

REHABILITASI LAHAN BEKAS TAMBANG DI QUARRY PT INDOCEMENT HAMBALANG DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN LEGUM DAN PUPUK HAYATI

Marini Adani¹⁾, Hirmas Fuady Putra²⁾, Ahmad Suryadi³⁾, Idin Abidin⁴⁾, Nisa Rachmania Mubarik⁵⁾

^{1,2,3,5)}Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

⁴⁾Taman Nasional Gunung Ciremai - Kuningan

Email: nrachmania@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Rehabilitasi pada tanah bekas tambang di kawasan reklamasi biasanya menggunakan *top soil* yang berasal dari area yang subur dan selanjutnya dilakukan revegetasi. Penambangan *sandy clay* di kawasan PT Indocement merupakan area terbuka yang akan dilakukan reklamasi. Proses revegetasi di kawasan ini akan menggunakan kompos yang dicampur dengan bakteri tanah yang berasal dari area reklamasi PT Indocement di Palimanan Cirebon. Penelitian ini bertujuan untuk (1) memanfaatkan formulasi yang mengandung bakteri pelarut P dan K, bakteri penambat N, penghasil IAA sebagai pupuk hayati pada tanaman yang ditanam di lahan bekas tambang di Hambalang, (2) melakukan revegetasi di area bekas tambang dengan menggunakan tanaman legum, seperti lamtoro (*Leucaena leucocephala*), ki hujan (*Albizia saman*), and angšana (*Pterocarpus indicus*) yang diaplikasikan dengan menggunakan dan kompos dan konsorsium bakteri dengan metode penggaruan (*ripping*) dan tanpa penggaruan pada tanah, dan (3) melakukan evaluasi kondisi ekologi pada kawasa bekas tambang. Hasil yang diperoleh menunjukkan perlakuan penanaman dengan cara *ripping* dan pemberian kompos serta bakteri memberikan hasil yang lebih tinggi daripada kontrol tanpa *ripping* untuk tanaman yang sengaja ditanam (*assisted*). Perlakuan dengan *ripping* disertai pemberian kompos, dan bakteri menunjukkan tanaman tumbuh lebih tinggi daripada perlakuan hanya dengan *ripping* dan tanpa *ripping* pada jenis tanaman lamtoro dan angšana.

Kata Kunci: kompos, legum, revegetasi, quarry

PENDAHULUAN

Top soil atau atau humus menyediakan unsur makro dan mikro yang esensial bagi tanaman. Keberadaan mikroba pada lapisan tanah berperan dalam memfasilitasi penyediaan nutrisi, dekomposisi serasah, dan meningkatkan kualitas struktur tanah. Pembukaan lahan serta penggunaan pupuk kimia sintetik yang berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah serta menyebabkan polusi lingkungan, Penelitian sebelum ini yang dilakukan di quarry tambang batuan kapur di Cirebon telah menghasilkan 55 isolat bakteri pelarut fosfat dan 12 isolat bakteri pelarut K (Mubarik *et al.* 2014). Salah satu bakteri pelarut K yang potensial yaitu *Burkholderia cepacia* KQC.5C.5 dapat melarutkan yang terikat pada tanah setelah 10 hari inkubasi (Anggraeni *et al.* 2016). Galur yang lain *Burkholderia* sp. QC3.a.1 merupakan pelarut P tertinggi pada media Pikovskaya (Mursyida *et al.* 2015). Dwiana (2015) melaporkan bahwa *Bacillus megaterium* QC 7B41 dan QC 5C32 yang diisolasi dari quarry Cirebon dapat menghasilkan *indole-3-acetic acid* (IAA atau auksin) serta merupakan bakteri penambat N. Aplikasi *B. megaterium* menunjukkan pengaruh yang baik dan memperbanyak perakaran lateral dari tanaman semai lamtoro pada percobaan di rumah kaca (Yandra 2015). *Serratia marcescens* QC5C32 memiliki potensi sebagai pelarut P, penghasil *indole-3-acetic acid* (IAA), dan dapat menambat N₂ dari udara. Penggunaan *S. marcescens* sebagai biofertilizer pada tanaman semai lamtoro memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik dan dapat meningkatkan bobot kering akar.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) memanfaatkan formulasi yang mengandung bakteri pelarut P dan K, bakteri penambat N, penghasil IAA sebagai pupuk hayati pada tanaman yang ditanam di lahan bekas tambang di Hambalang, (2) melakukan revegetasi di area bekas tambang dengan menggunakan tanaman legum, seperti lamtoro (*Leucaena leucocephala*), ki hujan (*Albizia saman*), dan angšana (*Pterocarpus indicus*) yang diaplikasikan dengan menggunakan

dan kompos dan konsorsium bakteri dengan metode penggaruan (*ripping*) dan tanpa penggaruan pada tanah, dan (3) melakukan evaluasi kondisi ekologi pada kawasa bekas tambang. Konsorsium bakteri akan digunakan sebagai pupuk hayati pada penanaman tanaman semai di kawasan quarry. Dampak dari hasil penelitian ini yaitu dihasilkan teknologi baru untuk rehabilitasi kawasan bekas tambang dengan menggunakan kompos dan konsorsium bakteri serta menggunakan perlakuan ekologi seperti metode *ripping* pada tanah serta revegetasi.

METODE PENELITIAN

Sampling Tanah dari Quarry Hambalang dan Pengukuran Iklim Mikro

Sampel tanah dari kawasan quarry PT Indocement Hambalang Kabupaten Bogor diambil sebanyak 1 Kg tanah permukaan (0-10 cm) dari lokasi yang telah ditentukan kemudian dimasukkan ke dalam kantung plastik polietilen. Seluruh sampel tanah yang diambil untuk dianalisis melalui izin dari PT Indocement Tunggal Prakarsa untuk dianalisis di Institut Pertanian Bogor. Pengukuran iklim mikro (suhu dan kelembaban) menggunakan *sling psychrometer* dan intensitas cahaya diukur dengan lux meter.

Pengukuran Angka Lempeng Total Bakteri

Sebanyak 3.0 g sampel tanah dilarutkan di dalam 27 mL NaCl 0.85% dan diagitasi pada inkubator goyang dengan kecepatan 120 rpm pada suhu kamar (25 °C) selama 4 jam. Kemudian kultur diencerkan secara berseri dari 10^{-1} hingga 10^{-5} pada NaCl 0.85 %. Suspensi kemudian disebar pada media *Nutrent Agar* (NA), agar-agar Pikovskaya (Nautiyal 1999), dan pada medium Nitrogen free base medium (NFB) (Okon *et al.* 1977). Medium NFB untuk mendapatkan bakteri penambat N. Kultur diinkubasi pada suhu ruang selama 48-72 jam.

Formulasi Konsorsium Bakteri

Bahan pembawa formula bakteri yang digunakan berupa talek dengan komposisi 200 mL kultur bakteri terpilih (10^8 sel/mL), 100 g talek, 1 g *carboxy methyl cellulose* (CMC), and 1 g of CaCO_3 (Suryadi *et al.* 2013). Perlakuan kontrol tanpa suspensi bakteri. Viabilitas sel yang terdapat pada formulasi diukur setiap minggu.

Revegetasi Lahan Bekas Tambang

Sebelum revegetasi pada lahan bekas tambang, kondisi ekologi diamati dengan membentangkan transek garis mulai dari daerah yang lebih tinggi (0 m, zero spot) ke daerah yang lebih rendah (100 m) (Putra 2013). Area seluas \pm 2000 m² digali dengan menggunakan traktor dan dibagi menjadi 6 plot untuk setiap area dengan ukuran 6 m x 4 m per plot pada ketiga kawasan (atas, tengah, dan bawah). Perlakuan pada tanah dilakukan dengan cara: *ripping*, *ripping* dengan tanah yang diperkaya dengan kompos, kontrol dibuat tanpa perlakuan. Setiap plot *ripping* dibuat 7 garuan. Aplikasi dengan kompos dilakukan satu minggu sebelum penanaman tanaman pada plot *ripping* dan tanpa *ripping*.

Tanaman setinggi 30 - 50 cm terdiri atas angkana (*Pterocarpus indicus*), ki hujan (*Albizia saman*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*) masing-masing dua tanaman untuk setiap spesies ditanam secara acak pada plot *ripping* dan non-*ripping* dengan dan tanpa pemberian kompos. Konsorsium bakteri hanya diberikan pada plot yang mendapatkan perlakuan dengan kompos (Gambar 3). Data pertumbuhan tanaman yang sengaja ditanam (*assisted*) dan tidak ditanam dikumpulkan setiap dua minggu dari ketiga lokasi selama bulan Juni hingga Juli 2016.

Analisis Statistik

Data dianalisis dengan analisis varians menggunakan Microsoft Excell 2010 dan SAS 16.0.8 (*Statistical Analysis System*) dengan nilai $P < 0.05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Sampel Tanah

Sampel tanah dari kawasan quarry PT Indocement Hambalang Kabupaten Bogor diperoleh dari tiga area dengan iklim mikro sesuai lokasi pengambilan sampel (Tabel 1). Berdasarkan kriteria komposisi tanah dari lokasi pengambilan sampel tanah (Tabel 2), tanah bersifat agak basa dengan katagori rendah untuk: N total, rasio C-N, dan kapasitas tukar kation (Hardjowigeno 1995). Data menunjukkan jenis tanah *sandy clay* dan termasuk tanah yang tidak subur. Data lingkungan dari kawasan bekas tambang Hambalang menunjukkan suhu ambien yang tinggi. Hal ini dapat diakibatkan rendahnya tutupan oleh vegetasi sehingga penghalangan cahaya menjadi rendah (Putra 2013).

Tabel 1. Data lingkungan dari kawasan reklamasi Hambalang

No	Area	Penentuan lokasi*	Intensitas cahaya (lux)	Kelembaban (%)	Suhu ambien (°C)	Kecepatan angin (Km/h)
1	Area yang lebih tinggi (0 m)	S 06°31.737' E 106°54.750'	1964	39	42.5	9.3
2	Area tengah	S 06°31.737' E 106°54.720'	1965	46.5	37.3	8.8
3	Daerah lebih rendah (100 m dari 0 m)	S 06°31.737' E 106°54.696'	1825	46	36.7	7.7

* menggunakan *Global Positioning System (GPS)*, Mei 2016

Tabel 2. Komposisi kimia sampel tanah dari area bekas tambang

Lokasi	pH 1:5 H ₂ O	C Org (%)	N Total (%)	P (ppm)	K (cmol /Kg)	KTK* (cmol/Kg)	Tekstur (%)		
							Pasir	Debu	Liat
Area Lebih tinggi	7.99	0.46	0.09	10.5	0/19	7.92	34.16	52.13	13.71
Area tengah	8.01	0.69	0.12	12.4	0.24	9.51	30.99	54.48	14.53
Area lebih rendah	8.13	0.69	0.12	9.8	0.22	12.28	36.42	45.78	17.80

*KTK: Kapasitas Tukar Kation

2. Kelimpahan Bakteri Tanah

Kelimpahan bakteri tanah diukur sebelum dan setelah perlakuan pengolahan tanah. Peningkatan jumlah bakteri terukur setelah sebulan revegetasi (Tabel 3). Peningkatan jumlah bakteri ini akibat tanaman menghasilkan eksudat atau metabolit yang dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi bakteri tanah dan mikroba tanah lainnya. Rhizobakteria yang terdapat di sekitar perakaran tanaman menghasilkan semacam signal yang menyebabkan bakteri dari spesies yang sama berkumpul membentuk konsorsium dekat dengan perakaran tanaman (Madigan *et al.* 2008). Bakteri ini dapat berupa pengurai P, penambat N, dan penghasil zat pemacu pertumbuhan (Tabel 4). Pemberian pupuk hayati pada tanaman semai juga dapat meningkatkan populasi bakteri tanah. Kompos juga dapat mengandung bakteri yang pada percobaan ini terukur sebanyak log 7.80.

Konsorsium bakteri yang digunakan pada penelitian, yaitu *Bacillus* sp. QC7B41 dan *Bacillus* QC5C32. Keduanya merupakan bakteri pelarut P, penambat N, dan penghasil zat pemacu pertumbuhan tanaman, IAA. Konsorsium bakteri ini stabil pada bahan pembawa telek yang diukur setelah 6 minggu inkubasi dengan log jumlah bakteri 6.94 (Mulyani 2016).

Tabel 3 Kelmpahan jumlah bakteri sebelum pengolahan tanah dan setelah revegetasi

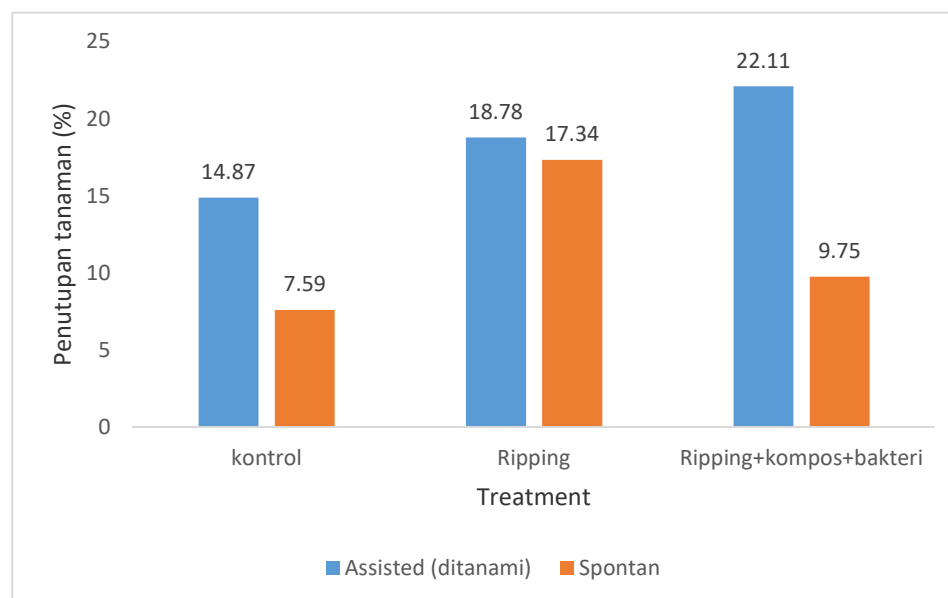
No	Area	Jumlah sel bakteri (log)		Peningkatan jumlah sel bakteri
		Sebelum pengolahan tanah	Setelah revegetasi	
1	Area atas	3.94	6.70	2.76
2	Area tengah	4.85	7.11	2.26
3	Area bawah	5.43	6.6	1.17

Tabel 4 Angka lempeng total bakteri pelarut P dan penambat N setelah revegetasi

No	Area	Jumlah sel bakteri (log)	
		Pelarut P	Penambat N
1	Area atas	5.77	6.47
2	Area tengah	5.30	6.27
3	Area bawah	4.77	5.53

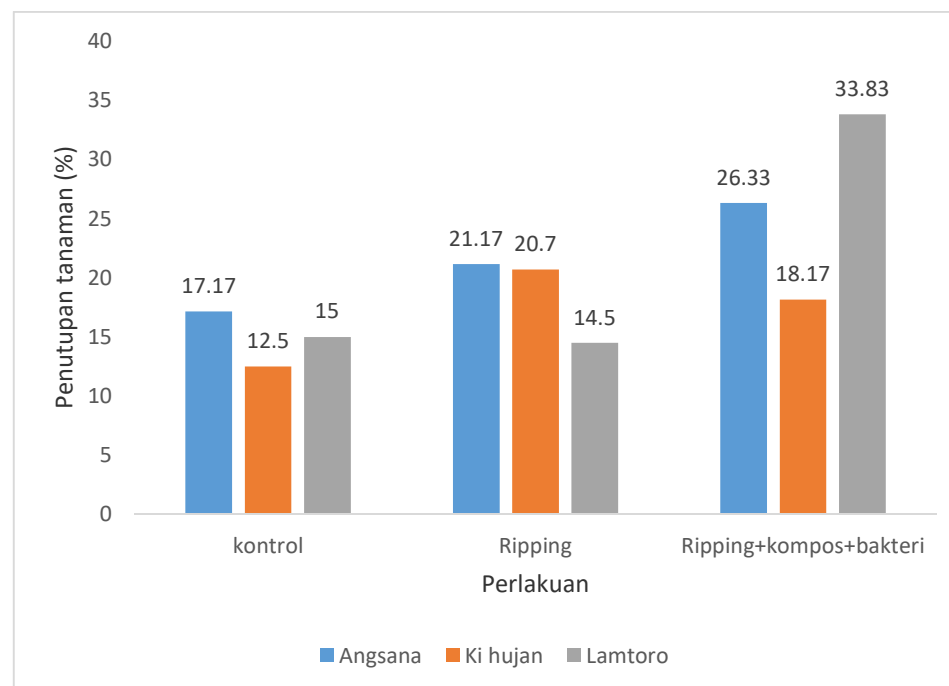
3. Evaluasi Kondisi Ekologi pada Kawasan Bekas Tambang

Kecenderungan bahwa perlakuan *ripping* dan pemberian kompos serta bakteri memberikan hasil yang lebih tinggi daripada kontrol tanpa *ripping* untuk tanaman yang sengaja ditanam (Gambar 3). Penggunaan bakteri dan kompos pada perlakuan *ripping* tidak berpengaruh pada tanaman yang tumbuh spontan di daerah bekas tambang di Hambalang.



Gambar 3 Perbandingan produktivitas tanaman antar vegetasi pada berbagai kondisi tanah

Perbandingan produktivitas tanaman antar spesies menunjukkan kecenderungan bahwa perlakuan dengan *ripping* dan diberikan perlakuan menunjukkan tanaman tumbuh lebih tinggi daripada perlakuan hanya dengan *ripping* dan tanpa *ripping* pada jenis tanaman lamtoro dan angšana (Gambar 4). Peningkatan tutupan tanaman pada lamtoro tampak lebih tinggi daripada tanaman lainnya. Data pertambahan tinggi tanaman dan pertambahan diameter batang menunjukkan kecenderungan yang sama bahwa lamtoro cenderung tumbuh lebih tinggi daripada kedua jenis tanaman lainnya.



Gambar 4. Perbandingan produktivitas antar spesies tanaman pada berbagai kondisi tanah

KESIMPULAN

Konsorsium bakteri yang berasal dari kawasan quarry digunakan sebagai pupuk hayati untuk penanaman tanaman legum (angsana, ki hujan, dan lamtoro) untuk revegetasi tanah bekas tambang *sandy clay* di area PT Indocement Hambalang. Perlakuan penanaman dengan cara *ripping* (penggaruan) dan pemberian kompos serta bakteri memberikan hasil yang lebih tinggi daripada kontrol tanpa *ripping* untuk tanaman yang sengaja ditanam (*assisted*). Perlakuan dengan *ripping* disertai pemberian kompos, dan bakteri menunjukkan tanaman tumbuh lebih tinggi daripada perlakuan hanya dengan *ripping* dan tanpa *ripping* pada jenis tanaman lamtoro dan angsana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Quarry Life Award Indonesia, PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. yang telah memberikan dana awal untuk penelitian ini, Terima kasih secara khusus kepada para mahasiswa Kamila, Rina, Aris, Abid, dan Dijah yang menjadi asisten peneliti di lapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiana A. 2015. Isolation and characterization of Indole-3 acetic acid producing bacteria from limestone quarry [skripsi] Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Angraini E. 2015. The study of potassium solubilizing bacteria from limestone mining area Palimanan, Cirebon quarry [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Hardjowigeno S. 1995. *Ilmu Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: Akademika Presindo.
- Madigan MT, Martinko JM, Bender KS, Buckley DH, Stahl DH. 2015. *Brock Biology of Microorganism*. Edisi ke-14. Upper Saddle River (US): Pearson Education.
- Mubarik NR, Wibowo RH, Angraini E, Mursyida E, Wahdi E. 2014. Exploration of bacterial diversity at Cirebon quarry [final report]. Bogor: www.quarrylifeaward.ae/system/files/winners.
- Mulyani. 2016 Cells viability and identification of bacteria that isolated from post-mining limestone at Cirebon [skripsi] Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Mursyida E, Mubarik NR, Tjahjoleksono A. 2015. Selection and identification of phosphate-potassium solubilizing bacteria from the area around the limestone mining in Cirebon quarry. *Research Journal of Microbiology* 10 (6): 270-279. DOI: 10.3923/jm.2015.270.279.
- Nautiyal CS. 1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiology Letter* 170:265-270.
- Okon Y, Albrecht SL, Burris RH. 1977. Methods for growing *Spirillum lipoferum* and for counting it in pure culture and in association with plants. *Applied of Environmental of Microbiology* 33:85-88.

- Putra HF. 2013. Evaluation of ecological function and revegetation level of ex-mining of Lead at Air Mungkul, Kabupaten Belitung [thesis]. In Bahasa Indonesia. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung
- Suryadi D, Susilowati DN, Riana E, Mubarik NR. 2013. Management of rice blast disease (*Pyricularia oryzae*) using formulated bacterial consortium. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 25: 349-357.
- Yandra RF. 2015. The examination of potential bacteria that producing Indole-3-acetic acid (IAA) from limestone land at planting leucaena (*Leucaena leucocephala*).. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.