47%, dan jumlah daun meningkat 54,80%–79,41%.

a. Peran kompos sebagai pembenah tanah

Kompos tidak hanya berfungsi memperbaiki kemampuan tanah dalam menahan air, tetapi juga menambah unsur hara (Pringadi, 2008). Penambahan kompos akan meningkatkan C-organik dan mengefektifkan penggunaan pupuk P dan K, serta sebagai agen agregasi dalam pembentukan agregat/struktur tanah sehingga porositas tanah menjadi lebih baik (Atmojo, 2003; Pringadi, 2008; Hafif, Sabiham, Anas, Sutandi, & Suyanto, 2012; Duong, 2013).

Tabel 3. Pengaruh pembenah tanah terhadap pertumbuhan tanaman karet pada umur 18 bulan setelah tanam (BST) di lahan bekas tambang timah

Table 3. Effect of soil ameliorant on rubber plants growth at 18 months after planting (MAP) on quartz tailings at post tin mining land

Jenis pembenah tanah	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (cm)	Jumlah daun (helai)
Kompos 16 kg + tanah tailing kuarsa 24 kg	250,70 a	4,43 a	94,44 a
Tanah liat 16 kg + tanah tailing kuarsa 24 kg	235,51 a	4,15 a	86,24 a
Kompos 8 kg + tanah liat 8 kg + tanah tailing kuarsa 24 kg	246,02 a	4,23 a	88,86 a
Kontrol (tanpa pembenah tanah)	168,48 b	3,27 b	55,71 b
KK(%)	11,94	11,84	8,80

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Kompos mampu memperbaiki struktur, kapasitas pegang air, dan keragaman serta aktivitas mikrob di dalam tanah (Bot & Benites, 2005; Suratman, 2013), serta baik digunakan sebagai bioremediasi lingkungan yang tercemar oleh logam berat (del Carmen Vargas-Garcia, Jose Lopez, Suarez-Estrella, & Moreno, 2011). Melalui percobaan di rumah kaca, kompos dapat digunakan secara langsung sebagai remediasi tanah bekas tambang timah. Hasil penelitian ini memberikan peluang untuk dikembangkan di tingkat lapangan (Gil-Loaiza *et al.*, 2016). Pemberian kompos dan bahan organik dapat memperbaiki kandungan fisik limbah pertambangan (Paradelo, Moldes, & Barral, 2009), serta dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi lahan pertambangan tembaga (Cu) (Gardner, Broersma, Naeth, Chanasyk, & Jobson, 2010). Selain itu, kompos dapat mempercepat proses pengembangan tanah pada endapan limbah tambang timah (Zanuzzi, Arocena, van Mourik, & Faz Cano, 2009), bahkan dapat meningkatkan kandungan hara pada daun serta pertumbuhan tanaman Karee (*Searsia lancea*) yang ditanam di bendungan lahan pertambangan timah (Lange, Kotte, Smit, van Deventer, & van Rensburg, 2012).

Hasil penelitian lainnya menunjukkan peran kompos dan *biochar* dalam mengurangi unsur-unsur hara beracun pada tanah yang terkontaminasi limbah tambang timah, sehingga dapat meningkatkan persentase tanaman hidup dan mendukung pertumbuhan akar tanaman *Lolium perenne* dan *Vibrio fisheri* (Beesley *et al.*, 2014). Pada tahun ke-4 proses reklamasi tanah yang permukaannya telah terakumulasi hidroksi besi (*oxyhydr*), ternyata kompos mampu memperbaiki kandungan hara tanah di atas 70% (Lupton, Rojas, Drohan, & Bruns, 2010). Hasil penelitian di lahan bekas tambang timah di daerah Bangka menunjukkan bahwa kombinasi kompos, *top soil*, pupuk NPK, kalsium (Ca), dan tanah tailing kuarsa dapat meningkatkan kemampuan tumbuh dan diameter beberapa jenis tanaman leguminosa (Narendra & Pratiwi, 2016).

b. Peran tanah liat sebagai pembenah tanah

Tanah liat mampu memperbaiki struktur tanah dan kapasitas pegang air, serta meningkatkan keragaman dan aktivitas mikrob di dalam tanah (Bot & Benites, 2005; Suratman, 2013). Tanah liat dapat membantu terbentuknya komposisi tekstur tanah tailing yang lebih baik, yaitu campuran partikel pasir, debu, dan liat. Penambahan tanah liat yang banyak memiliki pori mikro

dapat mengurangi dominansi pori makro (drainase) pada tanah tailing bertekstur pasir. Tanah liat akan memperbaiki pori aerasi dan pori air tersedia tanah tailing, karena air pada kapasitas lapang (air tersedia untuk kebutuhan tanaman) pada tanah bertekstur liat ialah 32%-40% volume, dibandingkan dengan bertekstur pasir hanya 5%-10% volume (Majumdar, 2000). Penggunaan bahan-bahan pembenah yang meningkatkan ketersediaan air dan unsur hara pada tanah tailing, berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karet yang memerlukan ketersediaan air dan hara yang cukup untuk tumbuh dengan baik (Daslin, 2006).

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa tanah liat bentonit secara nyata dapat menurunkan unsur-unsur hara beracun yang terbawa oleh limbah hasil kegiatan penambangan (Masindi, 2015). Pada tanah merah yang telah terkena polusi logam beracun, mineral liat dapat digunakan sebagai bahan remediasi dan pengaruhnya positif terhadap ketersediaan hara, distribusi kimiawi, dan penurunan tingkat keracunan (*toksistas*). Pada tanah tersebut, pH tanah meningkat nyata pada 30–60 hari setelah aplikasi mineral liat sehingga tanah tersebut dapat ditanami kembali dengan tanaman budi daya (Zhang, Lin, & Wang, 2011). Tanah liat fosfat sangat efektif digunakan untuk mengikat unsur-unsur logam berat pada tanah dan atau sedimen yang terkontaminasi (Singh, Ma, & Harris, 2001).

Pengaruh Dosis Pupuk dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Karet

Dosis pupuk urea, TSP, dan KCl yang dikombinasikan dengan pemberian mikoriza secara nyata berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun karet yang ditanam di lahan bekas tambang. Dosis pupuk urea, TSP, dan KCl sebanyak 125% dari dosis rekomendasi dan ditambah dengan mikoriza sebanyak 100 g/lubang menyebabkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman karet nyata lebih tinggi dibandingkan dengan dosis pupuk 100% rekomendasi. Dosis pupuk 125% dari rekomendasi, tetapi tanpa mikoriza, serta dosis pupuk 100% dan ditambah mikoriza 100 g/pohon tidak berbeda nyata dengan takaran pupuk 100% rekomendasi (Tabel 4). Dosis pupuk 125% dari rekomendasi ditambah 100 g mikoriza dapat meningkatkan, diameter batang, dan jumlah daun tanaman karet masing-masing 19,31%; 12,21%; dan 20,89%.

Tabel 4. Pengaruh dosis pupuk dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman karet pada umur 18 bulan setelah tanam (BST) di lahan bekas tambang timah

Table 4. Effect of fertilizer dosage and mycorrhiza on rubber plants growth at 18 months after planting (MAP) on quartz tailings at post tin mining land

Dosis pupuk dan mikoriza	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (cm)	Jumlah daun (helai)
Dosis 100% dari rekomendasi	207,68 b	3,85 b	75,06 b
Dosis 100% dari rekomendasi + mikoriza	214,24 b	3,86 b	76,83 b
Dosis 125% dari rekomendasi	231,01 ab	4,05 ab	82,62 ab
Dosis 125% dari rekomendasi + mikoriza	247,78 a	4,32 a	90,74 a
KK (%)	11,94	11,84	8,80

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Duncan's test at 5% level

Hasil analisis menunjukkan pentingnya penambahan takaran pupuk yang didukung oleh peran mikoriza untuk pertanaman karet yang ditanam di lahan bekas tambang (Tabel 4). Hal ini sangat beralasan mengingat lahan bekas tambang memiliki keterbatasan dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, serta memiliki sifat fisik yang kurang baik sebagai media pertumbuhan tanaman. Di samping itu, lahan bekas tambang sangat berpotensi dalam menghasilkan unsur-unsur hara beracun bagi tanaman maupun makhluk hidup lainnya. Uchida (2000) mengemukakan bahwa agar pertumbuhan tanaman optimal di daerah tropik maka diperlukan ketersediaan hara yang cukup.

Untuk mendukung pertumbuhan tanaman karet di lahan bekas tambang timah tidak cukup hanya dengan penambahan pupuk kimia saja, tetapi harus didukung oleh kehadiran mikoriza. Dalam hal ini, peran utama mikoriza adalah memperbaiki kondisi fisik dan meningkatkan aktivitas biologi tanah sehingga pupuk kimia yang diberikan tidak mudah tercuci dan selalu dalam keadaan tersedia bagi pertumbuhan tanaman karet. Melalui bantuan mikoriza maka efisiensi dan efektivitas pemupukan jadi meningkat. Subaedah (2007), Abiala *et al.* (2013), dan Ferry & Rusli (2014) mengemukakan bahwa aplikasi mikoriza diperlukan untuk rehabilitasi sifat biologi tanah, dan mikoriza dilaporkan mampu meningkatkan serapan hara P. Sementara itu, Hafif *et al.* (2012) melalui hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa mikoriza mampu memperbaiki struktur tanah.

Hasil penelitian lain di tingkat rumah kaca pada media bekas tambang tembaga (Cu) menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza nyata dapat meningkatkan bobot kering tanaman leguminosa *Trifolium repens*. Peningkatan bobot kering tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan unsur hara P dan penurunan unsur hara beracun seperti Cu, As, dan Cd (Chen, Zhu, Duan, Xiao, & Smith, 2007). Dalam proses

bioremediasi, penurunan kandungan beberapa unsur logam berat karena pengaruh mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap baragam kondisi cekaman lingkungan lainnya (Leyval, Joner, del Val, & Haselwandter, 2002; Audet & Charest, 2007; Gadd, 2010). Jamur *Glomus caledonium* yang merupakan salah satu jenis jamur mikoriza dinilai potensial dalam proses bioremediasi tanah-tanah yang tercemar oleh unsur yang termasuk ke dalam jenis logam berat (Liao, Lin, Cao, Shi, & Wong, 2003).

KESIMPULAN

Pengelolaan lahan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman karet pada lahan bekas tambang timah di daerah Kecamatan Mandor, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat, adalah dengan menggunakan pembenah tanah berupa kompos dan atau tanah liat. Melalui pembenah tanah tersebut dapat meningkatkan tinggi tanaman karet 39,79%–48,80%, diameter batang 26,91%–35,47%, dan jumlah daun 54,80%–79,41%. Sementara itu, dosis pupuk urea, TSP, dan KCl yang optimal adalah 125% dari dosis rekomendasi ditambah dengan 100 g mikoriza untuk tiap lubang tanam. Dengan dosis tersebut, tinggi tanaman karet meningkat sebesar 19,31%, diameter batang meningkat 12,21%, dan jumlah daun meningkat 20,89%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah membiayai kegiatan penelitian, Peneliti dan Litkayasa Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, dan juga kepada Camat Kecamatan Mandor atas segala bantuan dan saran-sarannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiala, M.A., Popoola, O.O., Olawuyi, O.J., Oyelude, J.O., Akanmu, A.O., Killani A.S., Osonubi, O., & Odebode, A.C. (2013). Harnessing the potentials of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) fungi to plant growth – A review. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol.*, 14(2), 61–79.
- Adri, & Firdaus. (2007). *Analisis finansial tumpangsari jagung pada perkebunan karet rakyat* (p. 20). Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Atmojo, S.W. (2003). *Peranan C-organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya*. Surakarta: USM-Press.
- Audet, P., & Charest, C. (2007). Dynamics of arbuscular mycorrhizal symbiosis in heavy metal phytoremediation: Meta-analytical and conceptual perspectives. *Environmental Pollution*, 147(3), 609–614. doi: 10.1016/j.envpol.2006.10.006.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Landak. (2017). *Rata-rata curah hujan di Kabupaten Landak (mm) 2007–2015*. Retrieved from <https://landakkab.bps.go.id/linkTabelStatistik/view/id/11>.
- Beesley, L., Inneh, O.S., Norton, G.J., Moreno-Jimenez, E., Pardo, T., Clemente, R., & Dawson, J.C.J. (2014). Assessing the influence of compost and biochar amendments on the mobility and toxicity of metals and arsenic in a naturally contaminated mine soil. *Environmental Pollution*, 186, 195–202. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.11.026>.
- Bot, A., & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food and production (p. 80). *FAO Soils Bulletin*. Rome: Food And Agriculture Organization of The United Nations.
- Budianta, D., Gofar, N., & Andika, G.A. (2013). Improvement of sand tailing fertility derived from post tin mining using leguminous crop applied by compost and mineral soil. *J. Trop. Soils*, 18(3), 217–223. doi: 10.5400/jts.2013.18.3.217.
- Busscher, W.J., Novak, J.M., & Caesar-tonthath, T.C. (2007). Organic matter and polyacrylamide amendment of Norfolk loamy sand. *Soil & Tillage Research*, 171–178.
- Chen, B.D., Zhu, Y.-G., Duan, J., Xiao, X.Y., & Smith, S.E. (2007). Effects of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on growth and metal uptake by four plant species in copper mine tailings. *Environmental Pollution*, 147, 374–380. doi: 10.1016/j.envpol.2006.04.027.
- Damanik, S., Syakir, M., Tasma, M., & Siswanto. (2010). *Budidaya dan pasca panen karet* (p. 86). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Daslin, A. (2006). Produktivitas dan pertumbuhan klon karet pada beberapa tipologi lahan perkebunan. *Pros. Lok. Nas. Budidaya Tanaman Karet* (pp. 53–61).
- del Carmen Vargas-Garcia, M., Jose Lopez, M., Suarez-Estrella, F., & Moreno, J. (2011). Bioremediation of heavy metal-polluted environments through compost amendments and composting process. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 5(Special Issue 2), 12–24.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2013). *Statistik perkebunan Indonesia: Karet*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Duong, T. T. T. (2013). *Compost effects on soil properties and plant growth* (Thesis, School of Agriculture, Food and Wine, The University of Adelaide).
- Ferry, Y., & Rusli. (2014). Pengaruh dosis mikoriza dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi kopi robusta di bawah tegakan kelapa produktif. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 20(1), 27–34.
- Gadd, G.M. (2010). Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology*, 156, 609–643. doi: 10.1099/mic.0.037143-0.
- Gardner, W.C., Broersma, K., Naeth, A., Chanasyk, D., & Jobson, A. (2010). Influence of biosolids and fertilizer amendments on physical, chemical and microbiological properties of copper mine tailings. *Can. J. Soil Sci.* 90, 571–583. doi: 10.4141/CJSS09067.
- Gil-Loaiza, J., White, S.A., Root, R.A., Solís-Dominguez, F.A., Hammond, C.M., Chorover, J., & Maier, R.M. (2016). Phytostabilization of mine tailings using compost-assisted direct planting: Translating greenhouse results to the field. *Science of the Total Environment*, 565, 451–461. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.168>.
- Hafif, B., Sabiham, S., Anas, I., Sutandi, A., & Suyanto. (2012). Impact of brachiaria, arbuscular mycorrhiza, and potassium enriched rice straw compost on aluminum, potassium and stability of acid soil aggregates. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 13(1), 27–34.
- Hikmatullah, Suharta, N., & Hidayat, A. (2008). Potensi sumberdaya lahan untuk pengembangan komoditas pertanian di Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2(1), 45–58.

- Iskandar. (2016). *Success stories reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas tambang*. Pusdi Reklamasi-LPPM IPB. Makalah disampaikan pada FGD “Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang untuk Pertanian. Bogor 10–11 Mei 2016 (tidak dipublikasi). Bogor: BBSDLP.
- Lange, C.A., Kotte, K., Smit, M., van Deventer, P.W., & van Rensburg, L. (2012). Effects of different soil ameliorants on Karee trees (*Searsia lancea*) growing on mine tailings dump soil—part 1: pot trials. *International Journal of Phytoremediation*, 14, 908–924. ISSN: 1522-6514 print/1549-7879 online. doi: 10.1080/15226514.2011.636402.
- Leyval, C., Joner, E. J., del Val, C., & Haselwandter, K. (2002). Potential of arbuscular mycorrhizal fungi for bioremediation. In Gianinazzi, Schuepp, Barea, & Haselwandter (Eds.). *Mycorrhizal Technology in Agriculture* (pp. 175–186). Birkhauser, Verlag/Switzerland.
- Liao, J. P., Lin, X. G., Cao, Z. H., Shi, Y. Q., & Wong, M. H. (2003). Interactions between arbuscular mycorrhizae and heavy metals under sand culture experiment. *Chemosphere*, 50, 847–853. doi: 10.1016/S0045-6535(02)00229-1.
- Lupton, M.K., Rojas, C., Drohan, P., & Bruns, M.A. (2010). Vegetation and soil development in compost-amended iron oxide precipitates at a 50-year-old acid mine drainage barrens. *Restoration Ecology*, 21(3), 319–328. doi: 10.1111/j.1526-100X.2012.00902.x.
- Madjid, A. (2007). *Dasar-dasar ilmu tanah*. Bahan Kuliah Online Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Retrieved from <http://dasar-dasarilmutanah.blogspot.com>.
- Majumdar, D. K. (2000). *Irrigation water management*. India: Prentice Hall of India.
- Masindi, V. (2015). *Remediation of acid mine drainage using magnesite and its bentonite clay composite* (Disertasi Doktor pada University of Venda, School of Environmental Sciences, Department of Ecology and Resource Management in Limpopo Province, South Africa).
- Narendra, B.H., & Pratiwi (2016). Adaptability of some legume trees on quartz tailings of a former tin mining area in Bangka Island, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(1), 671–674. ISSN: 2339-076X (p); 2502-2458 (e). doi: 10.15243/jdmlm.2016.041.671.
- Nugroho, P.A., Istianto, & Karyudi. (2005). Metode peningkatan keseragaman tanaman karet belum menghasilkan. *Warta Perkebunan*, 24(1), 10–19.
- Paradelo, R., Moldes, A.B., & Barral, M.T. (2009). Amelioration of the physical properties of slate processing fines using grape marc compost and vermicompost. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73(4), 1251–1260. doi: 10.2136/sssaj2008.0092.
- Pratiwi. (2016). *Pembelajaran reklamasi lahan bekas tambang (Studi kasus lahan bekas tambang timah, Bangka Tengah)*. Badan Litbang dan Inovasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Makalah disampaikan pada FGD “Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang untuk Pertanian “. Bogor 10–11 Mei 2016 (tidak dipublikasi). Bogor: BBSDLP.
- Prihastuti. (2007). Isolasi dan karakterisasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular di lahan kering masam, Lampung Tengah. *Berk. Penel. Hayati*, 12, 99–106.
- Pringadi, K. (2008). *Peran bahan organik dalam peningkatan produksi padi berkelanjutan mendukung ketahanan pangan nasional*. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Budidaya Tanaman. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Schmidt, F. H., & Ferguson, J. H. A. (1951). *Rainfall type based on wet and dry period ratio for Indonesia with Western New Guinea*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Seybold, C. A., Mansbach, M. J., Karlen, D. L., & Rogers, H. H. (1997). Quantification of soil quality. In R. Lal (Ed.), *Soil processes and carbon cycles* (pp. 387–404). Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Sheoran, V., Sheoran, A. S., & Poonia, P. (2010). Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: A review. *International Journal of Soil, Sediment and Water*, 3(2), Article 13. Retrieved from <http://scholarworks.umass.edu/intljssw/vol3/iss2/13>.
- Singh, S.P., Ma, L.Q., & Harris, W.G. (2001). Heavy metal interactions with phosphatic clay: sorption and desorption behavior. *J. Environ. Qual.*, 30, 1961–1968.
- Subaedah. (2007). Pemanfaatan jamur mikoriza dalam meningkatkan ketersediaan hara fosfat dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit jarak pagar. *Jurnal Agrivigor*, 6(2), 174–177.
- Stevenson, F. J. (1982). *Humus chemistry genesis: Composition reaction* (p. 476). New York: John Wiley and Sons.
- Suratman. (2013). *Optimalisasi pengelolaan lahan gambut menggunakan amelioran tanah mineral dan tanaman penutup lahan pada perkebunan kelapa sawit Di Kalimantan Tengah* (Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Sulaeman, Suparto, & Eviati. (2005). *Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk* (p. 136). Bogor: Balai Penelitian Tanah.

- Uchida. (2000). *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. J. A. Silva and R. Uchida (Eds.). College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. Retrieved from <http://src.gov.jm/wp-content/uploads/2013/02/pnm3.pdf>.
- Utomo, A.S. (2008). *Realita degradasi area hutan pasca penambangan timah di Pulau Bangka*. Retrieved from <http://www.kabarindonesia.com>.
- Zanuzzi, A., Arocena, J. M., van Mourik, J. M., & Faz Cano, A. (2009). Amendments with organic and industrial wastes stimulate soil formation in mine tailings as revealed by micromorphology. *Geoderma*, 154(1–2), 69–75. doi: 10.1016/j.geoderma.2009.09.014.
- Zhang, G., Lin, Y., & Wang, M. (2011). Remediation of copper polluted red soils with clay materials. *Journal of Environmental Sciences*, 23(3), 461–467. doi: 10.1016/S1001-0742(10)60431-7.

