

Studi Kelimpahan Aktinomisetes Tanah dan Hubungannya Terhadap Enzim Selulase, Amilase, Total Karbon dan Nitrogen Hutan Pasca Kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur

Arif Nurkanto

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI, Jl. Jakarta - Bogor km 46, Cibinong

Email: arief_nurkanto@yahoo.com

ABSTRACT

Soil Actinomycetes Population, Enzymes Activity, and its Relation with Carbon and Nitrogen Content, in Bukit Bangkirai, East Kalimantan. Bukit Bangkirai is one of the tropical forest in Indonesia have been exposed with intense forest fire. The affected forest is subjectively divided into three level of damages, heavily damage forest (HD), low damage forest (LD) and control (K). The objective of this research was to observe the abundance of Actinomycetes which have important role in ecological process. Through decomposition of organic materials and nutrients cycle. Actinomycetes were isolated and enumerated by SDS-YE method. CFU/ g soil ($\times 10^4$) in K, HD and LD are $41,86 \pm 25,52$, $16,09 \pm 5,70$ and $18,96 \pm 4,19$ respectively. Amylase and cellulase were determined by DNS method. Carbon and Nitrogen total were determined by CN analyzer. The different of amylase, cellulase activities and abundance of Actinomycetes between HD, LD, and Control plot were not significant. However, carbon and nitrogen total are different. LD plot has the highest carbon and nitrogen total, followed by control and HD plot. There has no significant different among plot observed may indicate microbial communities of soil in Bukit Bangkirai have been recovered.

Key words : actinomycetes, fire forest, amylase, cellulase, nitrogen total, carbon total

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan hujan tropis terbesar di Asia dan mempunyai biodiversitas penting yang paling kaya di dunia. Secara umum Indonesia memiliki 30.000 – 40.000 spesies tumbuhan, atau lebih dari 10% flora dunia (BAPPENAS 1993; Siswoyo, 2002) sedang-kan keanekaragaman mikro organisme yang ada pada daerah tropis sangat besar dan unik, namun belum

terekplorasi secara optimal baik dari pemetaan maupun fungsinya.

Keanekaragaman biota dapat mengalami perubahan akibat kebakaran hutan yang terus-menerus terjadi, terutama pada tahun 1997/1998. Berbagai penelitian mengindikasikan bahwa diversitas biologi terpengaruh akibat kebakaran hutan. Kebakaran hutan akan merusak lima sektor, yaitu suksesi alami, produksi material organik dan proses dekomposisi, siklus nutrisi, siklus

hidrologi dan formasi tanah. Kebakaran hutan juga akan merusak fungsi hutan sebagai regulasi iklim dan penurunan penyerapan karbon dioksida. Kebakaran hutan secara tidak langsung juga akan merusak ketersediaan air. Penelitian tentang degradasi ekosistem oleh pengaruh kebakaran hutan beberapa dekade ini meningkat pesat. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkat pula kasus kebakaran hutan dan jangkaun area yang makin luas. Panas yang sangat tinggi akan merusak dan menurunkan keanekaragaman serta kelimpahan biota. Kebakaran hutan juga berpengaruh sangat besar terhadap resiko erosi oleh angin dan air (Acea *et al.* 1996; Pietikainen *et al.* 2000). Imbas secara global dari kebakaran hutan adalah kerusakan ekosistem.

Bukit Bangkirai merupakan salah satu hutan wisata di Kalimantan Timur yang telah mengalami gangguan akibat kebakaran yang terjadi pada tahun 1998. Terdapat tiga tempat yang berbeda kondisi oleh pengaruh kebakaran di hutan ini, yaitu bagian hutan dengan kebakaran besar dan mengalami kerusakan yang berat, bagian yang mengalami sedikit kerusakan karena kebakaran yang tidak terlalu besar, dan bagian yang tidak mengalami kebakaran. Kebakaran hutan di Bukit Bangkirai ini dapat menimbulkan pengaruh yang merugikan pada proses dekomposisi dan siklus nutrisi dalam tanah yang melibatkan mikroorganisme tanah.

Mikroorganisme merupakan salah satu biota yang terancam eksistensinya oleh pengaruh kebakaran, terutama bakteri yang habitatnya tanah. Bakteri

tanah terkena dampak secara langsung oleh kebakaran hutan. Peran mikroba tanah sangat penting bagi ekosistem, terutama dalam biodegradasi material dan siklus nutrisi. Siklus nutrisi diantaranya siklus fosfat, karbon dan nitrogen, yang menentukan kesuburan tanah untuk penyedia nutrisi bagi tumbuhan. Tanpa peranan mikroba tanah tersebut, maka keseimbangan ekosistem akan sangat terganggu. Kebakaran hutan yang terjadi memberikan pengaruh terhadap penurunan mikroba tanah secara langsung berupa panas yang merusak kelimpahan dan diversitas mikroba. Pengaruh tidak langsung yang ditimbulkan adalah melalui konsumsi material berupa penguapan nitrogen, mengubah mineral dan bahan organik serta mengubah iklimat dalam tanah yang akan mempengaruhi struktur kimia dan biokimia dalam tanah. Perubahan struktur kimia dan biokimia ini akan menurunkan kelimpahan dan diversitas mikroba tanah (Sea *et al.* 1993; Boerner 2003)

Aktinomisetes merupakan mikroba tanah dari golongan bakteri yang penting peranannya. Mikroba ini juga memiliki diversitas dan kelimpahan yang tinggi dalam tanah. Aktinomisetes terdistribusi secara luas di seluruh jenis tanah dan dapat berproliferasi pada habitat yang sangat fluktuatif, baik terhadap pH, aerasi, suhu, tekstur, kelembaban dan juga kandungan nutrisi yang minimal. Jumlah Aktinomisetes lebih dominan pada tanah di banding dengan mikroba lain. Aktinomisetes berperan besar terhadap siklus nutrisi, sehingga penting untuk dikaji keberadaannya setelah habitat hidupnya

mengalami kebakaran. Sampai saat ini belum ada penelitian yang mengkaji tentang Aktinomisetes yang terdapat pada tanah hutan pasca kebakaran Bukit Bangkirai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kebakaran hutan terhadap kelimpahan populasi Aktinomisetes dan hubungannya dengan konsentrasi total nitrogen total karbon, dan aktivitas enzim selulase dan amilase.

BAHAN DAN CARA KERJA

Sampel tanah diambil dari Wana Wisata Bukit Bangkirai Kalimantan Timur. Total sebanyak 30 sampel tanah dikoleksi dari 3 lokasi yang berbeda, yaitu HD, LD dan K. Tiga plot tersebut masing-masing diambil 10 titik sampling secara acak. Sampel tanah yang diambil tepat dibawah lapisan seresah sampai kedalaman 20 cm dan diameter 15 cm sebanyak 1 kg. Sampel tanah yang telah diambil dikering anginkan selama 7 – 10 hari pada temperatur ruang, kemudian di ayak.

Total karbon dan nitrogen diukur dengan menggunakan CN analyzer *Sumigraph* NC-90A metode GC-TCD pada temperatur reaktor 850 °C. Total enzim selulase diukur dengan menggunakan metode Miller (1959) dengan cara mengukur gula reduksi awal (G0) dan gula reduksi akhir (G1). Selisih G0 dan G1 dimasukkan dalam persamaan standar glukosa hingga dapat diketahui konsentrasi gula pereduksinya. Tanah 1 gram dilarutkan dalam 9 mL aquades steril kemudian dihomogenisasi dan disentrifugasi kecepatan 3000 rpm.

Supernatan dipipet 1 mL dan ditambah 1 mL NaN_3 untuk menghentikan reaksi, kemudian ditambah 1 mL substrak CMC 1%, ini dijadikan sebagai G0. Untuk G1, dipipet 1 mL sampel ditambah 1 mL substrak CMC 1%, lalu diinkubasi pada suhu 37° C selama 1,5 jam. G0 dan G1 masing-masing ditambah 1 mL DNS, lalu dipanaskan selama 7 menit pada suhu 100° C. Absorbansi G0 dan G1 diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 540 nm. Kurva standar menggunakan glukosa konsentrasi 100 – 500 mg/L dengan interval 100 mg/L pada panjang gelombang 540 nm. Total enzim amilase diukur dengan metode yang sama, hanya substrak CMC 1% diganti dengan amilum 1%.

Medium yang digunakan dalam isolasi dan enumerasi Aktinomisetes adalah humic acid- vitamin (HV) agar (1,0 g humic acid, 0,5 g Na_2HPO_4 , 1,71 g KCl, 0,05 g $\text{MgCO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,02 g CaCO_3 , 0,01 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 18 g agar, 0,5 mg Thiamin HCl, 0,5 mg ribofavin, 0,5 mg asam nikotinat, 0,5 mg piridoksin HCl, 0,5 mg myo inositol, 0,5 mg Ca-pentotenat, 0,5 mg asam p-aminobenzoic, 0,25 biotin, 100 mL aquades steril, pH 7,2). Antibiotik yang ditambahkan berupa 0,05 g *cyclohexamide*, 20 mg *nalidixic acid* dan 0,75 mg kabicidin. Antibiotik dan vitamin disterilkan dengan membran filter (Hayakawa & Nanomura 1987).

Isolasi Aktinomisetes dilakukan dengan menggunakan metode SDS-YE. Sampel tanah sebanyak 1 g disuspensikan dalam 9 mL akuades steril untuk kemudian dihomogenisasi menggunakan vortex selama 15 menit. Sampel disuspensikan lagi 1 mL ke dalam 9 mL

medium SDS-YE (larutan buffer fosfat pH 7 mengandung 6% ekstrak yeast dan 0,05% sodium dodecyl sulfida steril). Tahap selanjutnya diinkubasi dalam *water bath* 20 menit pada suhu 40° C. Pengenceran bertingkat dilanjutkan mulai 10^{-3} sampai dengan 10^{-5} dengan menginokulasikan 0,2 mL sampel ke medium HV agar lalu diinkubasi selama 14 sampai dengan 21 hari pada suhu ruang (28° C). Koloni yang tumbuh dari masing-masing plate dihitung (Lee & Hwang 2002).

Isolat yang tumbuh pada medium HV agar diambil menggunakan ose dan di pindahkan ke medium YSA (2 g Yeast ekstrak, 10 g soluble starch, 15 g Agar, 1 L aquades, pH 7,2). Isolat murni yang diperoleh dipreservasi dalam slan medium *Yeast Starch Agar* (YSA) dan gliserol 10% yang disimpan pada suhu - 80 °C.

Penelitian yang dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis sidik ragam dan regresi berganda dengan program SPSS versi 13.

HASIL

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui fluktuasi kelimpahan populasi Aktinomisetes tanah Bukit Bangirai. Enumerasi CFU Aktinomisetes dilakukan pada tipe tanah yang berbeda, yang terbagi dalam tiga plot berdasarkan tingkat kebakaran hutan. Plot pertama hutan terbakar penuh, yang diasumsikan bahwa tanah di dalamnya mengalami

kerusakan berat karena kebakaran menjangkau lantai hutan. Plot kedua hutan terbakar sebagian, dengan asumsi bahwa tanah didalamnya mengami kerusakan yang rendah. Plot ke tiga merupakan hutan yang tidak terbakar, sehingga dianggap tanah hutan tidak mengalami gangguan kerusakan yang dijadikan sebagai kontrol positif. Tiap plot di petakkan dalam 100 subplot dengan ukuran 10 x 10 m. Sampel tanah diambil masing-masing 10 subplot dari ketiga plot secara acak dan diharapkan dapat menggambarkan dinamika kelimpahan populasi Aktinomisetes secara keseluruhan dari Wana Wisata Bukit Bangkirai Kalimantan Timur yang telah mengalami kebakaran pada tahun 1998 lalu.

Hasil enumerasi CFU Aktinomisetes menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing plot (Tabel 1).

Hubungan antara total koloni aktinomisetes tiap gram sampel tanah dengan parameter yang lain dapat digambarkan dalam persamaan regresi berganda. Persamaan tersebut adalah :

$$\text{CFU} = 137,38 \text{ A} + 190,53 \text{ B} + 7,78 \text{ C} + 25,36 \text{ D} - 248,357 \text{ E} - 120,57 \text{ (R=0,38)}$$

Keterangan:

A=selulase, B=Total Nitrogen, C=Total karbon, D= pH, E=amilase

Total enzim selulase dan amilase serta total karbon dan nitrogen tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap total CFU, namun total karbon dan total nitrogen menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$), dimana makin

besar total karbon dan nitrogen dalam tanah, makin besar pula total CFU.

CFU tertinggi terdapat pada kontrol dengan subplot K.J7 dan terendah pada plot HD subplot HD.H2 masing-masing total koloni $2,63 \times 10^6$ dan $3,50 \times 10^3$. CFU tertinggi terdapat pada subplot kontrol dan terendah terdapat pada HD, namun tidak diikuti oleh subplot yang lain, artinya setiap subplot pada kontrol tidak semuanya selalu lebih tinggi daripada subplot HD. Dapat dikatakan total koloni terdistribusi merata untuk tiap plot.

Tabel 1. menunjukkan bahwa secara umum CFU total tiap gram sampel tanah tertinggi terdapat pada plot kontrol diikuti dengan LD dan HD namun uji statistik menggunakan SPSS versi 13 rata-rata total koloni menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji 0,05.

Isolasi yang dilakukan kemudian dilanjutkan pemurnian isolat, dan diperoleh 123 isolat Aktinomisetes dari 30 subplot total. Isolat tersebut di seleksi berdasarkan bentuk koloni, warna koloni dan pigmen yang dihasilkan. Isolat yang diseleksi diharapkan dapat meminimalkan kesamaan berdasarkan pengamatan

morfologi. Isolat yang diperoleh disimpan dalam medium YSA, dan juga di lakukan preservasi pada gliserol 10% yang disimpan pada suhu $-80\text{ }^\circ\text{C}$ untuk pengamatan lebih lanjut.

Uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar plot sampel, baik kontrol, HD maupun LD ditinjau dari total enzim amilase dan selulase. Total karbon dan total nitrogen menunjukkan adanya profil yang berbeda, dimana plot LD memiliki nilai rata-rata paling tinggi yang berbeda signifikan, diikuti plot K dan HD.

PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan mengamati kelimpahan Aktinomisetes pada tanah pasca kebakaran hutan. Kelimpahan Aktinomisetes diamati hubungannya dalam proses pemulihan hutan, ditinjau dari aspek mikro organisme dalam siklus nutrisi. Aktinomisetes merupakan bakteri endemik tanah yang paling tahan terhadap lingkungan yang ekstrim disamping fungi, karena kemampuannya membentuk spora yang dorman dan

Tabel 1. Rerata CFU Aktinomisetes, amilase, selulase, total karbon dan nitrogen dari sampel tanah Bukit Bangkirai Kalimantan Timur

Plot Sampel	pH Tanah	CFU/ gr tanah ($\times 10^4$)	Amilase (μ)	Sellulase (μ)	Total karbon (%)	Total nitrogen (%)
Kontrol	$4,75 \pm 0,11$	$41,87 \pm 25,52$	$0,129 \pm 0,025$	$0,161 \pm 0,031$	$1,651 \pm 0,265$	$0,102 \pm 0,017$
HD	$4,80 \pm 0,10$	$16,09 \pm 5,70$	$0,190 \pm 0,022$	$0,212 \pm 0,024$	$1,882 \pm 0,216$	$0,100 \pm 0,010$
LD	$4,99 \pm 0,1$	$18,96 \pm 4,19$	$0,108 \pm 0,005$	$0,113 \pm 0,007$	$2,270 \pm 0,265$	$0,124 \pm 0,014$

mampu mensekresikan antibiotik yang menghambat mikroorganisme kompetitor (Madigan *et al*, 2003). Kebakaran hutan di kawasan Wana Wisata Bukit Bangkirai Kalimantan Timur pada tahun 1998 menjangkau seluruh lantai hutan. Kebakaran ini juga merusak tanah dan material organik dan anorganik didalamnya, termasuk Aktinomisetes yang populasinya paling tinggi dalam tanah (Miyadoh 1997).

Aktinomisetes sering tumbuh lebih lambat dibanding bakteri dan fungi, karena mereka membutuhkan waktu inkubasi yang lama. Untuk mengeliminasi bakteri dan fungi yang tidak diinginkan, dan juga untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan fungi tersebut tanpa merugikan pertumbuhan Aktinomisetes yang efektif, maka perlu dilakukan berbagai macam metode *pretreatment*. Metode ini dapat berupa isolasi menggunakan medium selektif atau menggunakan berbagai macam antibiotik yang menghambat pertumbuhan mikroba selain Aktinomisetes (Hayakawa & Nanomura 1987; Lee & Hwang 2002). Humic-Acid Vitamin (HV) agar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu medium yang dapat diandalkan dalam isolasi dan *screening* Aktinomisetes dari berbagai sampel tanah. Medium HV memungkinkan banyak Aktinomisetes yang mampu tumbuh dengan baik dan bersporulasi secara melimpah serta minimal kontaminan. Hal ini disebabkan karena *humic acid* merupakan sumber karbon yang hanya dapat digunakan oleh kelompok Aktinomisetes.

Penghitungan CFU Aktinomisetes

total menunjukkan hasil yang berbeda, dengan rata-rata tertinggi terdapat pada plot kontrol. Analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Tingginya total koloni pada kontrol disebabkan karena tingginya CFU pada subplot K.J7 dibandingkan dengan yang lain. Subplot K.J7 memiliki koloni yang jauh lebih tinggi dibanding dengan yang lain karena titik subplot diambil disekitar aliran sungai yang kaya akan nutrisi yang dapat dilihat dari lapisan humus yang tebal. Tingginya total karbon dan nitrogen didalamnya (3,325 dan 0,196%) yang relatif lebih tinggi dibanding dengan yang lain juga mendukung pertumbuhan Aktinomisetes. Tingginya CFU di subplot K.J7 tidak diikuti dengan subplot yang lain, sehingga walaupun rata-rata pada plot kontrol paling tinggi, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan plot HD dan LD karena standar deviasi yang tinggi pula.

Hasil data yang diperoleh dapat dikatakan bahwa kebakaran hutan yang terjadi pada tahun 1998 di Wana Wisata Bukit Bangkirai Kalimantan Timur tidak mempengaruhi secara signifikan kelimpahan Aktinomisetes saat ini. Kelimpahan koloni yang cenderung sama antar ketiga plot sampel ini disebabkan waktu pengukuran yang relatif lama setelah terjadinya kebakaran pada tahun 1998. Menurut Boerner (2003), populasi bakteri dan Aktinomisetes menurun sampai tinggal 18% pada bulan pertama setelah kebakaran hutan dan akan menjadi sekitar 43% pada enam bulan berikutnya. Aktinomisetes memiliki kemampuan yang tinggi terhadap rekolonisasi karena disamping

pertumbuhan yang relatif cepat, juga memiliki spora yang akan berkembang saat kondisi lingkungan mendukung kembali pasca kebakaran. Data yang diperoleh menunjukkan setelah delapan tahun kebakaran, populasi Aktinomisetes mengalami pemulihan kembali, sehingga dapat menjalankan fungsinya secara normal terhadap degradasi material, dekomposisi dan membantu sebagai penyeimbang siklus nutrisi dalam tanah.

Enzim amilase dan selulase yang terdapat dalam sampel tanah masing-masing plot dari hasil pengukuran yang dilakukan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, walaupun di plot HD relatif lebih tinggi. Hal ini menunjukkan plot HD dan LD yang merupakan bekas hutan terbakar telah mampu melaksanakan recovery ekologi secara sempurna seperti pada kontrol, yang bisa dikatakan sudah mampu mendukung proses dekomposisi dan siklus nutrisi dalam tanah. Enzim amilase dan selulase merupakan enzim penting yang terdapat pada tanah. Enzim ini berperan mendegradasi senyawa kompleks yang terdapat pada tanah seperti amilum dan selulosa. Senyawa ini terdapat melimpah di tanah yang berasal dari sisa tumbuhan yang ada di hutan dan merupakan sumber karbon utama bagi mikrobia. Mikrobia tidak mampu menggunakan amilum dan selulosa yang merupakan senyawa kompleks secara langsung dan harus di degradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana ini yaitu glukosa yang mampu dibentuk melalui sekresi enzim amilase dan selulase secara eksternal oleh beberapa mikroba tanah. Tidak semua mikroba mampu

menghasilkan enzim ini, hanya beberapa jenis saja yang mempunyai kemampuan untuk itu. Mikroba yang mampu menghasilkan enzim ini paling banyak dari fungi (*Trichoderma* dan *Aspergillus*), Aktinomisetes terutama genus *Streptomyces* dan sedikit dari jenis bakteri, paling banyak dari *Bacillus*.

Amilase pada mikroba biasanya ada dua, yaitu alfa amilase dan Glukoamilase yang memecah amilum menjadi glukosa, baik secara acak maupun dari ujung rantai. Hasil akhir berupa senyawa glukosa. Enzim selulase memiliki tiga komponen utama yaitu endo- β -glucanase (EC 3.2.1.4), exo- β -glucanase (EC 3.2.1.91) dan β -glucosidase (EC 3.2.1.21). Endo-p-glucanase, 1,4- β -D-glucan glucanohydrolase, CMCCase, memotong secara acak rantai selulasosa yang menghasilkan glukosa dan selo-oligo saccharida. Exo-P-glucanase, 1,4- β - D-glucan cellobiohydrolase, Avicelase, memotong bagian non reduksi akhir dari selulosa dan selobiosa sebagai struktur primer. β -glucosidase, cellobiase berfungsi menghidrolisis sellobiosa menjadi glukosa. Glukosa yang dihasilkan ini berikutnya akan dimanfaatkan oleh mikroba secara umum.

Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tidak ada korelasi kuat antara CFU Aktinomisetes dengan jumlah enzim amilase dan selulase dalam tanah pada uji statistik taraf uji 0,05. Hal ini dapat dimaklumi karena adanya dua faktor, yaitu enzim ini tidak hanya dihasilkan oleh Aktinomisetes saja, tetapi juga fungi dan beberapa bakteri lain. Faktor kedua adalah pengukuran CFU berdasarkan pada total koloni yang hanya

berhasil dikultur pada medium artificial, sedangkan diketahui bahwa Aktinomisetes yang bisa dikultur hanya sekitar 1 – 5% dari keseluruhan Aktinomisetes (Terekhova 2003).

Pengukuran terhadap total karbon dan nitrogen rata-rata menunjukkan bahwa plot LD paling tinggi diikuti plot K dan HD. Plot LD yang merupakan hutan terbakar ringan justru memiliki kandungan karbon dan nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan yang tidak mengalami gangguan kebakaran. Hutan yang mengalami kebakaran ringan memang akan memiliki kandungan nitrogen dan karbon total yang tinggi. Kebakaran dengan suhu 200 sampai dengan 300 derajat tidak akan mengubah struktur karbon dalam tanah, bahkan akan cenderung mengalami penambahan dari tumbahan yang terbakar. Tumbuhan terbakar akan menghasilkan abu yang akan terdekomposisi di permukaan tanah. Abu memiliki kandungan karbon yang tinggi. Sehingga dalam pengukuran total karbon, hutan terbakar ringan justru memiliki total karbon paling tinggi. Menurut penelitian serupa oleh Boerner (2003) membuktikan bahwa kebakaran ringan memang akan menurunkan lapisan seresah sampai dengan 80%, tapi lapisan humus yang kaya akan karbon mengalami penurunan tidak lebih dari 5%. Jika pembakaran terjadi dalam waktu yang lama dan menyeluruh, maka kandungan karbon justru akan menurun karena suhu yang tinggi melebihi 300° C akan meningkatkan penguapan karbon (Boerner 2003). Hal ini sesuai yang terjadi pada plot HD yang memiliki total karbon

paling rendah. Disamping itu, topografi tanah pada plot HD yang miring sangat memungkinkan terjadinya erosi oleh angin dan air sehingga karbon di permukaan tanah terutama dalam bentuk abu akan mudah larut dan terkikis.

Total nitrogen yang tinggi pada plot LD disebabkan karena pembakaran ringan yang pereodik akan meningkatkan mineralisasi dan ketersediaan N dalam tanah melalui jalur perubahan material organik (Sea *et al.* 1993; Boerner 2003). Menurut penelitian yang dilakukan Sea *et al.* (1993) menunjukkan bahwa kebakaran pereodik dalam waktu yang singkat akan meningkatkan mineralisasi dan ketersediaan N dalam tanah hingga tiga kali dibandingkan kontrol. Jika pembakaran berat terjadi pada waktu yang lama, maka justru akan menurunkan total nitrogen yang ada melalui penguapan, sama seperti pada karbon.

Kandungan karbon dan nitrogen dalam tanah ini tidak menunjukkan hubungan yang erat dengan jumlah koloni Aktinomisetes yang dihitung. Rata-rata ketersediaan karbon dan nitrogen dari ke tiga plot ini masih cukup tinggi dalam tanah, sehingga tidak merupakan faktor penghambat terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikroba tanah termasuk Aktinomisetes.

KESIMPULAN

Kelimpahan Aktinomisetes hutan pasca kebakaran di Bukit Bangkirai Kalimantan Timur telah mengalami kepulihan. Populasi Aktinomisetes tidak mempengaruhi total amilase dan selulase

dalam tanah, sedangkan total karbon dan nitrogen tidak berpengaruh besar terhadap total koloni Aktinomisetes setelah delapan tahun pasca kebakaran. Hal ini mengindikasikan komunitas utama mikroba tanah yang berperan dalam siklus karbon telah pulih.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Dr. I Made Sudiana, Atit Kanti, MSc, Dr. Herwin Simbolon, Dr. Otsuka, Kazuo Isobe, yang telah memberikan kontribusi yang besar selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Acea, MJ. & T. Carballals. 1996. Changes in Physiological Groups of Microorganisms in Soil Following Wildfire. *J. FEMS Microbiol Ecol* 20: 33 – 39.
- Acea, MJ., N. Diz & A. Prieto-Fernandez. 2000. Microbial Population in Heated Soil Inoculated With Cyanobacteria. *J. Biol Fertil Soil* 33: 118 – 125.
- BAPPENAS. 1993. *Biodiversity Action Plan for Indonesia*. National Development Planning Agency. BAPPENAS. Jakarta.
- Boerner, EJ. 2003. Effect Fire on Ecology of The Forest Floor in Central Hardwood Forest. *Dalam : Work Shop in Fire, People, and the Central Hardwood Landscape*. Ohio State University, Columbus.
- Hayakawa, M. & T. Nanomura. 1987. Humic Acid Vitamin Agar, and a New Medium for the Selective Isolation of Soil Actinomycetes. *J. Ferment. Tech.* 65: 501 – 509.
- Lee, YJ. & BK. Hwang. 2002. Diversity of Antifungal Actinomycetes in Various Vegetative soils of Korea. *J. Microbiol* 48: 407- 417. NRC Research Press.
- Madigan, MT., JM. Martiko & J. Parker. 2003. *Biology of Microorganisms. Tenth Edition*. Pearson Education, Inc. USA.
- Miller, GL. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination Reduction Sugar. *J. Anal. Chem* 31: 426-428.
- Miyadoh, S. 1997. *Atlas of Actinomycetes*. Asakura Publishing Co Ltd. Japan.
- Pietikainen, J., R. Hykka & H. Fritzy. 2000. Does Short Term Heating of Forest Humus Change its Properties as a Substrate for Microbes. *J. Soil Biol Biochem* 32: 277 – 288.
- Sea, AT., MC. Cepeda, Gil-Sotres & F. Carbalas. 1993. Changes Phosphorus and Phosphatase activity Immediately Following Forest Fires. *J. Soil Biology and Biochemistry* 25: 1223 – 1230.
- Siswoyo. 2002. Impact Forest fire in plant Diversity. *In : Indonesian Forest Fire and Environmental Impact*. NIES. Japan.
- Terekhova L. 2003. Isolation of Aktinomisetes with the Use of Microwaves and Electric Pulse. *In: Selective Isolations of Aktinomisetes*. Sunshine Coast University. Australia.