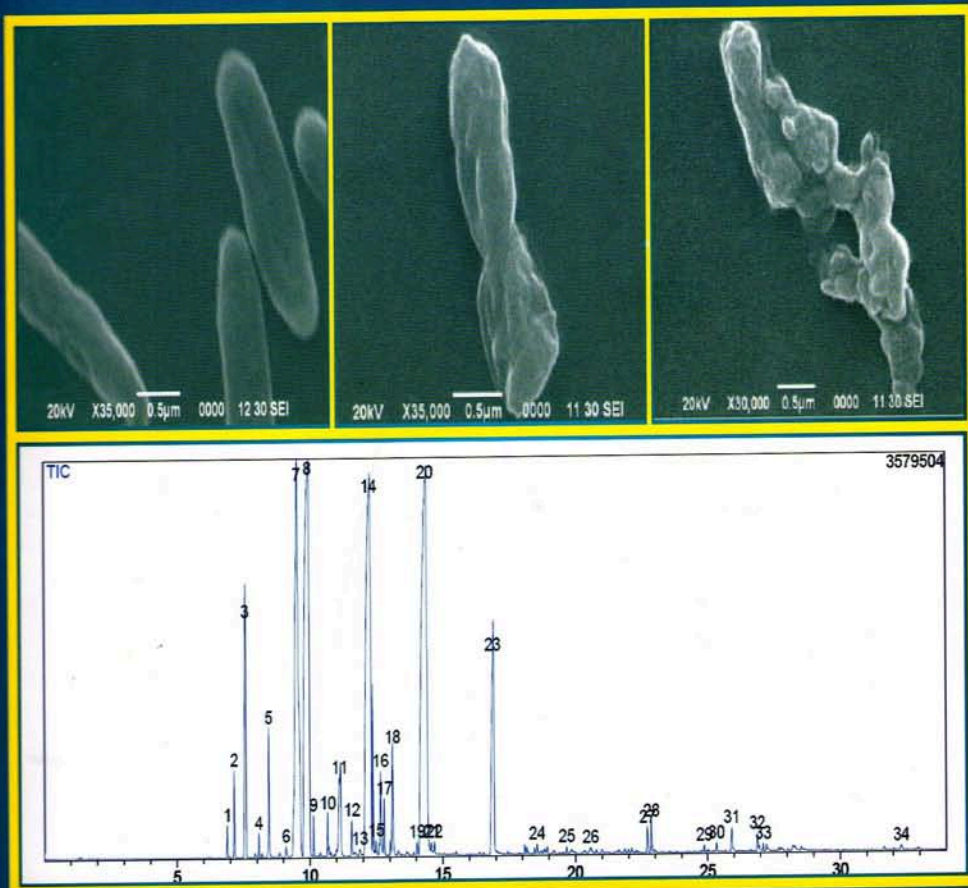


Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional



Diterbitkan Oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan
Kusumadewi Sri Yulita, Marlina Ardiyani, Tukirin Partomihardjo

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Distribusi

Budiarjo

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan dan surat-menyurat)

Enok, Ruswenti

Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Kompleks Cibinong Science Centre (CSC-LIPI)
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (0251) 8765063
Email: herbogor@indo.net.id
[ksama_p2biologi\(@,vahoo.com](mailto:ksama_p2biologi(@,vahoo.com)

Keterangan foto/ gambar cover depan: *Perbandingan tingkat kerusakan dinding sel Escherichia coli yang diperlakukan dengan minyak atsiri temu kunci (Kaempferia pandurata), dan kromatogramnya yang dihasilkan dengan GC-MS sesuai makalah di halaman 1 (Foto: koleksi Universitas Sriwijaya/ Institut Pertanian Bogor - Miksusanti).*



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 1, April 2008

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Karangan ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik dan sebagainya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agro bioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri. *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.
Abstrak dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, ditulis miring, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan*.
8. Pola penyiapan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto; pencantuman Lampiran seperlunya.
Gambar dan foto: harus bermutu tinggi, gambar pada kertas kalkir (bila manual) dengan tinta cina, berukuran kartu pos; foto berwarna, sebutkan programnya bila dibuat dengan komputer.
9. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam) yang ditulis dengan program Microsoft Word 2000 ke atas. Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga copy file dalam CD (bukan disket), untuk kebutuhan Referee secara elektronik. Jika memungkinkan, kirim juga filenya melalui alamat elektronik (E-mail) Berita Biologi: herbogor@indo.net.id dan [ksama_p2biologi\(3\),yahoo.com](mailto:ksama_p2biologi(3),yahoo.com)
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, presiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - a. Jurnal
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 PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - c. Presiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Septoteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Am, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Littay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. Dalam: *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.
11. Kirimkan makalah serta copy file dalam CD (lihat butir 9) ke Redaksi. Sertakan alamat Penulis yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang mudah dan cepat dihubungi dan alamat elektroniknya.

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/Penilai (Referee) nomor ini
9(1)-April 2008

- Prof. Dr. Adek Zamrud Adnan (Farmasi, FMIPA-Universitas Andalas)*
Dr. Andria Agusta (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. B Paul Naiola (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Drs. Edy Mirmanto, MSc (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Erdy Santoso (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Hah Sutrisno (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Herman Daryono (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Iwan Saskiawan (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Ir. Maria Imelda, MSc (Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI)
Dra. Nunuk Widhyastuti, MSi (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nuril Hidayati (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nyoman Mantik Astawa (Departemen Virologi FKH -Universitas Udayana)

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

- KERUSAKAN DINDING SEL *Escherichia coli* K1.1 OLEH MINYAK ATSIRI TEMU KUNCI (*Kaempferia pandurata*)**
[Cell Wall Disruption of *Escherichia coli* K1.1 by Temu Kunci (*Kaempferia pandurata*) Essential Oil]
Miksusanti, Betty Sri Laksmi Jennie, Bambang Ponco dan Gatot Trimulyadi.....1
- KERAGAMAN AKTINOMISETES KEPULAUAN WAIGEO, KABUPATEN RAJA AMPAT, PAPUA DAN POTENSINYA SEBAGAI PENDEGRADASI SELULOSA DAN PELARUT FOSFAT**
[Actinomycetes Diversity in Waigeo Island, Raja Ampat Regency, Papua and Their Potentials as Cellulose Degradation and Phosphate Solubilization]
ArifNurkanto.....9
- POTENSI IKAN MUJAIR (*Sarotherodon mossambica*) SEBAGAI BIOAKUMULATOR PENCEMARAN PESTISIDA PADA LINGKUNGAN PERTANIAN**
[The Potential of Mujair Fish (*Sarotherodon mossambica*) as Bioaccumulator of Pesticides Contamination in Agricultural Land]
Yulvian Sani dan Indraningsih.....19
- PEMBUATAN STARTER UNTUK EKSTRAKSI MINYAK KELAPA MURNI MENGGUNAKAN MIKROBA AMILOLITIK**
[Preparation of Starter for Extracting Virgin Coconut Oil by Using Amylolytic Microbes]
ElidarNaiola.....31
- RETRANSFORMATION AND EXPRESSION OF RECOMBINANT VIRAL PROTEIN OF JEMBRANA SU AND Tat (JSU AND JTat) IN pGEX SYSTEM**
[Retransformasi dan Ekspresi Protein Virus Rekombinan JSU dan JTat Penyakit Jembrana dalam Sistem pGex]
Endang T Margawati, Andi Utama and Indriawati.....39
- POPULASI POHON JENIS DIPTEROCARPACEAE DI TIGA TIPE HUTAN PAMAH KALIMANTAN**
[Tree Population of Dipterocarpaceae Species in Three Vegetation Types of Lowland Forests Kalimantan]
Herwint Simbolon.....45
- DAUR PATOLOGIS TEGAKAN HUTAN TANAMAN *Acacia mangium* Willd.**
[Pathological Rotation of *Acacia mangium* Willd. Forest Stand]
Simon Taka Nuhamara, Soetrisno Hadi, Endang Suhendang, Maggy T Suhartono, Wasrin Syafii dan Achmad.....59
- KEANEKARAGAMAN FLORA CAGAR ALAM NUSA BARONG, JEMBER - JAWA TIMUR**
[Floral Diversity of Nusa Barong Nature Reserve, Jember - East Java]
Tukirin Partomihardjo dan Ismail.....67
- KARAKTERISASI 17 FAMILI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) GENERASI KE TIGA (G-3) BERDASARKAN METODE TRUSS MORFOMETRIKS**
[Characterization of 17 Families of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Third Generation (G-3) Based on Truss Morphometrics]
Nuryadi, Otong Zenal Arifin, Rudhy Gustiano dan Mulyasari.....81

INDUKSI KALUS DAN REGENERASI TUNAS PULAI PANDAK (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.) [Callus Induction and Shoot Regeneration of Pulai pandak (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.)] <i>Rossa Yunita dan Endang Gati Lestari</i>	91
POTENSI ANTIBAKTERIA EKSTRAK DAN FRAKSI LIBO (<i>Piper mnlatum</i> Bl.) [Antibacterial Potential of Extract and Fraction of Libo (<i>Piper mnlatum</i> Bl.)] <i>Sumarnie H Priyono</i>	99
TOLERANSI SENGON BUTO (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) YANG DITANAM PADA MEDIA LIMBAH TAILING TERCEMAR SIANIDA DENGAN PERLAKUAN PUPUK [Tolerance of Sengon buto (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) Grown on Cyanide Contaminated Tailing Media with Fertilizer Application] <i>Fauzia Syarif</i>	105
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
MENGESTIMASI NILAI KERUSAKAN TUMBUHAN INANG AKIBAT PEMARASITAN BENALU [Estimating the Destruction of Host Plant caused by Mistletoe Parasitizing] <i>Sunaryo</i>	111

KERAGAMAN AKTINOMISETES KEPULAUAN WAIGEO, KABUPATEN RAJA AMPAT, PAPUA DAN POTENSINYA SEBAGAI PENDEGRADASI SELULOSADAN PELARUT FOSFAT

[Actinomycetes Diversity in Waigeo Island, Raja Ampat Regency, Papua and Their
Potentials as Cellulose Degradation and Phosphate Solubilization]

ArifNurkanto

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Jakarta Bogor KM 46-Cibinong 16911
E-mail: arief_nurkanto@yahoo.com

ABSTRACT

Some Actinomycetes isolated from Waigeo Raja Ampat Regency Papua have been identified. Those isolates were also characterized for their cellulolytic and phosphate solubilizing ability. Microscopic identification was based on Miyadoh (1997) and Holt (1994) methods. Actinomycetes could be identified by microscopic observation on spores, chain spore, hypha, aerial hypha and its pigmentation. The cellulolytic ability was observed by clear zone ratio in CMC medium and phosphate solubilizing activity by the same approach in Vikoskaya medium. From 139 Waigeo's Actinomycetes isolates which had been deposited in LIPI Microbial Collection (LIPIMC) were identified as 10 genera (*Actinomadura*, *Actinoplanes*, *Microbispora*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Pseudonocardia*, *Saccharopolispora*, *Streptomyces*, *Streptosporangium* and *Thermomonospora*). As much as 57.5% phosphate solubilizing actinomycetes and 82.7 % cellulolytic actinomycetes were detected.

Kata kunci: Aktinomisetes, Waigeo Island, RC, SDS-YE, selulolitik, pelarut fosfat, 16S rDNA, LIPI Microbial Collection (LIPIMC).

PENDAHULUAN

Pulau Waigeo termasuk dalam jajaran Kepulauan Raja Ampat yang terletak antara pulau Halmahera dan Papua. Mikroba yang berasal dari kepulauan tersebut sangat menarik untuk dikaji mengingat bahwa kawasan ini merupakan pulau-pulau yang berbatasan dengan kawasan Wallacea. Daerah peralihan ini merupakan pertemuan dua biogeografi yang sangat berbeda, yaitu Asia dan Australia; informasi mengenai kekayaan hayati terutama mikrobial di dalamnya masih sangat terbatas. Sampai saat ini belum diperoleh informasi mengenai diversitas mikrobial, terutama aktinomisetes dari daerah ini. Analisis diversitas diharapkan dapat ditemukan spesies aktinomisetes baru dari ekosistem Raja Ampat yang berpotensi sebagai agen penyedia nutrisi dalam tanah melalui kemampuannya dalam meremediasi selulosa dan fosfat terikat.

Mikroba mampu mendegradasi senyawa-senyawa kompleks dalam tanah menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan dan dekomposer lain sebagai sumber nutrisi (Jayasinghe dan Parkinson, 2008). Salah satu peranan mikrobial tanah adalah mendegradasi selulosa dan melarutkan fosfat inorganik. Selulosa memegang

peranan penting dalam siklus karbon di alam (Swarz, 2001) dan merupakan senyawa terbesar. Selulosa dari sisa tumbuhan dan organisme lain diurai oleh mikrobial menjadi senyawa sederhana berupa glukosa, CO₂ dan hidrogen yang sangat berguna sebagai zat hara bagi tumbuhan dan organisme tanah lainnya. Proses penguraian selulosa yang terjadi secara enzimatik dilakukan oleh selulase ekstraseluler yang dihasilkan oleh beberapa mikrobial. Kebanyakan mikrobial selulolitik hidup pada lapisan atas tanah pada kedalaman 0-30 cm dan bersifat aerob (Jensen, 2001). Fosfat merupakan senyawa esensial yang sangat diperlukan oleh tumbuhan dan juga mikrobial tanah. Fosfat yang bisa digunakan tumbuhan sebagai nutrisi adalah fosfat dalam bentuk bebas, sedangkan fosfat dalam bentuk terikat tidak mampu dimanfaatkan oleh tumbuhan (Scheffer and Scachtschabel, 1992 dalam Peix *et al.*, 2000). Fosfat yang terkandung dalam tanah sekitar 400 - 1200 mg/kg, namun kurang dari 1 mg/kg saja yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Goldstein, 1994; Hamdali *et al.*, 2008). Kekurangan P akan mengurangi produksi buah dan biji pada tanaman secara signifikan (Arcand dan Schneider, 2006). Beberapa mikrobial tanah

diketahui mampu melarutkan fosfat terikat menjadi fosfat bebas dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tumbuhan.

Aktinomisetes merupakan salah satu mikroba tanah yang memiliki kelimpahan terbesar dan berperan penting dalam proses dekomposisi. Melalui konservasi *ex situ* telah didapatkan banyak isolat berpotensi yang dapat diaplikasikan untuk kepentingan lebih lanjut. Hasil penelitian ini akan dihimpun dalam *data base* mikroba, khususnya Raja Ampat, sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap data mikroba berpotensi Indonesia.

MATERIALDANMETODE

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanah, seresah daun, sedimen, pasir laut, rumput laut, koral dan air laut. Sampel tanah dan pasir diambil sebanyak 500 g, dikeringanginkan kemudian di saring menggunakan saringan tepung. Sampel seresah diambil sebanyak 100 - 500 g. Tanah dan seresah diambil dari lantai hutan dan bagian perakaran tumbuhan. Sampel air yang diambil sebanyak 100 mL, koral dan batuan serta sampel rumput laut diambil dari dasar laut dan pantai. Pengambilan sampel dilakukan secara random sesuai dengan tipe ekosistem.

Pengolahan Sampel di Laboratorium

Sampel yang diambil dilakukan pengisolasian menggunakan beberapa metode pendekatan dengan harapan untuk mendapatkan diversitas jenis yang tinggi. Metode yang digunakan dalam preparasi sampel adalah metode *Rehydration Centrifugation* (RC) dan metode Sodium Dodecyl Sulphate - Yeast Extract (SDS-YE).

Rehydration Centrifugation (RC)

Sampel tanah dan seresah dikeringanginkan selama 7 hari pada suhu ruang, digerus dengan mortar, diayak dengan saringan tepung dan dianalisa dengan teknik RC. Sebanyak 0,5 g sampel tanah atau seresah disuspensikan dalam 50 mL 10 mM buffer fosfat yang mengandung 10% ekstrak tanah, diaduk dan didiamkan 90 menit pada suhu kamar. Supernatan diambil sebanyak 8 mL dan disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Sampel hasil sentrifugasi didiamkan tegak selama 30 menit. Supernatan diambil

sebanyak 1 mL dan dilakukan pengenceran seri sampai 10^4 . Masing-masing hasil pengenceran diambil sebanyak 0,2 mL dan ditanam pada media *Humic Acid Vitamin Agar* (HVA), kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 1 - 2 minggu. Koloni aktinomisetes yang tumbuh dimurnikan pada medium *Yeast Strach Agar* (YSA).

Media HVA yang digunakan dibuat dengan komposisi per liter: 8 mL asam humus 0,02 g CaCO_3 , 0,01 g $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1,71 g KCl , 0,05 g $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,5 g NaH_2PO_4 , agar-agar 18 g serta larutan vitamin sebanyak 5 mL. Komposisi vitamin terdiri dari tiamin HCl 0,5 mg, riboflavin 0,5 mg, asam nikotinat 0,5 mg, piridoksin HCl 0,5 mg, mio-inositol 0,5 mg, *Calcipanthotenat* 0,5 mg, asam amininobenzoik 0,5 mg, biotin 0,25 mg dan akuades 100 mL.

Metode SDS-YE

Sampel tanah sebanyak 1 g disuspensikan dalam 10 mL akuades steril, dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 15 menit, dibiarkan selama 1 menit, lalu diambil sebanyak 1 mL pada bagian tengah suspensi (di atas endapan tanah). Suspensi tersebut diinokulasikan dalam 9 mL medium SDS-YE (larutan buffer fosfat pH 7 steril yang mengandung 6% ekstrak khamir dan 0,05% sodium dodesil sulfat) dan diinkubasi dalam *water bath* selama 20 menit pada suhu 40°C . Sampel yang telah diencerkan dengan akuades steril ($10^3 - 10^5$) diinokulasikan sebanyak 0,2 mL pada media HVA, diinkubasi selama 14 sampai 21 hari pada suhu 28°C . Koloni yang tumbuh dari masing-masing cawan petri dihitung dan dikalkulasi dalam perhitungan total jumlah koloni per gram sampel tanah. Koloni yang dihitung dari tiap cawan petri hams lebih dari 10 koloni (Lee and Hwang, 2002).

Identifikasi dan Preservasi

Identifikasi isolat yang sudah tumbuh pada medium YSA dilakukan melalui pengamatan makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan dilakukan pada bentuk dan warna koloni, pigmen yang dihasilkan, bentuk spora, letak spora dan bentuk rantai spora. Identifikasi berdasarkan metode Miyadoh (1997) dan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al, 1994). Identifikasi beberapa isolat dilakukan secara molekuler melalui pendekatan 16S rDNA. Isolat yang diidentifikasi menggunakan pendekatan molekuler

ini diduga merupakan spesies baru berdasarkan hasil karakterisasi morfologi. Analisis molekuler yang dilakukan berupa ekstraksi DNA, PCR dengan menggunakan primer 9F dan 151 OR, purifikasi DNA dan sekuensing dengan menggunakan *DNA Analyzer*. Isolat yang sudah teridentifikasi dipreservasi pada suhu -80°C dan kultur kerja dipelihara pada medium YSA.

Uji Potensi Isolat Pendeградasi Selulosa

Isolat ditumbuhkan dalam bentuk koloni bulat dengan diameter koloni 1 cm umur inkubasi 7 hari pada medium *Carboxil Methyl Cellulose* (CMC). Komposisi media ini adalah: 1 g/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 g/L $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,1 g/L glukosa, 1 g/L ekstrakhamir, 10 g/L CMC, 1 g/L FeCl_3 , 18 g/L agar-agar dengan pH 7,0. Media dalam cawan petri yang sudah ditanami isolat dinkubasi selama 2 minggu pada suhu 28°C . Koloni yang sudah tumbuh diukur diameternya, disiram dengan larutan merah kongo 0,1% selama 10 menit dan dibilas dengan larutan NaCl 1%. Diameter zona bening yang terbentuk di sekitar koloni diukur. Aktivitas selulolitik ditentukan dengan perbandingan (rasio) antara diameter zona bening dan diameter koloni.

Uji Potensi Isolat Pelarut Fosfat

Isolat ditumbuhkan dengan cara yang sama seperti pada perlakuan uji aktivitas pendeградasi selulosa. Media yang digunakan adalah *Vikoskaya* dengan komposisi 10 g/L glukosa, 5 g/L Ca_3PO_4 , 0,5 g/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 g/L KC1 , 0,1 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,01 g/L $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,5 g/L yeast ekstrak dan 0,01 g/L $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 18 g/L agar pada pH 7,0. Diameter zona bening dan diameter koloni, setelah inkubasi selama 2 minggu pada suhu ruang, diukur dan rasio keduanya dinyatakan sebagai aktivitas pelarut fosfat.

HASIL

Penelitian dilakukan dengan menginventarisasi kelimpahan aktinomisetes dari enam tipe ekosistem yang berbeda. Total koloni aktinomisetes yang diperoleh dengan dua metode isolasi tersebut berbeda, di mana pada metode RC menghasilkan total koloni yang lebih sedikit (Tabel 1).

Sebanyak 139 isolat murni yang telah diidentifikasi sampai pada tingkat genus diuji potensinya sebagai mikroba pelarut fosfat dan selulolitik (Tabel 2).

Tabel 1. Rata-rata total koloni Aktinomisetes pada berbagai tipe ekosistem berdasarkan metode isolasi SDS dan RC

Tipe ekosistem	PH tanah	Ketinggian Tempat (m)	Koordinat tempat	Vegetasi Dominan	CFU/g sampel ($\times 10^3$)	
					Metode SDS YE	Metode RC
Coral dan batuan laut	6,8	0	S: 00.18.865 E: 130.55.157		-	-
Rumput laut	6,3	0	S: 00.21.005 E: 130.58.047	<i>Halophila</i> sp, <i>Enhalus icoroides</i>	-	-
Sedimen laut	6,8	0	S: 00.20.257 E: 130.57.434		-	-
Hutan mangrove	6,6	9	S: 00.19.041 E: 130.53.462	<i>Bruguiera gymnorhyza</i> , <i>Xylocarpus granatum</i>	2,6	-
Hutan primer tepi pantai	7,0	12	S: 00.19.041 E: 130.53.462	<i>Inocarpus fagiferus</i> , <i>Paraderris elliptica</i> ,	7381,5	15,5
Padang rumput	6,5	10	S: 00.19.109 E: 130.55.143	<i>Cyperus rotundus</i>	61750,0	132,7
Hutan heterogen dataran rendah	7,1	48	S: 00.19.178 E: 130.55.063	<i>Inocarpus fagiferus</i>	1489,3	13,3
Hutan homogen dominasi palm	6,4	9	S: 00.19.402 E: 130.55.228	<i>Pigafetla filaris</i>	34650,0	37,3
Hutan perbukitan	6,9	49	S: 00.17.635 E: 130.57.078	<i>Myristicaceae</i>	958,3	5,0

Tabel 2. Hasil identifikasi aktinomisetes dan potensi sebagai pelarut fosfat dan selulolitik

No	Kode isolat	Genus/Spesies	Rasio zona bening akti vitas pelarut fosfat	Rasio zona bening akti vitas selulolitik
1	W1-3	<i>Streptomyces</i>	-	1,527
2	W3-1	<i>Streptosporangium</i>	1,371	4,885
3	W3-2	<i>Streptomyces</i>	-	7,3
4	W3-3	<i>Streptomyces</i>	-	4
5	W3-4	<i>Streptomyces</i>	1,261	4,803
6	W3-6	<i>Streptomyces</i>	1,077	3,074
7	W3-7	<i>Streptomyces</i>	1,33	4,588
8	W3-8	<i>Streptomyces</i>	-	4,286
9	W5-1	<i>Streptomyces</i>	1,287	2,883
10	W5-2	<i>Streptomyces</i>	-	5,9
11	W5-3	sp.1	-	3,917
12	W5-4	<i>Streptomyces</i>	-	2,916
13	W5-5	<i>Streptomyces</i>	1,101	3,333
14	W5-6	<i>Streptomyces</i>	1,667	3,875
15	W8-1	<i>Streptomyces</i>	1,258	4,25
16	W8-2	<i>Streptomyces</i>	1,298	5,286
17	W8-4	<i>Microbiospora</i>	-	4,143
18	W8-5	<i>Nocardia</i>	-	4,165
19	W8-6	<i>Streptomyces</i>	-	5,409
20	W10-1	<i>Streptomyces</i>	1,087	3,353
21	W10-2	<i>Streptomyces</i>	1,08	5,077
22	W10-3	<i>Streptomyces</i>	-	3,8
23	W10-5	<i>Actinoplanes</i>	1,151	3,667
24	W10-6	sp.2	1,25	3,875
25	W12-1	<i>Streptomyces</i>	1,152	5,829
26	W12-2	<i>Streptomyces</i>	-	6
27	W12-3	<i>Streptomyces</i>	1,184	4,154
28	W12-4	<i>Streptomyces</i>	1,092	-
29	W12-5	<i>Streptomyces</i>	1,079	3,547
30	W12-6	<i>Streptomyces</i>	1,2	4,118
31	W14-4	<i>Streptomyces</i>	1,052	3,299
32	W17-1	<i>Streptomyces</i>	-	4,034
33	W17-2	<i>Streptomyces</i>	-	4,1
34	W17-3	<i>Streptomyces</i>	-	-
35	W17-4	<i>Streptomyces</i>	1,145	5,333
36	W17-5	<i>Streptomyces</i>	-	-
37	W17-6	<i>Streptomyces</i>	-	3,5
38	W17-7	<i>Streptomyces fumanus</i> *	1,232	2,309
39	W17-8	<i>Streptomyces</i>	-	2
40	W23-1	<i>Streptomyces</i>	1,29	2,667
41	W23-2	<i>Streptomyces</i>	1,214	7
42	W23-3	<i>Streptomyces</i>	-	4,2
43	W23-4	sp.3	-	4,118
44	W25-1	<i>Streptomyces</i>	-	3,034
45	W25-2	<i>Streptomyces</i>	1,201	4,9

Ket. * : identifikasi jenis menggunakan sekuensing 16S rDNA. Kandidat spesies novel.

lanjutan Tabel 2. Hasil identifikasi aktinomisetes.....

No	Kode isolat	Genus/Spesies	Rasio zona bening a ktivitas pe larut fosfat	Rasio zona bening a ktivitas selu lotik
46	W25-3	<i>Streptom yces</i>	1,222	5,262
47	W25-4	sp .4	1,067	2
48	W25-5	<i>A ctinoplanes</i>	1,141	6
49	W25-6	<i>No cardia</i>	1,051	4,8
50	W26-1	<i>Streptom yces</i>	1,05	2,689
51	W26-2	<i>Streptom yces</i>	-	1,167
52	W26-3	<i>Streptom yces</i>	1,129	3,375
53	W26-4	<i>Strepto myces</i>	-	3,018
54	W26-5	<i>Streptom yces</i>	1,509	3,772
55	W26-6	<i>Streptom yces</i>	-	3,056
56	W27-1	<i>Streptom yces</i>	1,136	2,769
57	W27-2	<i>A ctinom adura</i>	1,193	5,571
58	W27-3	<i>Streptom yces</i>	1,242	3,482
59	W 27-4	<i>Strep to sporangium</i>	-	2,643
60	W27-5	<i>Streptom yces</i>	1,176	3,857
61	W27-6	<i>Strepto myces</i>	1,134	4,419
62	W27-7	<i>Streptom yces</i>	1,102	2,478
63	W27-8	<i>Streptom yces</i>	1,133	3,571
64	W28-1	<i>Streptom yces</i>	1,143	3,5
65	W 28-2	<i>Streptom yces</i>	1,096	1,625
66	W28-3	<i>Streptom yces</i>	-	3,778
67	W28-4	<i>Streptom yces</i>	1,417	3,42
68	W33-1	<i>Streptom yces</i>	1,224	3,714
69	W33-2	<i>Streptom yces</i>	1,178	3,056
70	W33-3	<i>Strep to sporangium</i>	-	-
71	W36-5	<i>Streptom yces</i>	-	4,575
72	W36-6	<i>Streptom yces</i>	-	4,444
73	W 40-1	<i>Streptom yces</i>	1,143	4,667
74	W40-2	<i>Microm onospora</i>	1,179	3
75	W40-3	<i>Streptom yces</i>	1,141	3,085
76	W40-5	<i>Streptom yces</i>	1,028	2,788
77	W40-6	<i>Streptom yces</i>	1,25	2,9
78	W 14-1	<i>Streptom yces</i>	1,391	3,917
79	W 14-2	<i>Streptom yces</i>	1,582	-
80	W 14-3	<i>Streptom yces</i>	-	4,667
81	W 16-1	<i>Streptom yces</i>	-	3,7
82	W 16-2	<i>Streptom yces</i>	-	1,9
83	W 16-3	<i>Streptom yces</i>	-	-
84	W 16-4	<i>Streptom yces</i>	-	3,556
85	W 16-5	sp.5	-	-
86	G2-1	sp .6	1,577	3,923
87	G2-2	<i>Streptom yces</i>	-	2,5
88	G2-3	<i>Streptom yces</i>	1,053	-
89	G2-4	<i>Streptom yces</i>	-	2,333
90	G2-5	sp.7	-	2,083

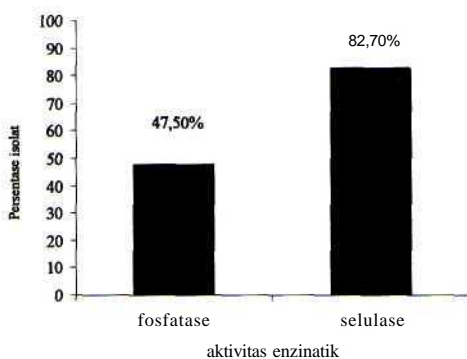
lanjutan Tabel 2. Hasil identifikasi aktinomisetes.....

No	Kode isolat	Genus/Spesies	Rasio zona bening aktivitas pe larut fosfat	Rasio zona bening aktivitas selulotik
91	G2-6	<i>Streptomyces</i>	-	2,5
92	RC-W 8-1	<i>Streptomyces</i>	-	3,15
93	RC-W 14-1	<i>Streptomyces</i>	1,1	3,792
94	RC-W 14-2	<i>Streptomyces</i>	-	3,625
95	RC-W 16-1	<i>Actinoplanes</i>	-	3,4
96	RC-W 16-2	<i>Micromonospora</i>	-	3,6
97	RC-W 16-3	<i>Streptomyces</i>	-	-
98	RC-W 16-4	<i>Streptomyces</i>	-	3,2
99	RC-W 16-5	<i>Streptomyces</i>	-	-
100	RC-W 16-6	<i>Streptomyces</i>	-	3,85
101	RC-W 16-7	<i>Streptomyces</i>	1,067	3,583
102	RC-W 16-8	<i>Streptomyces</i>	1,7	-
103	RC-W 16-9	<i>Streptomyces</i>	1,877	3,393
104	RC-W 16-10	<i>Streptomyces</i>	-	3,083
105	RC-W25-1	<i>Thermomonospora</i>	1,591	-
106	RC-W25-2	<i>Streptomyces</i>	-	2,222
107	RC-W26-1	<i>Actinoplanes</i>	1,178	4,778
108	RC-W26-2	<i>Nocardia</i>	-	-
109	RC-W26-3	Sp.8	-	2,222
110	RC-W26-4	Sp.9	-	4
111	RC-W26-5	<i>Streptomyces</i>	-	-
112	RC-W26-6	<i>Streptomyces</i>	1,087	3,889
113	RC-W26-7	<i>Streptomyces</i>	-	-
114	RC-W26-8	<i>Strepto sporangium</i>	-	-
115	RC-W26-9	<i>Streptomyces</i>	-	2
116	RC-W27-1	<i>Nocardia</i>	-	1,333
117	RC-W27-2	Sp.10	-	2,871
118	RC-W27-3	<i>Streptomyces</i>	-	1,5
119	RC-W27-4	<i>Pseudonocardia</i>	-	3,9
120	RC-W28-1	<i>Streptomyces</i>	-	5,2
121	RC-W28-2	<i>Streptomyces</i>	1,233	3,071
122	RC-W28-3	Sp.11	-	-
123	RC-W28-4	<i>Streptomyces</i>	1,131	1,333
124	RC-W28-5	Sp.12	1,091	-
125	RC-W28-6	<i>Streptomyces</i>	1,261	2,538
126	RC-W28-7	<i>Actinoplanes</i>	-	-
127	RC-W28-8	<i>Streptomyces</i>	-	-
128	RC-G2-1	<i>Streptomyces</i>	-	2,3
129	RC-G2-2	Sp.13	-	3,571
130	RC-G2-3	<i>Streptomyces</i>	-	3,7
131	RC-G2-4	<i>Streptomyces</i>	-	-
132	RC-G2-5	<i>Strepto sporangium</i>	-	-
133	RC-G2-6	<i>Streptomyces</i>	1,051	-
134	RC-G2-7	<i>Streptomyces</i>	-	3,136
135	RC-G2-8	<i>Pseudonocardia</i>	1,05	4
136	RC-G2-9	<i>Saccharopolyspora</i>	-	-
137	RC-G2-10	<i>Streptomyces</i>	-	3,385
138	RC-G2-11	<i>Streptomyces</i>	-	-
139	RC-G2-12	<i>Streptomyces</i>	-	2,508

Tabel 3. Kelimpahan aktinomisetes yang ditemukan dalam sampel.

Genus	Total isolat
<i>Actinomadura</i>	1
<i>Actinoplanes</i>	5
<i>Microbiospora</i>	1
<i>Micromonospora</i>	2
<i>Nocardia</i>	4
<i>Pseudonocardia</i>	2
<i>Saccharopolispora</i>	1
<i>Streptomyces</i>	104
<i>Streptosporangium</i>	5
<i>Thermomonospora</i>	1
Belum teridentifikasi	13

Persentase banyaknya isolat Aktinomisetes yang menghasilkan selulase dan fosfatase dari total isolat aktinomisetes ditunjukkan pada Grafik 1.



Grafik 1. Persentase isolat Aktinomisetes penghasil selulase dan fosfatase.

PEMBAHASAN

Isolasi Aktinomisetes menggunakan dua metode yang berbeda menghasilkan total koloni yang berbeda pula, di mana metode RC menghasilkan total koloni yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan Aktinomisetes yang terisolasi dengan metode RC terutama Aktinomisetes yang memiliki spora motil, di antaranya adalah genus *Actinomadura*, *Actinoplanes*, *Microbiospora*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Pseudonocardia*, *Saccharopolispora* dan *Thermomonospora*. Tidak ada genus yang secara spesifik terisolasi dengan menggunakan metode RC. Metode ini hanya digunakan untuk meminimalkan pertumbuhan *Streptomyces*. Proses sentrifugasi pada metode RC akan mengendapkan partikel tak larut termasuk spora Aktinomisetes, spora yang tidak berflagel akan tetap mengendap sedangkan spora yang berflagel akan bergerak ke permukaan pada waktu

sampel hasil sentrifugasi didiamkan tegak selama 30 menit (Goodfellow dan Cross, 1981; Hayakawa, 2001).

Ekosistem laut seperti coral, sedimen dan rumput laut tidak terisolasi aktinomisetes. Hal ini tidak menunjukkan bahwa pada tipe ekosistem ini tidak ada aktinomisetes yang hidup, namun diduga lebih didasarkan pada teknik isolasi yang digunakan. Keanekaragaman aktinomisetes pada ekosistem laut memerlukan metode isolasi yang khusus seperti metode sedimen kering, metode membran filter atau metode phaga (Kurboke, 2001). Teknik isolasi yang telah digunakan, yaitu SDS YE dan RC lebih bersifat universal dalam mengisolasi Aktinomisetes.

Hutan mangrove menghasilkan kelimpahan isolat yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan ekosistem yang lain. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan tanah yang tidak mendukung bagi pertumbuhan aktinomisetes. Salinitas dan keasaman yang terlalu tinggi pada ekosistem mangrove akan menghambat pertumbuhan aktinomisetes. Di samping itu kondisi lantai hutan mangrove yang selalu lembab dan basah tidak cocok untuk pertumbuhan optimum mikroba ini, karena aktinomisetes tumbuh baik pada tanah kering dan cukup aerasi (Waksman, 1967; McCharty dan Williams, 1990; Lee dan Hwang, 2002). Padang rumput menghasilkan isolat yang paling banyak di antara tipe ekosistem yang lain. Hal ini dikarenakan padang rumput memiliki kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan Aktinomisetes, yaitu tanah kering, cukup aerasi dan pencahayaan. Selain itu, rumput terus menerus mengalami regenerasi sepanjang tahun yang menghasilkan banyak selulosa yang merupakan sumber nutrisi bagi aktinomisetes selulolitik.

Streptomyces merupakan genus paling dominan yang ditemukan di semua tipe ekosistem. Hal ini dikarenakan *Streptomyces* merupakan genus terbesar dalam aktinomisetes yang mampu tumbuh lebih cepat dibandingkan genus yang lainnya. Isolat *Streptomyces* yang ditemukan di sampel tanah Waigeo diduga memiliki keragaman jenis yang tinggi. Hal ini terlihat dari bervariasinya karakter morfologi, baik dari warna koloni, bentuk spora dan pigmen yang dihasilkan. Konfirmasi lanjut dengan menggunakan analisis molekuler 16S rDNA terhadap beberapa isolat juga

menunjukkan variasi jenis, bahkan beberapa menunjukkan kandidat spesies baru. *Streptomyces* tersebar di semua tipe habitat terutama tanah (Madigan *et al.*, 2003). Genus ini memiliki rantai spora yang panjang pada hifa aerial dan memiliki miselium yang rapat dan padat. Spora tersusun dalam bentuk kumparan yang menggulung atau berpilin. Ada juga yang berbentuk untaian panjang melengkung. Rantai spora *Streptomyces* sangat jelas terlihat pada pengamatan mikroskopik, karena memiliki bentuk yang khas. Presentase GC dari genus ini adalah 69 - 75. Jenis dari *Streptomyces* yang telah ditemukan mencapai

10. *Streptosporangium* juga banyak ditemukan. Genus ini memiliki ciri miselium yang bercabang dengan sporangia berbentuk globus dan berukuran cukup besar (10 µm) yang terbentuk pada miselium aerial. Artrospora terbentuk dengan cara septasi hifa yang tak bercabang dan menggulung. Artrospora berbentuk sperik, oval atau batang dan bersifat nonmotil. Kebanyakan spesies adalah mesofilik dan beberapa ada yang termotoleran. Gula khas penyusun dinding sel adalah madurosa dengan habitat utamanya adalah tanah, serasah dan kotoran hewan.

Genus terbanyak ke tiga yang ditemukan adalah *actinoplanes*. Spora berbentuk sperik atau sub sperik atau batang pendek. Spora bersifat motil dalam air dan memiliki flagel polar. Miseliumnya bercabang, namun tidak memiliki aerial miselium. Hifa tersusun dalam bentuk palisade. Banyak menghasilkan pigmen yang disekresikan ke media. Dinding sel tersusun atas D-xilosa dan L-arabinosa. Memiliki persentase GC 69 - 71 dan bersifat aerob. Kebanyakan jenis dari *actinoplanes* tidak membutuhkan faktor tumbuh organik. Habitat utamanya pada tanah dan serasah dengan temperatur pertumbuhan 15° - 35°C (Holt *et al.*, 1994; Miyadoh, 1997).

Nocardiafuga banyak ditemukan, dengan ciri-ciri hifa vegetatif yang bercabang dengan diameter 0,5 - 1,2 µm. Koloni berbentuk bakteroid dan kokoid. Memiliki hifa aerial dengan spora rantai pendek yang tersusun atas beberapa spora. Terdapat melimpah di habitat tanah yang bersifat obligat aerob dan beberapa ada yang bersifat patogen pada manusia dan hewan. Presentase GC nocardia adalah 61 -72.

Pseudonocardia ditemukan dengan ciri spora tersusun dalam bentuk rantai pada miselium aerial. Memiliki hifa bersegmen dan sering berbentuk zigzag dengan kecenderungan mengalami pembengkakan apikal maupun interkalar. Spora berdinding halus atau ada juga yang berduri dengan ukuran sangat bervariasi. Kondisi pertumbuhannya adalah mesofil atau termofilik. Ditemukan pada sisa tanaman yang membusuk dan pada tanah.

Micromonospora ditemukan dua isolat dengan karakteristik memiliki miselium berseptasi dan bercabang dengan diameter 0,5 µm. Spora nonmotil dan sering dijumpai dalam susunan tunggal pada sporofor. Genus ini tidak memiliki hifa aerial dengan sifat aerobik sampai mikroaerobik. Beberapa spesies bersifat anaerob dan sering dijumpai pada intestinum rayap dan rumen domba. Bersifat acidofilik dengan pH lingkungan pertumbuhan di bawah 6. Suhu optimum pertumbuhannya 20-40°C. Genus ini memiliki presentase GC 54-79. Habitat penyebaran micromonospora cukup luas, baik di tanah, air, air laut ataupun sedimen.

Hanya ada satu isolat yang teridentifikasi sebagai *Aktinomadura*. Genus ini memiliki hifa vegetatif bercabang yang membentuk miselium pada substrat. Ada yang memiliki miselium aerial ada yang tidak memiliki. Jika terdapat miselium aerial biasanya berwarna biru, kuning, coklat, pink, hijau atau putih. Miselium aerial yang telah dewasa kadang kala membentuk rantai artrospora yang pendek atau panjang. Rantai spora lurus, bengkok atau tidak beraturan. Permukaan spora memiliki bentuk yang bervariasi, tergantung dari spesiesnya. Bentuk permukaan spora adalah terlipat, tidak beraturan, rugos, halus dan ada yang berduri. Dapat tumbuh baik pada suhu 60°C dengan sifat aerobik kemoorganotrofik. Terdistribusi luas dalam tanah, namun beberapa spesies bersifat patogen pada hewan dan manusia.

Microbiospora juga dijumpai di ekosistem Raja Ampat. Genus ini memiliki miselia bercabang yang terdapat spora dalam susunan longitudinal berpasangan. Spora tersusun duplet pada sporofor yang pendek dengan bentuk spora sperik sampai oval yang berdiameter 1,2-1,6 µm. Spora microbiospora bersifat nonmotil dengan permukaan yang halus.

Umumnya dijumpai bersifat mesofil dan termofil. Genus ini memiliki prosentase GC 54—79.

Saccharopolispora hanya dijumpai satu isolat dengan karakteristik berupa miselia bercabang, bersepta dengan diameter 0,4 - 0,8. *Hifa* aerial juga bersegmen dengan bentuk lurus atau spiral yang membentuk rantai spora. Spora dari beberapa spesies dapat menyebabkan alergi alveolitik. Genus ini bersifat mesofil dan beberapa bersifat termofil. Banyak dijumpai pada makanan ternak, biji-bijian, bagas, dan juga ditemukan pada tanah.

Thermomonospora mempunyai ciri membentuk aleuriospora *nonmotil* tunggal pada hifa aerial dan tahan terhadap panas. Sporulasi terjadi optimum pada pH 8,0. Spora bisa mati dengan perlakuan pemanasan 90° C selama 30 menit dalam suspensi cair. Genus termofil ini sering dijumpai pada kotoran ternak, kompos dan makanan ternak dengan pemanasan berlebihan. Ada beberapa spesies yang bersifat mesofil dan dijumpai dalam tanah.

Sebagian besar isolat yang diuji aktivitasnya terhadap kemampuan mendegradasi selulosa menunjukkan hasil positif (82,7%) yang ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Adanya zona bening menunjukkan bahwa isolat memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa. Makin besar zona bening, mengindikasikan tingginya enzim selulase yang dihasilkan. Rata-rata rasio zona bening juga relatif tinggi, dengan nilai lebih dari 2, bahkan ada yang mencapai 7. Studi yang sama juga telah dilakukan di hutan kebakaran Kalimantan Timur, namun hanya diperoleh rata-rata zona bening tidak lebih dari 1,75 (Nurkanto, 2008). Kemampuan selulolitik yang tinggi dari isolat Raja Ampat ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi tanahnya yang ekstrim. Habitat tanah asalnya bertipe *Limestone* dan tipe tanah padas, relatif rendah kandungan nutrisinya, di mana dari hasil analisis tersebut nutrisi tanah rata-rata hanya 0,74 % dan 0,18 % untuk total karbon dan nitrogen. Kandungan ini jauh lebih rendah jika dibandingkan kandungan rata-rata total karbon dan nitrogen untuk tanah normal yang berkisar 10% dan 1% (Lee and Hwang, 2002), sedangkan tipe tanah tandus sekitar 2,27% dan 0,12% (Nurkanto, 2008). Sumber karbon terbanyak berupa selulosa yang berasal dari serasah tumbuhan, sehingga

mikroba di dalamnya harus melakukan proses adaptasi dengan kemampuan yang tinggi untuk mencerna selulosa sebagai sumber karbon utamanya.

Potensi isolat yang mampu melarutkan fosfat inorganik juga relatif tinggi (47,5%). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan kondisi tanah di Raja Ampat yang bertipe *limestone* yang banyak menyimpan cadangan fosfat dalam bentuk terikat. Kebutuhan fosfat mikroba yang hidup di dalamnya terpenuhi dengan cara melarutkan fosfat terikat secara enzimatis (Arcand dan Schneider, 2006).

Ketersediaan fosfat melibatkan proses yang kompleks meliputi akumulasi dan solubilisasi senyawa fosfat, yang dimediasi oleh kompleks enzim fosfatase yang terdiri dari fosfomonoesterase, diesterase, poliesterase, dan nuklease (Sudiana *et al.*, 1997, Sudiana *et al.*, 1998). Aktivitas kompleks enzim tersebut dipengaruhi oleh tingkat keasaman lingkungan, dan status reaksi oksidasi reduksi proses degradasi, sehingga perlu dilakukan monitoring pH, temperatur, alkalinitas dan keberadaan ion-ion tertentu yang mempengaruhi tingkat oksidasi-reduksi lingkungan.

KESIMPULAN

Berbagai tipe ekosistem yang terdapat di kepulauan Raja Ampat mengakibatkan keanekaragaman Aktinomisetes. Sebanyak 10 genus telah berhasil diisolasi dari 6 tipe ekosistem dimana genus *Streptomyces* dijumpai di setiap ekosistem dengan kelimpahan tertinggi. Adanya aktifitas selulolitik dan fosfatase yang tinggi dari sebagian besar isolat diharapkan mampu dimanfaatkan secara berkesinambungan melalui konservasi *ex situ*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan hasil eksplorasi E-Win (Ekspedisi WidyaNusantara) LIPI tahun 2007. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Heddy Julistiono, Dr. I Made Sudiana, Dr. J Purwanto, Dra. Nunik Sulistinah, Rini Riffiani, M.Si. (Pusat Penelitian Biologi-LIPI) dan Wahono (Biologi FMIPA Undip) atas bantuan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arcand MM dan KD Schneider. 2006.** Plant and microbial-based mechanisms to improve the agronomic effectiveness of phosphate rock: a review. *Ann. Acad. Bras. Cie'nc.* **78**,791- 807.
- Goldstein AH. 1994.** Involvement of the quinoprotein glucose dehydrogenase in the solubilization of exogenous phosphates by Gram-negative bacteria. *In: A Torriani-Gorini, E Yagil and S Silver (Eds.), Phosphate in Microorganisms: Cellular and Molecular Biology*, 197-203. ASM Press, Washington DC.
- Goodfellow M and M Cross. 1981.** *Classification.* *In: The Biology of Actinomycetes*, 7 - 164. Academic Press, London.
- Hamdali H, B Bouizgarne, M Hafidi, A Lebrihi, MJ Virolle and Y Ouhdouch. 2008.** Screening for rock phosphate solubilizing Actinomycetes from Moroccan phosphate mines. *Journal of applied soil ecology* **38**, 12-19.
- Hayakawa M. 2001.** Selective isolation of rare Actinomycetes genera using pretreatment techniques. *In: I Kurboke (Ed.), Selective Isolation of Rare Actinomycetes*, 55-81. National Library of Australia. Queensland.
- Holt JG, NR Krieg, PHA Sneath, JT Staley and ST Williams. 1994.** *Bergey's Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Lippincott Williams & A Welters Kluwer Company. Baltimore.
- Jayasinghe BATD and D Parkinson. 2008.** Actinomycetes as antagonists of litter decomposer fungi. *Journal of Applied Soil Ecology* **38**,109-118.
- Madigan MT, JM Martiko and J Parker. 2003.** *Biology of Microorganisms*. Tenth Edition. Pearson Education, Inc. USA.
- McCharty AJ and ST Williams. 1990.** Method for Studying the Ecology of Actinomycetes. *Methods Microbiol* **22**, 533-563.
- Miyadoh S. 1997.** *Atlas of Actinomycetes*. Asakura Publishing Co Ltd. Japan.
- Jensen RA. 2001.** *General Soil Information*, <http://www.fs.fed.us/r6/centraloregon/resourinfo/soil.html>. 17 Desember.
- Nurkanto A. 2008.** Studi Kelimpahan Aktinomisetes Tanah dan Hubungannya Terhadap Enzim Selulase, Amilase, Total Karbon dan Nitrogen Hutan Pasca Kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur. *Jurnal Biologi Indonesia* **5**(1),81-89.
- Kurboke I. 2001.** *Selective Isolation of Rare Actinomycetes*. Queensland. Australia.
- Lee YJ and BK Hwang. 2002.** Diversity of antifungal Actinomycetes in various vegetative soils of Korea. *J. Microbiol* **48**, 407-417.
- Scwarz WH. 2001.** The cellulosome and cellulose degradating anaerobic bacteria. *Journal of Appl. Microbiol, Biotechnol* **56**,634-649.
- Sudiana IM, T Mino, H Satoh, K Nakamura, and T Matsuo, 1997.** Metabolism of Enhanced and Non-Enhanced Biological Phosphorous Removal Sludge With Acetate and Glucose as Carbon Source. *Wat. Sci.Tech.* **6-7**: 119-129.
- Sudiana IM, T Mino, H Satoh, and T Matsuo. 1998.** Morphology, In-situ Identification with rRNA Targetted Probe and Respiratory Quinone Profile of Enhanced Biological Phosphorous Removal Sludge. *Wat. Sci. Tech.* **8-9**: 69-76.
- Peix A, A Rivas-Boyerob, PF Mateosb, C Rodriguez-Barruecoa, E Martýnez-Molinab and E. Velazquezb. 2000.** Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of Mesorhizobium mediterraneum under growth chamber conditions. *Journal of Soil Biology and Biochemistry* **33**,103-110.
- Waksman SA. 1967.** *Distribution, Isolation and Methods of Study in The Actinomycetes - A summary of Current Knowledge*, 9 - 21. The Ronald Press Company. New York.