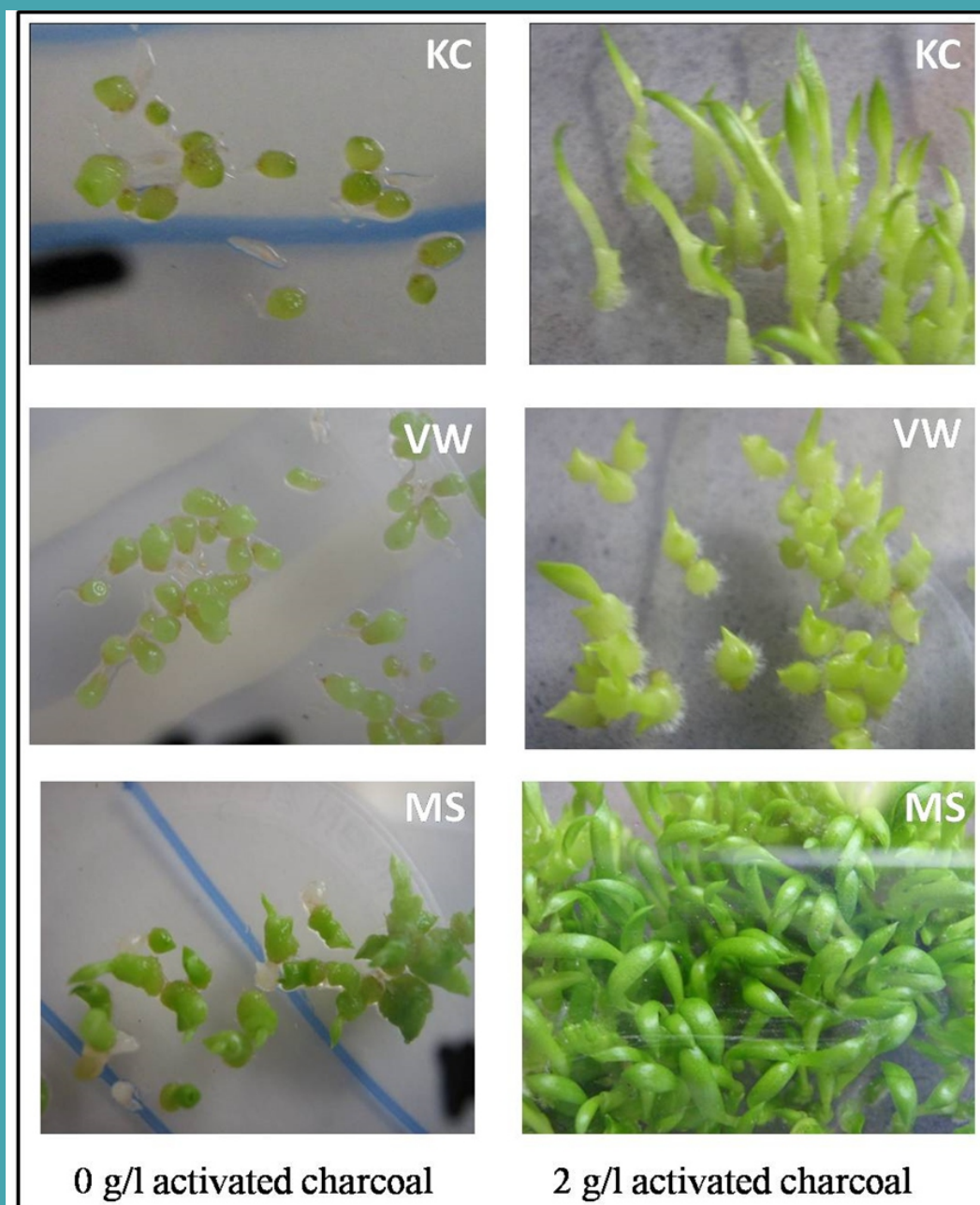


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 1 April 2016

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
No. 636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
Gono Semiadi
Atit Kanti
Ary P. Keim
Siti Sundari
Evi Triana
Kartika Dewi

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com



ISSN 0126-1754

636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Volume 15 Nomor 1, April 2016

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol.15	No. 1	Hlm. 1-106	Bogor, April 2016	ISSN 0126-1754
----------------	--------	-------	------------	-------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
15(1) – April 2016

Dr. Siti Sundari
Dr. Dono Wahyuno
Dr. Ary Keim Prihardyanto
Dr. Ir. Fauzan Ali M. Sc.
Dr. Edi Mirmanto
Dr. Heddy Julistiono
Prof. Dr. I Made Suidiana, M.Sc.
Prof. Dr. Lazarus Agus Sukanto
Dr. Nurainas
Dr. Rudhy Gustiano
Ir. Titi Juhaeti, M.Sc.

KARAKTER RESPIRASI DAN MINERALISASI KARBON ORGANIK PADA SAMPEL TANAH DIKOLEKSI DARI PULAU BANGKA [Respiration and Organic Carbon Mineralization Character in Soil Samples Collected from Bangka Island]

Maman Rahmansyah✉ dan Suliasih

Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong Science Center,
Jl. Raya Jakarta-Bogor km 46, Cibinong 16911, Jawa Barat.
email: manrakam@yahoo.co.id

ABSTRACT

The study was designed to explore soil biomass content and soil enzymatic activities that involved in carbon organic soil mineralization. Samples of soil were collected from two locations in Bangka Island. Bulk samples of top soil (TP) and excavated (TG) were collected from garden soil in Pangkalpinang. Other soils were gathered from forest floor (TU), beneath *pelawan* (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) trees which is endemic plant to North Bangka forest. Soil biological character was evaluated by measuring soil microbial population, respiration rate, and cellulase and amylase activities. Experiments were carried out in Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences, on dried soil treatment (Control), soil moistened with 5 mL H₂O in 100g soil (Gluc.0), and soil moistened with 5 mL 1% glucose solution (Gluc.1). Bacterial population obtained was higher than fungal population in all soil samples. Soil respiration activity in TU after treatment was 4.51±0.49; 5.26±0.79; and 8.28±1.41 ppm CO₂/100g-soil/5-minutes, respectively. Meanwhile, respiration in TP were 3.65 ± 2.12; 3.57 ± 1.18; and 7.94 ± 1.05 ppm CO₂/100g-soil/5-minutes; and in the TG are 2.61 ± 0.70; 3.34 ± 0.94; and 5.46 ± 2.30 ppm CO₂/100g-soil/5-minutes. Cellulase activity of all samples were not significantly different. Forest soil cellulase activity was significantly different compared to garden soil. Glucose induction was positively increased amylase activity compared to cellulase. Soil enzyme, soil respiration activities and microbial population of forest soil could be used as a reference to recover degraded land in Bangka Island.

Key words: Bangka Island, soil microbial population, respiration, cellulase, amylase.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan biomasa tanah dan aktivitas enzim yang terlibat pada proses mineralisasi senyawa organik tanah. Sampel tanah dikoleksi secara komposit dari dua tempat berbeda di pulau Bangka. Tanah dikoleksi dari tanah permukaan (TP) dan tanah galian (TG), diambil dari kebun yang berlokasi di Pangkalpinang. Sampel yang lain dikoleksi dari lantai hutan (TU), di bawah tegakan pohon pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) selaku tumbuhan endemik hutan dari daerah Jebus, Bangka Utara. Kajian terhadap aktivitas biologi tanah dilakukan melalui pengukuran total populasi mikroba, aktivitas respirasi, serta aktivitas enzim selulase dan amilase. Pengamatan dilakukan di Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, terhadap kelompok sampel tanah kering (Kontrol), dilembabkan dengan 5 mL H₂O per 100g tanah (Gluc.0), dan dilembabkan dengan 5 mL satu persen larutan glukosa (Gluc.1). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa populasi bakteri didapatkan lebih besar dibanding fungi pada seluruh sampel. Aktivitas respirasi TU masing-masing 4,51±0,49 (Kontrol); 5,26±0,79 (Gluc.0); dan 8,28±1,41 (Gluc.1) ppm CO₂/100g-tanah/5-menit. Demikian pula pada aktivitas respirasi TP masing-masing 3,65 ±2,12; 3,57±1,18; dan 7,94±1,05 ppm CO₂/100g-tanah/5-menit; dan TG adalah masing-masing 2,61±0,70; 3,34±0,94; dan 5,46±2,30 ppm CO₂/100g-tanah/5-menit. Aktivitas selulase pada setiap jenis tanah karena perlakuan tidak berbeda nyata. Aktivitas selulase tanah hutan berbeda nyata dari aktivitas pada tanah kebun. Induksi glukosa berpengaruh positif terhadap aktivitas amilase pada setiap jenis sampel tanah, dibandingkan dengan aktivitas selulase. Kondisi biologi tanah hutan yang meliputi populasi mikroba, respirasi dan aktivitas enzim tanah dapat menjadi referensi dalam aksi pemulihan lahan kritis di pulau Bangka.

Kata kunci: Pulau Bangka, populasi mikroba tanah, respirasi, selulase, amilase.

PENDAHULUAN

Pulau Bangka merupakan salah satu pusat kegiatan tambang timah di Indonesia. Hasil tambang memberi kontribusi nyata kepada pembangunan negara. Kekayaan cadangan timah Indonesia menurut Badan Survey Geologi Amerika Serikat memprediksikan antara 800.000 sampai 900.000 ton yang akan bertahan hingga tahun 2017 – 2019 (Nuh, 2010). Pada sisi lain, eksploitasi tambang timah telah mengakibatkan kerusakan lingkungan sekitar 23% dari seluruh wilayah Bangka yang luasnya 11.693 km². Upaya pemanfaatan lahan bekas tambang telah dilakukan Pemerintah. Pada hamparan yang relatif

datar telah dijajagi menjadi lahan budidaya padi sawah (Subardja *et al.*, 2011), dan pemanfaatan lainnya adalah diupayakan untuk penanaman lada sebagai komoditas pertanian primadona Bangka (Anonim, 2011). Reklamasi bekas tambang dengan revegetasi dapat dilakukan pada lahan berlereng, sebagai upaya untuk mengembalikan fungsi ekologisnya (*restoration ecology*).

Dalam upaya revegetasi suatu lingkungan, diperlukan data karakter tanah maupun kondisi vegetasinya. Penurunan vegetasi pada suatu kawasan akan berpengaruh terhadap kondisi hidrologi dan menghambat kehidupan mikroba tanah (Marshall,

2000). Proses pemulihan lahan, baik secara alami atau pun secara buatan melalui upaya reklamasi memerlukan tanah yang memiliki prasyarat “kondisi biologi minimum” untuk menunjang kehidupannya, dimana peran mikroba tanah menjadi salah satu komponen penunjangnya (Walker dan del Moral, 2003). Material selulosa adalah bahan organik yang banyak tersedia di tanah yang berfungsi menunjang kebutuhan biologi tanah (Bot dan Benitas, 2005). Dalam penyuburan lahan diperlukan proses mineralisasi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, aktivitas mikroba fungsional yang mendukung proses mineralisasi menjadi informasi penting dalam upaya reklamasi lahan (Hayat *et al.*, 2010).

Indikator aktivitas mikroba tanah dicirikan dengan terjadinya peningkatan respirasi. Respirasi cukup intensif dilakukan oleh mikroba simbiosis yang hidup di wilayah perakaran (Kelting *et al.* 1998). Pada proses mineralisasi sumber karbon berupa polisakarida akan melibatkan enzim selulase dan amilase yang disekresikan oleh mikroba. Melalui proses mineralisasi, selulosa dan amilum terurai menjadi senyawa karbon sederhana yang menjadi sumber nutrisi bagi mikroba maupun tumbuhan (Calvaruso *et al.*, 2006; Wenzel, 2009). Sehubungan dengan proses mineralisasi karbon di dalam bentuk aktivitas biologi tanah maka studi dasar pada sampel tanah asal pulau Bangka dilakukan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui aktivitas enzim tanah terutama yang terkait dengan biodegradasi senyawa karbon di dalam tanah. Data kondisi kimia dan biologi tanah ini dapat menjadi sumber acuan dalam upaya reklamasi melalui revegetasi tumbuhan, khususnya dalam pemanfaatan potensi sumberdaya mikroba tanah sebagai katalisator dalam proses penyuburan tanah.

BAHAN DAN CARA KERJA

Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah dikumpulkan secara komposit pada tiga lokasi pengambilan. Tanah kebun diambil pada bagian permukaan (TP) sampai kedalaman 20 cm, dan tanah galian (TG) pada kedalaman 200 cm hasil penggalian. Lokasi pengambilan di luar kota Pangkalpinang, terletak pada satu hamparan lahan datar. Tanah hutan (TU) dikoleksi selaku

pembanding, diperoleh dari hutan lindung di bawah tegakan pohon pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) sebagai tumbuhan endemik pulau Bangka. Kawasan hutan berlokasi di wilayah Jebus, Kabupaten Bangka Utara. Seluruh sampel dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI di Cibinong untuk dilakukan analisa. Pada penanganan awal, setiap sampel tanah dikeringanginkan dan dilewatkan melalui saringan 0,2 mm. Sebelum dilakukan analisa, seluruh sampel tanah disimpan pada kamar berpendingin suhu 18⁰C.

Analisa tanah

Analisa dilakukan terhadap kondisi fisik dan kimia tanah (Tabel 1). Hasilnya menjadi acuan dalam mengukur aktivitas biologi yang meliputi penentuan populasi total mikroba, respirasi tanah, serta aktivitas enzim selulase dan amilase. Sebelum melakukan pengukuran aktivitas biologi, setiap sampel tanah (TU, TP dan TG) dibagi menjadi 3 kelompok. Tanah hutan (TU) untuk kelompok pertama adalah tanah yang dikeringanginkan sebagai kelompok kontrol tanah kering (TU.Kontrol); kelompok kedua adalah tanah kering dilembabkan dengan 5 mL H₂O untuk 100g tanah (TU.Gluc.0); dan kelompok ketiga adalah tanah kering dilembabkan dengan 5 mL larutan glukosa satu persen (TU.Gluc.1). Perlakuan diberikan secara sama terhadap TP dan TG sehingga diperoleh: kelompok tanah (TP.Kontrol), (TP.Gluc.0) dan (TP.Gluc.1) serta kelompok tanah (TG.Kontrol), (TG.Gluc.0) dan (TG.Gluc.1). Seluruh sampel diinkubasi selama 24 jam, kemudian dilakukan pengamatan terhadap populasi mikroba tanah, respirasi, serta aktivitas enzim selulase dan amilase. Untuk analisis maka pada seluruh variabel dilakukan uji-t (Parker, 1979).

Populasi mikroba

Penghitungan total populasi mikroba menggunakan teknik seri pengenceran yang dihitung melalui pembentukan koloni (*colony forming unit/CFU*). Penumbuhan koloni bakteri dilakukan menurut Vincent (1982) pada media *nutrient agar* (NA) dengan komposisi: 5g *peptone*, 3g *beef extract*, 20g *agar* di dalam 1 L *aquadest*. Kultur koloni fungi mengacu kepada Tournas *et al.* (2001) menggunakan media *potato dextrose agar* (PDA) dengan

Tabel 1. Karakter fisik dan kimia tanah (*Physical and chemical characters of soil*)

	Tanah Hutan/ <i>forest soil</i> (TU)	Tanah kebun per- mukaan/ <i>top of garden</i> <i>soil</i> (TP)	Tanah kebun galian/ <i>excavated garden soil</i> (TG)
Fisik (<i>Physic</i>)			
Tekstur/ <i>texture</i> (%):			
Pasir – debu – liat (<i>sand-silt-loam</i>)	37,4 ; 44,5 ; 18,2	46,9 ; 25,2 ; 27,8	74,0 ; 13,4 ; 12,6
KTK/CEC (cmol(+)/kg)	24,16	10,10	5,47
2. Kimia (<i>chemical</i>)			
a. pH			
	5,56	3,51	3,40
b. Unsur makro (<i>macro elements</i>)			
Karbon organik (%) (<i>organic carbon</i>)			
	5,56	3,51	3,40
N-total (%)			
	0,25	0,17	0,06
P ₂ O ₅ tersedia tersedia (<i>available phosphate</i>) (ppm)			
	10,96	4,93	2,88
c. Unsur mikro (<i>micro elements</i>)			
Ca – Mg – K			
	0,5 ; 0,3 ; 0,12 ;	0,5 ; 0,3 ; 0,1 ;	0,3 ; 0,2 ; 0,03 ;
– Na (cmol(+)/kg)			
	0,24	0,18	0,2
Fe (%)			
	0,24	0,45	0,01
Cu – Mn – Zn (ppm)			
	18,3 ; 20,2 ; 8,8	16,7 ; 7,67 ; 12,7	13,8 ; 1,97 ; 4,33

Komposisi: 400g *potato extract*, 20g *dextrose*, 20g *agar* di dalam 1 L *aquadest*. Setiap perlakuan menggunakan empat ulangan.

Aktivitas respirasi

Pengukuran respirasi dilakukan terhadap 100 g tanah. Sampel tanah yang mendapat perlakuan dilembabkan dengan aquades (Gluc.0) dan larutan glukosa (Gluc.1), masing-masing diinkubasi selama 24 jam sebelum dilakukan pengamatan. Untuk pembandingan digunakan tanah kering (kontrol). Data yang ditera meliputi ppm CO₂, suhu (°C), dan kelembaban (% humidity/RH) lingkungannya (Gambar 1). Data diukur dengan interval 5 menit selama 30 menit, sebanyak enam kali pengukuran yang dilakukan secara menerus untuk setiap sampel dengan perlakuannya masing-masing.

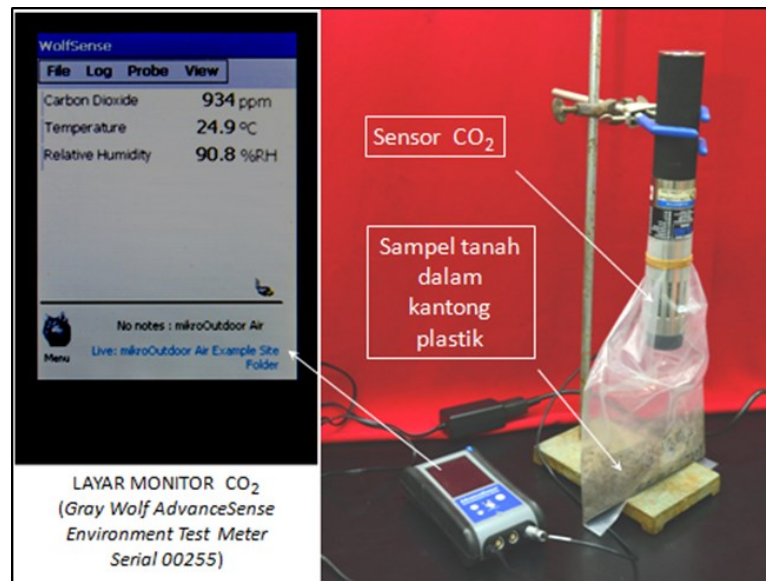
Ekstraksi enzim

Aktivitas enzim tanah diukur dengan mengukur aktivitas ekstrak enzim kasar. Sebanyak 10 g tanah ditambah 20 mL larutan penyangga sitrat

(4,2 g asam sitrat dalam 200 mL akuades, ditambah 8,82 g trisodium sitrat dihidrat; pH 4,48). Tanah diinkubasi selama 120 menit di atas *shaker* (80 rpm). Setelah itu, sampel tanah disentrifugasi 9000 rpm pada suhu 4°C selama 15 menit. Supernatan dipisah dari endapan dan disimpan sebagai ekstrak enzim (Bahan-1).

a. Aktivitas selulase

Untuk mengukur aktivitas enzim selulase maka Bahan-1 diinduksi dengan CMC 1% (1g CMC dalam 100 mL buffer asetat: 54,43 g CH₃COONa; 12,0 mL CH₃COOH; 1988 mL H₂O). Masukkan 2 mL Bahan-1 ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 1 mL CMC, selanjutnya diinkubasi satu jam di dalam *shaker-waterbath* 50°C pada 80 rpm. Setelah inkubasi, ditambahkan 3 mL larutan DNS (0,75 g DNS, 1,40 g NaOH, dan 100 mL H₂O); kemudian ditangas dalam air panas (90°C) selama 10 menit, setelah itu didinginkan pada air mengalir. Setelah dingin, ke dalam tabung ditambahkan 1 mL larutan garam Rochelle 4%. Selanjutnya, gula reduksi hasil aktivitas selulase diukur dengan



Gambar 1. Alat ukur respirasi tanah (*Soil respiration instrument*) (Photo: Supriatna)

spektrofotometer (540 nm). Sebelum diukur, larutan diencerkan sepuluh kali dengan aquades. Penghitungan aktivitas enzim selulase (Unit/mL) dihitung mengacu kepada persamaan garis linier hasil pengukuran larutan gula standar.

b. Aktivitas amilase

Untuk mengukur aktivitas enzim amilase maka Bahan-1 diinduksi larutan amilum 5%. Untuk mengukur aktivitas amilase maka 1 mL Bahan-1 ditambah 3 mL larutan penyangga asetat, 1 mL larutan amilum, selanjutnya diinkubasi 20 menit dalam *shaker-waterbath* 30°C pada 80 rpm. Setelah inkubasi, ke dalam tabung ditambahkan 3 mL larutan DNS; kemudian ditangas dalam air panas (90°C) selama 10 menit, setelah itu didinginkan pada air mengalir. Setelah dingin, tambahkan 1 mL larutan garam Rochelle. Selanjutnya, gula pereduksi diukur dengan spektrofotometer (540 nm). Sebelum diukur, larutan diencerkan sepuluh kali dengan aquades.

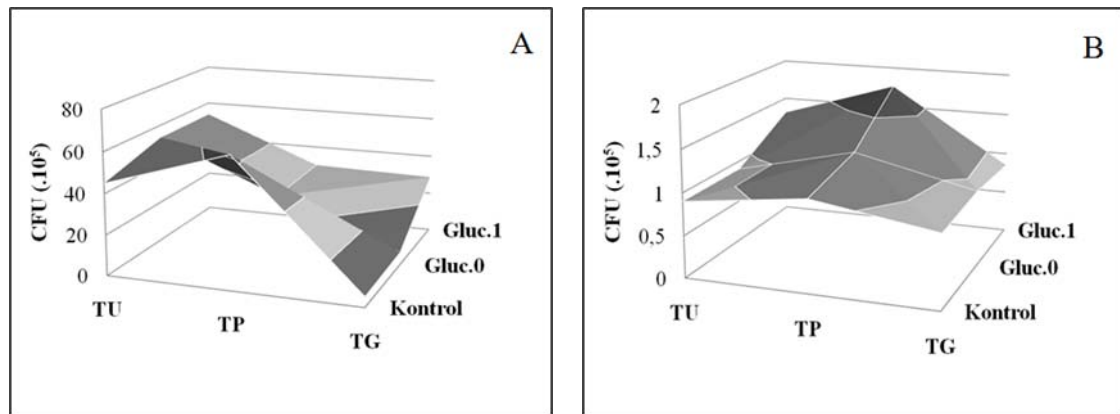
HASIL

Populasi mikroba seluruh sampel tanah cukup beragam. Pengaruh induksi terhadap masing-masing sampel tanah menghasilkan pola populasi mikroba seperti pada Gambar 2. Populasi bakteri (Gambar 2A) lebih besar dari populasi fungi (Gambar 2B).

Populasi bakteri dalam pembentukan koloni jauh lebih tanggap tumbuh dibanding fungi. Populasi bakteri pada sampel tanah galian (TG) sangat responsif terhadap induksi glukosa.

Kenaikan kelembaban pada sampel tanah menyebabkan aktivitas respirasi meningkat. Rangsangan lebih kuat lagi ketika tanah diinduksi dengan larutan glukosa. Sampel tanah asal hutan (TU) menghasilkan respirasi lebih tinggi dari sampel yang diambil dari tanah kebun TP dan TG (Tabel 2). Pada tanah kebun sendiri, aktivitas respirasi tanah asal permukaan (TP) lebih tinggi dari sampel tanah galian (TG).

Pada beberapa tanah di lokasi bekas galian tambang timah masih terkandung nutrisi. Temuan di lapangan melihat tumbuhnya beberapa vegetasi pioner karena tanah dapat mempertahankan kelembaban (Gambar 3). Tumbuhan pionir tersebut dapat mempercepat asupan bahan organik karbon ke tanah melalui peluruhan daun. Tumbuhan yang muncul secara alami pada tanah bekas galian di lingkungan dekat hutan terhambat karena letaknya pada topografi berlereng, sedangkan pada tanah bukaan yang relatif datar menyebabkan kemunculan vegetasi lebih cepat. Penghambatan yang terjadi lebih dikarenakan oleh faktor kandungan air tanah. Wilayah lereng dengan permukaan tanah yang terbuka (Gambar 3A)



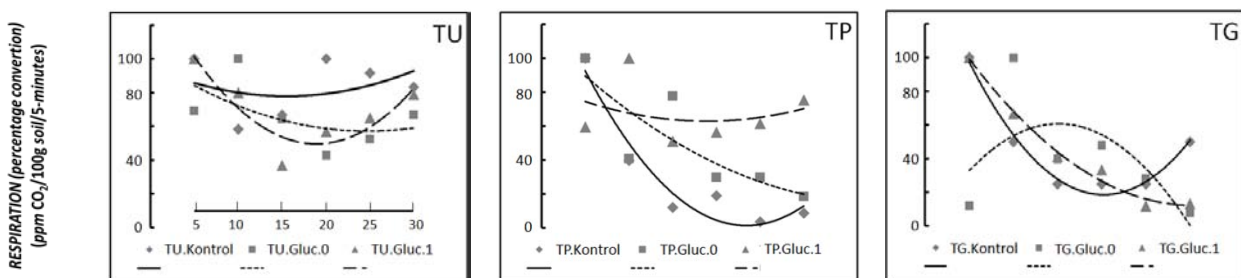
Gambar 2. Pola populasi mikroba pada tanah hutan (TU) dan tanah kebun (TP & TG) karena pengaruh air (Gluc.0) dan induksi glukosa (Gluc.1) terhadap sampel kering (Kontrol). Populasi bakteri (A) didapatkan lebih tinggi dari fungi (B) (*Pattern of soil microbial population in forest (TU) and garden soil (TP & TG) induced by water moistening (Gluc.0) and glucose solution (Gluc.1) in dry soil (Control). Bacterial (A) Population of bacteria (A) was higher than fungi (B).*

Tabel 2. Status respirasi mikroba tanah ($t_{0,05}$) (*Condition of soil microbial respiration*)

Sampel tanah dan perlakuannya (<i>soil sample and its treatment</i>)	Respirasi (<i>respiration</i>) (ppm CO ₂ /100g tanah/5-menit) (ppm CO ₂ /100g soil/5-minutes)						Rerata (<i>average</i>)
	1	2	3	4	5	6	
1. Tanah hutan (<i>Forest soil</i>)(TU)							
Tanah kering (<i>Dry soil</i>) (TU.Kontrol/ <i>control</i>)	4,95	3,81	4,06	4,95	4,74	4,53	4,51 ± 0,49
Dilembabkan (<i>Moistened with 5 mL H₂O</i>) (TU.Gluc.0)	5,43	6,52	5,24	4,30	4,74	5,34	5,26 ± 0,79
Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (<i>Moistened with glucose</i>) (TU.Gluc.1)	10,02	8,97	6,12	7,58	8,09	8,91	8,28 ± 1,41
2. Tanah kebun bagian permukaan (<i>Top soil garden</i>)(TP) (kedalaman (<i>depth</i>) < 20 cm)							
Tanah kering (<i>Dry soil</i>) (TP.Kontrol/ <i>control</i>)	7,65	3,39	2,74	3,39	2,35	2,35	3,65 ± 2,12
Dilembabkan (<i>Moistened with 5 mL H₂O</i>) (TP.Gluc.0)	5,24	3,39	4,64	2,91	2,91	2,35	3,57 ± 1,18
Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (<i>Moistened with glucose</i>) (TP.Gluc.1)	7,52	9,72	6,96	7,31	7,65	8,45	7,94 ± 1,05
3. Tanah kebun galian (<i>Excavated garden soil</i>) (kedalaman (<i>depth</i>) > 200 cm)							
Tanah kering (<i>Dry soil</i>) (TG.Kontrol/ <i>control</i>)	1,87	2,35	3,67	2,91	2,83	2,00	2,61 ± 0,70
Dilembabkan (<i>Moistened with 5 mL H₂O</i>) (TG.Gluc.0)	2,74	5,05	3,24	3,53	2,74	2,74	3,34 ± 0,94
Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (<i>Moistened with glucose</i>) (TG.Gluc.1)	8,69	7,10	5,61	5,05	3,08	3,24	5,46 ± 2,30



Gambar 3. Vegetasi pionir tumbuh di lahan bekas kegiatan tambang timah umur dua tahun (A) di wilayah hutan perbukitan maupun pada tanah kebun bukaan baru (B) di lahan datar. Tumbuhan pionir didominasi oleh *Acasia mangium* (C) dan *Melastoma* sp. (D.) [Pioneer vegetation grow in two years former tin mining (A) in hilly forest land and as well as in new open area (B) in flatland site. Pioneer plants was dominated by *Acasia mangium* (C) and *Melastoma* (sp.)(D)]



Gambar 4. Orientasi garis polinomial data respirasi pada TU, TP, dan TG merespon perlakuan (Orientation of polynomial line on respiration data of TU, TP, and TG response to treatment)

lebih sedikit dapat menahan air dibanding pada lahan daerah datar sekalipun kandungan pasir pada tanah tersebut cukup tinggi (Gambar 3B). Fenomena itu merupakan proses menuju kesetimbangan ekologis secara alami.

Hasil pengamatan analisis di laboratorium memperlihatkan bahwa induksi karena peningkatan kandungan air dan glukosa menunjukkan adanya kesamaan pada seluruh sampel. Kelenturan pola responsif biologi sampel tanah ditunjukkan melalui proses respirasi yang diamati (Gambar 4 dan Tabel 3). Pola respirasi masih terlihat pada sampel tanah

galian (TG), sekalipun memiliki aktivitas biologi paling rendah, namun masih punya peluang untuk dapat dipulihkan. Data populasi total fungi dan bakteri pada sampel tanah beserta kondisi aktivitas enzim dapat lebih melengkapi gambaran karakter sampel tanah yang diamati. Peningkatan populasi bakteri pada TG yang diinduksi glukosa sejalan dengan kenaikan pola respirasinya.

Aktivitas amilase didapatkan lebih tinggi dari aktivitas selulase pada seluruh perlakuan yang diberikan, kecuali pada tanah hutan yang diberi larutan glukosa (TU.Glc.1). Selulase tanah hutan (TU)

Tabel 3. Asumsi terhadap nilai korelasi respirasi dan populasi mikroba tanah (*Assumptions of correlation on respiration rate and soil microbial population*)

Sampel tanah dan perlakuan-nya (soil sample and its treatment)	Nilai korelasi (r)* pada garis polinomial (Y) (Correlation value (r) on polinomial line (Y))	Populasi total fungi (F) & bakteri (B) (\dagger CFU.10 ⁵) (Total population of fungi (F) & bacteria (B))	Asumsi (Assumptions)
1. Tanah hutan (Forest soil) (TU)			
Tanah kering (Dry soil) (TU.Kontrol/control)	0,316 (ns**) (Y=1,78X ² -11,05X+94,9)	$\dagger\dagger$ F = 0,90 ± 0,06 $\dagger\dagger$ B = 45,00 ± 11	Respirasi fluktuatif. Inefisiensi respirasi akibat kondisi kering. Kondisi populasi awal fungi dan bakteri pada TU (<i>Fluctuative respiration. Inefficiency in respiration due to dry condition. Early depiction of fungal and bacterial population of TU</i>)
Dilembabkan (Moistened with 5 mL H ₂ O) (TU.Gluc.0)	0,542 (ns) (Y=1,75X ² -17,25X+99,8)	F = 0,90 ± 0,57 B = 53,75 ± 23	Respirasi fluktuatif. Inefisiensi respirasi terkait dengan persaingan tumbuh. Bakteri respon tumbuh lebih awal (<i>Fluctuative respiration. Inefficiency in respiration due to growth competition. Bacterial growth response was early</i>)
Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (Moistened with glucose) (TG.Gluc.1)	0,897 (ss) (Y=6,68X ² -50,46X+145)	F = 1,31 ± 0,14 B = 53,75 ± 31	Respirasi konsisten. Induksi glukosa berakibat pada respirasi yang stabil di antara mikroba aerobik. Fungi dan bakteri tumbuh bersamaan (<i>Respiration consistent. Glucose induction caused aerobic microbes respiration become establish. Fungi and bacteril were growth simultaneously</i>)
2. Tanah kebun bagian permukaan (Top soil garden) (TP) (kedalaman (depth) < 20 cm)			
Tanah kering (Dry soil) (TU.Kontrol/control)	0,964 (ss) (Y=6,71X ² -62,95X+149)	F = 1,08 ± 0,16 B = 63,75 ± 27	Respirasi konsisten. Populasi mikroba tinggi, aktivitas mikroba aerobik lebih stabil pada TP dibanding TU & TG. (<i>Respiration consistent. High in microbial population; aerobic microbial activities was consistent in TP compared to TU & TG</i>)
Dilembabkan (Moistened with 5 mL H ₂ O) (TU.Gluc.0)	0,824 (s) (Y=1,65X ² -25,53X+114)	F = 1,24 ± 0,35 B = 28,75 ± 0,80	Respirasi cukup konsisten. Fungi tumbuh lebih dominan, populasi bakteri menurun. (<i>Consistency in respiration was adequate. Fungal growth more dominant, while bacterial population was finite</i>)

Tabel 3. Asumsi terhadap nilai korelasi respirasi dan populasi mikroba tanah (*Assumptions of correlation on respiration rate and soil microbial population*) [Lanjutan (*continued*)]

Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (Moistened with glucose) (TG.Gluc.1)	0,254 (ns) ($Y=1,50X^2-11,35X+84,4$)	F = $1,76 \pm 0,24$ B = $25,00 \pm 13,77$	Respirasi fluktuatif akibat persaingan mikroba yang terpengaruh induksi. Fungi tumbuh lebih dominan, populasi bakteri menurun. (<i>Respiration fluctuative because of growth competition due to glucose induction. Fungal growth dominant, while bacterial was finite in population</i>)
3. Tanah kebun galian (<i>Excavated garden soil</i>) (kedalaman (<i>depth</i>) > 200 cm)			
Tanah kering (<i>Dry soil</i>) (TU.Kontrol/control)	0,991 (ss) ($Y=8,48X^2-68,66X+158$)	F = $0,86 \pm 0,32$ B = $5,00 \pm 2,60$	Respirasi konsisten sekalipun dalam jumlah populasi lebih kecil dari TU dan TP. Populasi bakteri paling rendah terjadi pada TG. (<i>Respiration consistent although had finite population in TU and TP. Meanwhile, TG had the lowest bacterial population</i>)
Dilembabkan (Moistened with 5 mL H ₂ O) (TU.Gluc.0)	0,662 (ns) ($Y=6,79X^2+40,98X-1,20$)	F = $0,91 \pm 0,35$ B = $6,25 \pm 3,90$	Respirasi fluktuatif. Induksi air belum merespon oleh jamur dan bakteri. (<i>Respiration fluctuative. Water induction was not fully responded by fungal and bacteria</i>)
Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% (Moistened with glucose) (TG.Gluc.1)	0,993 (ss) ($Y=3,38X^2-40,97X+137$)	F = $0,85 \pm 0,24$ B = $28,75 \pm 0,80$	Respirasi konsisten sekalipun dalam jumlah kecil. Populasi bakteri jauh meningkat, sementara fungi tidak terinduksi glukosa (<i>Respiration consistent although in lower quantity. Meanwhile, glucose induction had small effect to fungi rather than bacterial population</i>)

*($r_{df;n-1} p0,05 = 0,754$; $r_{df;n-1} p0,01 = 0,875$); †CFU = colony forming unit

**ns = tidak signifikan, s = signifikan ($p 0,05$), ss = sangat signifikan ($p 0,01$); †† ($t_{0,05; n = 4}$)

Tabel 4. Aktivitas selulase dan amilase tanah (*Cellulase and amylase activities of soil*) dan diagram vem yang di lengkapi oleh notasi sebagai nilai pembandingannya (*And vem diagram equipped by notation as its comparison value*)
 *($t_{0,10}$; n=4)

Sampel tanah dan perlakuannya (<i>soil sample and its treatment</i>)	Selulase/ <i>cellulase</i> (unit/mL)*	Amilase/ <i>amylase</i> (unit/mL)*
1. Tanah hutan/ <i>forest soil</i> (TU)		
a. Tanah kering/ <i>dry soil</i> (TU.Kontrol/ <i>control</i>)	0,401 ± 0,108	0,549 ± 0,076
b. Dilembabkan/ <i>moistened with 5 mL H₂O</i> (TU.Gluc.0)	0,370 ± 0,091	0,539 ± 0,141
c. Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% / <i>moistened with glucose</i> (TG.Gluc.1)	0,448 ± 0,033	0,350 ± 0,014
2. Tanah kebun bagian permukaan/ <i>top soil garden</i> (TP) (kedalaman/ <i>depth</i> < 20 cm)		
a. Tanah kering/ <i>dry soil</i> (TU.Kontrol/ <i>control</i>)	0,056 ± 0,012	0,659 ± 0,031
b. Dilembabkan/ <i>moistened with 5 mL H₂O</i> (TU.Gluc.0)	0,062 ± 0,010	0,405 ± 0,070
c. Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% / <i>moistened with glucose</i> (TG.Gluc.1)	0,051 ± 0,007	0,191 ± 0,010
3. Tanah kebun galian/ <i>excavated garden soil</i> (kedalaman/ <i>depth</i> > 200 cm)		
a. Tanah kering/ <i>dry soil</i> (TU.Kontrol/ <i>control</i>)	0,029 ± 0,008	0,479 ± 0,106
b. Dilembabkan/ <i>moistened with 5 mL H₂O</i> (TU.Gluc.0)	0,028 ± 0,008	0,393 ± 0,033
c. Dilembabkan 5 mL larutan glukosa 1% / <i>moistened with glucose</i> (TG.Gluc.1)	0,015 ± 0,003	0,420 ± 0,026

memiliki aktivitas lebih tinggi dari tanah kebun (TP dan TG). Penambahan air dan induksi glukosa menurunkan aktivitas amilase, dan tidak berpengaruh kuat terhadap aktivitas selulase (Tabel 4). terkait dengan perlakuan induksi tersebut maka aktivitas enzim selulase lebih mempresentasikan keberadaan struktur komunitas mikroba pada sampel tanah dibanding dengan pola aktivitas amilase yang dimilikinya. Pemberian larutan amilum 5% pada ekstrak enzim kasar yang berasal dari sampel

tanah yang diinduksi (air dan larutan glukosa) lebih terhambat aktivitasnya.

PEMBAHASAN

opulasi fungi hampir merata pada semua macam sampel tanah, baik tanah hutan (TU) maupun tanah di tanah kebun (TP dan TG). Sekalipun bilangan populasi lebih kecil pada fungi, namun dimensi biomassa fungi sebenarnya lebih besar dari bakteri, oleh karena itu keduanya hidup dalam kondisi ber-

imbang Seperti halnya yang terjadi pada populasi bakteri di tanah TG dan fungi di tanah TP, keduanya merupakan tanah kebun yang diperoleh dari lingkungan bentang lansekap yang sama, dan sama-sama merespon induksi sumber karbon glukosa sehingga populasinya meningkat.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa aktivitas enzim menjadi indeks kesuburan tanah terkait dengan produktivitas lahan akibat aktivitas mikroba (Alef *et al.*, 1995; Dick *et al.*, 1996), yang memiliki keamatan dengan proses mineralisasi biomassa tanah (Seugé *et al.*, 2000). Status mikrobiologi dan biokimia tanah digunakan sebagai indikator pada peneraan lingkungan ekologi tanah yang terganggu. Mikroba tanah terlibat intensif juga dalam transformasi kimia dan berlaku sebagai penanda status kesuburan lahan. Keterlibatan mikroba aerob dalam mineralisasi bahan organik dapat dideteksi melalui pengamatan karbon dioksida hasil respirasi (Tabatai, 1994). Pada sisi lain, terdapat jenis fungi tertentu yang memiliki kemampuan melakukan transformasi pada batuan keras untuk mengawali kehidupan yang sinergi dengan kehidupan vegetasi pionir (Jongmans *et al.*, 1997). Jenis fungi ini berpotensi digunakan dalam penerapan reklamasi lahan marginal berbatu.

Kondisi respirasi pada setiap sampel tanah yang mendapat perlakuan menunjukkan respon yang berbeda. Sampel tanah yang diukur harus terbebas dari serpih akar (*roots debris*) karena akan mengganggu hasil pengukuran respirasi yang dilakukan oleh mikroba tanah (Hanson *et al.*, 2000). Hasil pengukuran respirasi pada perlakuan terhadap sampel TU relatif stabil selama berlangsung pengamatan. Terjadi penurunan aktivitas respirasi pada tanah kebun (TP dan TG) hampir pada seluruh perlakuan, kecuali pada sampel tanah TP.Gluc.0 dan tanah TU (Gambar 4) selama pengamatan 30 menit. Tanah TU yang memiliki kandungan hara dan bahan organik tinggi menjadikan aktivitas biologi berfluktuatif, kecuali pada TU.Gluc.1 karena memiliki nilai korelasi yang signifikan. Hasil pengamatan respirasi pada sampel tanah dengan perlakuan aktivasi kandungan air maupun sumber karbon berupa larutan glukosa menggambarkan bahwa kesuburan mikroba tanah mampu mendukung mineralisasi bahan organik

untuk mendukung upaya penyuburan tanah di pulau Bangka. Enzim dapat teraktivasi karena pelepasan inhibitor pada proses hidrolisa selulosa. Penambahan substrat pemicu dari bahan organik hemiselulosa pada proses hidrolisa dapat menurunkan penghambatan pada aktivitas selulase (Cao *et al.*, 2015). Upaya reklamasi dan bioremediasi tanah marginal pada dasarnya memerlukan bahan organik yang mengandung hemiselulosa, yang diperoleh dari limbah organik. Bahan organik jerami padi dapat mengaktifasi enzim tanah untuk menstimulasi fosfatase dan urease (Rahmansyah *et al.*, 2009). Pemberian bahan organik berupa limbah selulosa dalam melakukan bioremediasi pada lahan terdegradasi bekas aktivitas tambang dapat membantu dalam penyuburan lahan.

Aktivitas selulase pada pengamatan ini dihasilkan dari proses aerobik, dan enzim ini tidak dapat memecah lignoselulosa tanpa sinergi dengan aktivitas enzim lain. Kelompok mikroba selulolitik anaerob yang menghasilkan enzim kompleks yang disebut selulosom, dapat mengurai lignoselulosa. Komposisi lignoselulosa yang terdiri dari polimer karbohidrat (selulosa, hemiselulosa) dan polimer aromatik (lignin) dapat diubah oleh selulosom secara langsung menjadi polimer sederhana (Dashtban *et al.*, 2009; Islam *et al.*, 2013) sebagai sumber karbon yang siap termineralisasi. Oleh karena itu, mikroba penghasil selulosom bermanfaat dalam proses remediasi lahan marginal.

KESIMPULAN

Memperhatikan kondisi biologi sampel tanah asal Bangka yang diamati melalui status populasi mikroba, respirasi tanah dan kinerja aktivitas enzim yang dapat menghidrolisa sumber karbon organik, memungkinkan untuk dilakukan upaya rehabilitasi status vegetasinya. Respon sampel tanah pada perlakuan induksi substrat karbon memberikan gambaran bahwa status biologi tanah berpeluang untuk dipulihkan melalui proses pengkayaan hara dengan cara menambahkan bahan organik dan mikroba fungsional penyubur lahan. Kondisi tanah hutan dapat memberikan gambaran status tanah asli pulau Bangka yang dapat menjadi referensi mikroba tanah fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh kegiatan Penelitian Tematik melalui Tolok Ukur Keragaman Mikrobial *Penghidrolisa Senyawa Rekalsitran untuk Bioremediasi dan Penghasil Material & Energy Terbarukan*, Pusat Penelitian Biologi LIPI Tahun Anggaran 2015. Kami menyampaikan terima kasih kepada Dinas Kehutanan Bangka Utara yang memberikan pendampingan untuk mengambil sampel tanah hutan. Terima kasih kepada rekan Laboratorium Ekofisiologi Mikrobiologi atas kerjasamanya dan dukungannya, serta kepada Prof. Dr. I Made Sudiana atas tindak pengarahannya yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alef K, P Nannipieri and C Trazar-Cepada. 1995.** Phosphatase activity. In: Alef K and Nannipieri P. (Eds.). 335–344. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, London.
- Anonim 2011.** Penanaman Lada di Lahan Bekas Tambang Timah. TIMAH. Sinar Tani. Edisi 23 Februari - 1 Maret 2011 No. 3394 Tahun XLI.
- Bot A and J Benites. 2005.** *The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food production*. 94 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Calvaruso C, M Turpault and P Frey-Klett. 2006.** Root-associated bacteria contribute to mineral weathering and to mineral nutrition in trees: a budgeting analysis. *Applied Environmental Microbiology* **72**(2), 1258–1266.
- Cao G, E Ximenes, NN Nichols, SE Frazer, D Kim, MA Cotta, M Ladisch. 2015.** Bioabatement with hemicellulase supplementation to reduce enzymatic hydrolysis inhibitors. *Bioresource Technology* **190**, 412–415.
- Dashtban M, H Schraft and W Qin. 2009.** Fungal bioconversion of lignocellulosic residues; opportunities & perspectives. *International Journal of Biological Science* **5**, 578–595.
- Dick RP, D Breakwell and R Turco. 1996.** Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrating biological indicators. In: Assessment of Soil Quality, Doran JW, Jones AJ (eds.) 247–272. *Handbook of Methods for Soil Science Society*.
- Hanson PJ, NT Edwards, CT Garten and JA Andrews. 2000.** Separating Root and Soil Microbial Contributions to Soil Respiration: A Review of Methods and Observations. *Biogeochemistry* **48**(1), 115–146. <http://doi.org/10.2307/1469555>
- Hayat R, S Ali, U Amara, R Khalid and I. Ahmed. 2010.** Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion; a review. *Annual Microbiology* **60**, 579–598.
- Islam R, S Özmihçi, N Cicek, R Sparling and DB Levin. 2013.** Enhanced cellulose fermentation and end-product synthesis by *Clostridium thermocellum* with varied nutrient compositions under carbon-excess conditions. *Biomass Bioenergy* **48**, 213–223.
- Jongmans AG, van N Breemen, U Lundstrom, van PAW Hees, RD Finlay, M Srinivasan, T Unestam, R Giesler, PA Melkerud and M Olsson. 1997.** Rock-eating fungi. *Nature* **389**, 682–683.
- Kelting D L, JA Burger and GS Edwards. 1998.** Estimating root respiration, microbial respiration in the rhizosphere, and root-free soil respiration in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* **30**(7), 961–968. [http://doi.org/10.1016/S0038-0717\(97\)00186-7](http://doi.org/10.1016/S0038-0717(97)00186-7)
- Marshall VG. 2000.** Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *Forest Ecology and Management* **133**, 43–60.
- Nuh M. 2010.** Menyelamatkan Kehancuran Pertambangan Timah Bangka Belitung. <http://www.erasuslim.com/berita/laporan-khusus/menyelamatkan-kehancuran-pertambangan-timah-bangka-belitung-1.htm#.VYJBEPmqkko>. (Diunduh 19 Juni 2015.)
- Parker RE. 1979.** *Introductory Statistics for Biology*. Studies in Biology. Second Edition. 43 Edward Arnold Ltd, 41 Bedford Square, London.
- Rahmansyah M, S. Antonius and N. Sulistinah. 2009.** Phosphatase and urease instability caused by pesticides present in soil improved by grounded rice straw. *ARPN Journal of Agriculture and Biological Science* **4**(2), 56–62.
- Seugé C, C Rouland, S Fall, A Brauman and P Mora. 2000.** Importance of earthworms casts and sheetings of some termite species in different fallows (Kolda, Senegal). Dalam: Floret C and Pontanier R. (Eds.), *La jachère en Afrique Tropicale*, Vol. II, pp. 141–149.
- Subardja D, A Kasno, Sutono dan H Sosiawan. 2011.** Identifikasi dan karakterisasi lahan bekas tambang timah untuk pencetakan sawah baru di Perlang, Bangka Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Buku I. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Tabatabai MA. 1994.** Enzymes. In: Weaver RW, S Aogle, PJ Bottomly, Q Berdick, S Smith, A Tabatabai, and Wolium (Eds.) 775–833. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*, No. 5. Soil Science Society America, Madison
- Tournas V, ME Stack, PB Mislivec, HA Koch and R Bandler. 2001.** *Bacteriological Analytical Manual*. 18, Yest, Mold and Mycotoxins.
- Vincent JM. 1982.** The basic serology of rhizobia. In: *Nitrogen Fixation in Legumes* (ed) Vincent JM 13–26, New York, Academic Press.
- Walker LR and del R Moral. 2003.** *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*, 442 Cambridge University Press, New York.
- Wenzel WW. 2009.** Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils. *Plant and Soil* **321**, 385–408.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput, diharuskan menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

- 1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**
Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up-to-date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
- 2. Komunikasi pendek (*short communication*)**
Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.
- 3. Tinjauan kembali (*review*)**
Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

- 1. Bahasa**
Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
- 2. Judul**
Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah diikuti oleh nama dan alamat surat menyurat penulis. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).
- 3. Abstrak**
Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam bahasa Inggris merupakan terjemahan dari bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
- 4. Pendahuluan**
Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Sebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan.
- 5. Bahan dan cara kerja**
Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasi dan apabila ada modifikasi harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan apa yang dimodifikasi.
- 6. Hasil**
Sebutkan hasil-hasil utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada tabel/grafik/diagram atau gambar uraikan hasil yang terpenting dan jangan menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata harus menyebutkan standar deviasi.
- 7. Pembahasan**
Jangan mengulang isi hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan apa arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, bandingkan hasil penelitian ini dengan membuat perbandingan dengan studi terdahulu (bila ada).
- 8. Kesimpulan**
Menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, dan penelitian berikut yang bisa dilakukan.
- 9. Ucapan terima kasih**
- 10. Daftar pustaka**
Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review. Apabila harus menyitir dari "Laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan 'unpublished' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers*. Penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Word Processor, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan bahasa Indonesia, angka desimal menggunakan koma (,) dan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi merujuk kepada aturan standar termasuk yang diakui. Untuk tumbuhan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICF AFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Sedangkan penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah.
- Gambar
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul ditulis secara singkat dan jelas. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi dan terpisah dari badan tulisan atau dalam file yang berbeda.
- Daftar Pustaka
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995).
- a. Jurnal
Nama jurnal ditulis lengkap.
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43**, 1559-1576.

- b. Buku
Kramer P.J. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Edisi ke-(bila ada). Academic, New York.
- c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
- d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
- e. Thesis dan skripsi.
Keim AP. 2011. Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].
- f. Artikel online.
Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009. Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. <http://www.fwi.or.id>. (Diunduh 7 Desember 2012).

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah, yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan sedang diterbitkan di tempat lain.

Penelitian yang melibatkan hewan

Untuk setiap penelitian yang melibatkan hewan sebagai obyek penelitian, maka setiap naskah yang diajukan wajib disertai dengan 'ethical clearance approval' terkait *animal welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah. Oleh karena itu setiap naskah yang ada ilustrasi harap mengirimkan ilustrasi dengan kualitas gambar yang baik disertai keterangan singkat ilustrasi dan nama pembuat ilustrasi.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke author dan diwajibkan membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah *proofs* harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Naskah cetak

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan reprint. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*.

Pengiriman naskah

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067
Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066
Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 15(1)

Isi (Content)

April 2016

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

TEKNOLOGI PENURUNAN KADAR Fe AIR SAWAH PASANG SURUT MELALUI PENGGUNAAN BIOFILTER PURUN TIKUS (<i>Eleocharis dulcis</i>) [Fe Levels Decline Technology of Water Tidal Rice Field Through Purun Tikus (<i>Eleocharis Dulcis</i>) Biofilter Usage] <i>Ani Susilawati dan Linda Indrayati</i>	1-6
MAKNA NILAI PENTING BUDAYA KEANEKARAGAMAN HAYATI TUMBUHAN BAGI MASYARAKAT DI TAMAN NASIONAL KERINCI SEBLAT DI KABUPATEN KERINCI, PROPINSI JAMBI [The Importance of Cultural Significance Index of Plants Diversity For The Communities Within The Kerinci Seblat National Park, Kerinci Regency, Province of Jambi] <i>Asvic Helida, Ervival A.M.Zuhud, Hardjanto, Y. Purwanto, Agus Hikmat</i>	7-15
PENGARUH SALINITAS DAN INOKULAN BAKTERI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN TERUNG (<i>Solanum melongena</i> L.) [The Effect of Salinity and Bacteria Inoculant on The Growth of Eggplant (<i>Solanum melongena</i> L.)] <i>Suliasih dan Sri Widawati</i>	17-25
KARAKTER RESPIRASI DAN MINERALISASI KARBON ORGANIK PADA SAMPEL TANAH DIKOLEKSI DARI PULAU BANGKA [Respiration and Organic Carbon Mineralization Character in Soil Samples Collected from Bangka Island] <i>Maman Rahmansyah dan Suliasih</i>	27-37
POTENSI <i>Rhodococcus pyridinovorans</i> GLB5 SEBAGAI BOKATALIS DALAM KONVERSI SENYAWA METHIL SIANIDA DAN PHENIL SIANIDA (Potential of <i>Rhodococcus pyridinovorans</i> GLB5 as Biocatalistin Methyl and Phenyl Cyanide Conversion) <i>Nunik Sulistinah, Rini Riffiani dan Bambang Sunarko</i>	39-48
THE EFFECT OF CULTURE MEDIA AND ACTIVATED CHARCOAL ON ASYMBIOTIC SEED GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF A THREATENED ORCHID <i>Dendrobium taurulinum</i> J.J. Smith IN VITRO [Pengaruh Media Kultur dan Arang Aktif pada Perkecambahan Biji dan Perkembangan Seedling Anggrek Langka <i>Dendrobium taurulinum</i> J. J. Smith in vitro] <i>Siti Nurfaadilah</i>	49-57
STUDI PERTUMBUHAN ANAKAN POHON PADA PETAK PERMANEN DI HUTAN DATARAN RENDAH TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO [Study of seedling growth at permanent plots in lowland forest of Gunung Gede Pangrango National Park] <i>Siti Sundari</i>	59-67
EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI ENTOMOPATOGEN ASAL BERBAGAI INANG DAN LOKASI [Exploration and Characterization of Entomopathogenic from Various Host and Location] <i>Tri Puji Priyatno, I Made Samudra, Ifa Manzila, Dwi Ningsih Susilowati dan Yadi Suryadi</i>	69-79
RESPON BEBERAPA KULTIVAR PADI SAWAH PADA PENGAIRAN SISTEM GENANGAN DALAM PARIT [Response of Some Rice Cultivars under Soil Saturated Culture] <i>Syamsuddin dan D. Indradewa</i>	81-88
LETHAL DISSOLVED OXYGEN AND BLOOD PROPERTIES OF GREY MULLET <i>Mugil cephalus</i> IN SEAWATER AND FRESHWATER [Oksigen Terlarut Letal dan Gambaran Darah Ikan Belanak <i>Mugil cephalus</i> di Air Laut dan Tawar] <i>Vitas Atmadi Prakoso, Ki Tae Kim, Byung Hwa Min, Rudhy Gustiano and Young Jin Chang</i>	89-94
EFEKTIVITAS KOMBINASI VAKSIN BAKTERI POLIVALEN DENGAN VAKSIN ANTI GROUPER SLEEPY DISEASE IRIDOVIRUS (GSDIV) PADA IKAN KERAPU MACAN (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>) [The Effectiveness of Polyvalent Bacterial Vaccine combined with Anti Grouper Sleepy Disease Iridovirus (GSDIV)Vaccine in Tiger Grouper (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)] <i>Zafran</i>	95-100
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
ETNOBOTANI DAMAR PADA ORANG RIMBA DI TAMAN NASIONAL BUKIT DUABELAS [Ethnobotany Dammar by Orang Rimba in National Park Bukit Duabelas] <i>Rana Rio Andhika, Muhadiono dan Iwan Hilwan</i>	101-106