



ISSN 0126-1754

Volume 8, Nomor 5, Agustus 2007

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

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

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional



Diterbitkan Oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah Nasional yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian 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 (dosen) maupun pekaryasiswa sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun bulan April, Agustus dan Desember. Satu 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, Achmad Dinoto, Tukirin Partomihardjo, Hari Sutrisno

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan

Distribusi

Budiarjo

Sekretaris Redaksi/Korespondensi/Kearsipan

(berlangganan dan surat-menyurat)

Enok

Ruswenti

Pusat Penelitian Biologi – LIPI
Jl. Ir. H. Juanda 18, PO Box 208, Bogor, Indonesia
Telepon (0251) 321038, 321041, 324616
Faksimili (0251) 325854; 336538
Email: herbogor@indo.net.id

Keterangan foto cover depan: *Biodiversitas Nepenthes (kantong semar), salah satu kekayaan hayati hutan hujan tropik Indonesia, sesuai makalah di halaman 335 (Foto: koleksi LIPI-M Mansur).*



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

ISSN 0126-1754

Volume 8, Nomor 5, Agustus 2007

Terakreditasi A

SK Kepala LIPI

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

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

KATA PENGANTAR

Hasil penelitian di bidang biologi oleh para peneliti kembali dikemas dalam Jurnal Berita Biologi Nomor 5 (Volume 8) ini. Studi keragaman genetik pada varietas lokal kacang hijau dimaksudkan untuk mendapatkan landasan pemuliaan sebagai langkah lanjut pengembangan salah satu komoditi penting Indonesia. Hasil studi menunjukkan adanya keragaman genetik yang cukup luas dari semua karakter kuantitatif yang diamati. Dalam bidang mikrobiologi dilaporkan hasil studi tentang pengayaan fosfat secara hayati melalui pemahaman lanjut komunitas mikroba pengakumulasi glikogen. Selain itu, dalam mikrobiologi pangan, dilaporkan hasil studi fermentasi kecap dengan menggunakan substrat dari beberapa jenis kacang-kacangan dengan ragi mutan, dilakukan untuk melihat kemungkinan penggunaan beberapa jenis kacang-kacangan sebagai bahan dasar untuk pembuatan kecap dengan menggunakan ragi yang berkualitas sebagai stater. Mikrobiologi lingkungan melaporkan hasil studinya tentang akumulasi amonia di perairan yang dipandang sangat berbahaya, diantisipasi dengan studi proses nitrifikasi oleh kultur mikroba untuk upaya pengendaliannya.

Keberadaan dan fungsi kumbang tinja Scarabaeidae (*scarabaeids dungbeetles*) dipandang komponen sangat penting dalam ekosistem hutan tropis; merupakan jenis kunci (*keystone species*), berfungsi sebagai perombak materi organik yang berupa tinja satwa liar (terutama mamalia), burung dan reptil (siklus hara). Juga sebagai penyebar pupuk alam, membantu aerasi tanah, pengontrol parasit dan penyerbuk bunga Araceae. Hasil studi keanekaragamannya di Hutan Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango, dilaporkan peneliti zoologi.

Di bidang botani, selain studi genetika kacang hijau tersebut di atas, tentang tumbuhan obat dilaporkan hasil studi secara *in vitro* pertumbuhan dan perkembangan *Typhonium* (keladi tikus). Pengaruh media dasar terhadap perkembangan embrio somatik kultur meristem jahe juga dijadikan topik riset, dan dilaporkan bahwa pengaruh media dasar yang signifikan terhadap proliferasi kalus embriogenik, dan pendewasaan embrio somatik pada kultur meristem jahe. Demikian pula keanekaragaman genetik jenis tumbuhan obat tradisional, bahan bangunan dan furnitur pulai (*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.) dipelajari pula, di mana hasil dendrogram memisahkan 2 klaster yang mengindikasikan adanya pemisahan individu ke dalam kelompok berbeda. Sementara itu, studi keanekaragaman suku Pandanaceae di kawasan Taman Nasional Lore Lindu (Poso, Sulawesi Tengah) juga dilaporkan sebagai rekor khusus, menemukan 6 jenis di kawasan itu. Buah merah (*Pandanus conoideus* Lamarck) dijadikan sebagai kasus dalam kajian etnotaksonomi di kalangan masyarakat tradisional Pegunungan Arfak, Papua, dan menemukan bahwa sistem tata nama buah merah sepadan dengan sistem tata nama ilmiah tumbuhan, sehingga kearifan lokal ini dapat merupakan alternatif dalam pemecahan masalah dalam taksonomi formal (taksonomi tumbuhan). Keanekaragaman *Nepenthes* (kantong semar) di Kalimantan Tengah diungkapkan sebagai salah satu kekayaan biodiversitas Indonesia, dan pesona keragaman tumbuhan karnivora ini kami angkat sebagai maskot cover nomor ini.

Selamat membaca!

Salam iptek,

Redaksi

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam 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 (-penulisnya). 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.
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya selengkap mungkin; sedapat-dapatnya tidak disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - a. Jurnal

Premachandra GS, Saneko H, Fujita K and Ogata S. 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. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya

Hamzah MS dan Yusuf SA. 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, 769-777. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting). Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku

Leegood RC and Walker DA. 1993. Chloroplast and Protoplast. Dalam: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkampf, 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 penilai (referee) Nomor ini

DM Puspitaningtyas – Pusat Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Bogor -LIPI

HD Ariesyadi – Fakultas Teknik dan Lingkungan-Institut Teknologi Bandung

H Simbolon – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

H Yulistiyono – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

IN Sujaya – Universitas Udayana

Irawati – Pusat Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Bogor –LIPI

JR Witono – Pusat Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Bogor –LIPI

M Amir – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

R Ubaidillah – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Rugayah – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

YS Poerba – Pusat Penelitian Biologi-LIPI

DAFTAR ISI

GENETIC VARIABILITY AND HERITABILITY ESTIMATE OF QUANTITATIVE CHARACTERS IN LOCAL MUNGBEAN (<i>Vigna radiate</i> (L.) Wilczek) VARIETIES Keragaman Genetik dan Dugaan Heritabilitas Karakter Kuantitatif pada Varietas Lokal Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek) <i>Lukman Hakim</i>	311
KOMUNITAS MIKROBA PENGAKUMULASI GLIKOGEN [The Community of Glycogen Accumulating Microbe] <i>Dyah Supriyati, Rita Dwi Rahayu dan Hartati Imamuddin</i>	319
KERAGAMAN DAN DISTRIBUSI VERTIKAL KUMBANG TINJA SCARABAEIDS (Coleoptera: Scarabaeidae) DI HUTAN TROPIS BASAH PEGUNUNGAN TAMAN NASIONAL GEDE-PANGRANGO, JAWA BARAT [Diversity and Vertical Distributions of Scarabaeids Dungbeetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Tropical Mountainous Rainforest of Gede-Pangrango National Park, West Java] <i>Sih Kahono</i>	325
KEANEKARAGAMAN JENIS <i>Nepenthes</i> (KANTONG SEMAR) DATARAN RENDAH DI KALIMANTAN TENGAH [Diversity of Lowland <i>Nepenthes</i> (Kantong Semar) in Central Kalimantan] <i>Muhammad Mansur</i>	335
PENGARUH MEDIA DASAR MS DAN N₆ TERHADAP PERKEMBANGAN EMBRIO SOMATIK PADA KULTUR MERISTEM JAHE (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) [The Effect of MS and N₆ Basal Media to Somatic Embryo Development in Meristematic Culture of Ginger (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.)] <i>Oti Rostiana dan Sitti Fatimah Syahid</i>	343
STUDI KERAGAMAN GENETIK <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br. BERDASARKAN MARKA RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA [Study on Genetic Diversity of <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br. Using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers] <i>Yuyu Suryasari Poerba</i>	353
FERMENTASI KECAP DARI BEBERAPA JENIS KACANG-KACANGAN DENGAN MENGGUNAKAN RAGI BARU <i>Aspergillus</i> sp. K-1 DAN <i>Aspergillus</i> sp. K-1A [Fermentation of kecap (soy sauce) from different kind of beans by Using Improved Inoculum <i>Aspergillus</i> sp. K-1 and <i>Aspergillus</i> sp. K-1a] <i>Elidar Naiola dan Yati Sudaryati Soeka</i>	365
REKAMAN BARU PANDANACEAE, DI PEGUNUNGAN SEKITAR DESA SEDOA, TAMAN NASIONAL LORE LINDU, SULAWESI TENGAH [New Records on Pandanaceae from Mountainous Area, Sedoa Village, Lore Lindu National Park, Central Celebes] <i>Ary Prihardhyanto Keim dan Himmah Rustiami</i>	375
KAJIAN ETNOTAKSONOMI <i>Pandanus conoideus</i> Lamarck UNTUK MENJEMBATANI PENGETAHUAN LOKAL DAN ILMIAH [The Ethnotaxonomical study of Red Pandan (<i>Pandanus conoideus</i> Lamarck) to Link the Local Wisdom and Scientific Knowledge] <i>Eko Baroto Waluyo, Ary Prihardhyanto Keim dan Maria Justina S.</i>	391

PROSES NITRIFIKASI OLEH KULTUR MIKROBA PENITRIFIKASI N-Sw DAN ZEOLIT [Nitrification by Mix Culture of Nitrifying Bacteria N-Sw and Zeolite] <i>Dwi Agustiyani, Hartati Imamuddin, Edi Gunawan dan Latifah K Darusman</i>	405
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUNAS <i>Typhonium</i> SECARA IN VITRO [Shoots Growth and Development of <i>Typhonium</i> by In Vitro Technique] <i>Djadja Siti Hazar Hoesen</i>	413

PROSES NITRIFIKASI OLEH KULTUR MIKROBA PENITRIFIKASI N-Sw DAN ZEOLIT [Nitrification by Mix Culture of Nitrifying Bacteria N-Sw and Zeolite]

Dwi Agustiyani¹✉, Hartati Imamuddin¹, Edi Gunawan² dan Latifah K Darusman²

¹Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

²Fakultas MIPA, Jurusan Kimia-IPB

ABSTRACT

The addition of zeolite into the mix culture of nitrifying bacteria N-Sw was investigated in order to improve the nitrification activity. In this experiment, the ammonium conversion was investigated by zeolite as a sole agent and also mixed with nitrifying culture N-Sw. The mix culture of nitrifying bacteria N-Sw was developed from the sludge of wastewater treatment of palm oil industry, which acclimated by ammonium sulfate for about one year. The result show that the nitrification efficiency on the treatment using nitrifying culture N-Sw was 30.76%, the ammonium elimination rate was 7.46 mg N-NH₄/L/hour. The addition of 10 g/l zeolite, increase both the nitrification efficiency (64.58%), and the ammonium elimination rate (14.0 mg N-NH₄/L/hour). The nitrification efficiency increased to be 100% on the second and third day operation, and the ammonium elimination rate was increased to be 22.4–22.9 mg N-NH₄/L/hour. From this experiment indicated that the role of zeolite on the improving the nitrification activity was as an absorbent of ammonium.

Kata kunci: Nitrifikasi, konversi amonium, efisiensi nitrifikasi, zeolite.

PENDAHULUAN

Amonia merupakan salah satu unsur kimiawi yang umum terdapat pada berbagai limbah cair, baik limbah domestik maupun industri. Konsentrasi amonia yang tinggi di dalam perairan akan menyebabkan eutrofikasi, dan pada kondisi tertentu, seperti pH tinggi (8,2) dan temperatur 25°C, amonia pada konsentrasi yang rendah (2,08 mg/l) dapat menyebabkan keracunan akut pada invertebrata (*Daphnia magna*) dan organisme akuatik lainnya (Ellis, 1993). Mengingat keberadaan amonia di perairan sangat berbahaya maka konsentrasi amonia dalam limbah cair harus dieliminasi terlebih dahulu sebelum masuk ke perairan umum.

Pengurangan konsentrasi amonia dalam sistem akuakultur ataupun dalam limbah cair dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain (1) nitrifikasi dan denitrifikasi secara biologi, yaitu melalui konversi amonia menjadi nitrat (nitrifikasi), selanjutnya nitrat menjadi gas (denitrifikasi), (2) amonia stripping, (3) breakpoint chlorination dan (4) ion exchange. Pemilihan metode untuk diaplikasikan dalam suatu pengolahan limbah cair tergantung pada tingginya konsentrasi amonia-nitrogen pada limbah tersebut (Pettersen, 1990). Amonia stripping dan breakpoint chlorination adalah metode yang sesuai untuk limbah yang mengandung kadar amonia-nitrogen tinggi (> 500

mg/L). Metoda ini cukup efektif, namun diperlukan biaya operasional yang cukup tinggi. Metoda pertukaran ion dan nitrifikasi secara biologi biasanya diterapkan pada limbah yang mengandung kadar amonia-nitrogen pada tingkat intermediet (50-500 N-NH₃ mg/L) dan rendah (<50 N-NH₃ mg/L).

Secara umum diyakini bahwa penghilangan amonia secara biologi melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi adalah metoda yang ekonomis dan efisien. Namun demikian aktivitas nitrifikasi dalam sistem lumpur aktif seringkali tidak stabil, karena pertumbuhan bakteri nitrifikasi sangat lambat dan sensitif terhadap faktor lingkungan (Imas *et al.*, 1989; Esoy *et al.*, 1998). Oleh karena itu upaya peningkatan aktivitas nitrifikasi harus dilakukan untuk keberhasilan proses perombakan nitrogen secara keseluruhan. Untuk meningkatkan efisiensi nitrifikasi telah dikembangkan berbagai metoda, antara lain imobilisasi kultur bakteri nitrifikasi pada berbagai media pembawa (*carrier*) (Atkinson, 1984). Salah satu kelemahan metoda imobilisasi adalah terhambatnya transfer masa dari substrat ke dalam matriks, sehingga bakteri di dalam matriks tidak berkembang. Penggunaan bahan pembawa mikroba (*carrier*) yang mempunyai sifat absorben atau penukar ion (*ion exchange*) diharapkan dapat mengatasi masalah transfer substrat. Zeolit, utamanya

Klinoptilolit merupakan salah satu mineral yang mempunyai kemampuan sebagai penukar kation N-NH_4^+ dan ion positif seperti Ca^{2+} , Na^+ . Zeolit juga mampu berperan sebagai absorben berbagai gas, antara lain NH_3 , CO_2 dan H_2S (Preston and Alleman, 1993; G.T.A., 2001). Dengan kemampuannya tersebut maka penggunaan zeolit sebagai bahan pembawa mikroba nitrifikasi diharapkan dapat meningkatkan aktivitas nitrifikasi. Pada penelitian ini pengaruh zeolit dan mikroba penitrifikasi N-Sw dalam proses nitrifikasi dipelajari. Kultur mikroba N-Sw yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kultur mikroba campuran (bukan kultur murni), yang mengandung beberapa bakteri penitrifikasi antara lain *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* dan *Nitrosococcus*.

BAHANDAN CARA KERJA

Bahan

Kultur Mikroba

Kultur mikroba N-Sw adalah kultur mikroba campuran hasil kultivasi dari *sludge* pengolahan limbah industri minyak kelapa sawit. Kultur ini bukan kultur murni, dalam kultur ini terdapat beberapa bakteri penitrifikasi antara lain, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* dan *Nitrosococcus*.

Media Cair untuk Pengujian Aktivitas Nitrifikasi

Komposisi media cair untuk pengujian aktivitas nitrifikasi adalah sebagai berikut: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (1000 mg/L), NaHCO_3 (3 g/L), dan KH_2PO_4 (500 mg/L). Semua bahan kimia tersebut dilarutkan dengan aquadest.

Cara kerja

Pengujian Pengaruh Konsentrasi Zeolit terhadap Konversi Amonia

Berbagai konsentrasi zeolit diuji cobakan dalam penelitian ini. Sejumlah zeolit dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (250 ml) yang berisi 100 ml media cair. Konsentrasi zeolit yang dimasukkan ke dalam erlenmeyer adalah berturut-turut 1, 10, 20, 30, 40, 50 g/100 ml, dan kontrol (tanpa zeolit), masing-masing 3 x ulangan. Campuran tersebut diatas kemudian diinkubasi di atas pengocok (*shaker*) dengan kecepatan 110 rpm. Setiap selang waktu tertentu (0, 18, 24, 42, 48 jam), sampel sebanyak 5 ml diambil, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1500 g selama 15

menit. Supernatan diambil untuk penentuan konsentrasi amonium.

Pengujian konversi amonium

Konversi amonium dengan zeolit

Proses konversi amonium ditentukan melalui pengukuran amonium, nitrit dan nitrat. Penentuan proses konversi dilakukan dengan cara menambahkan 10 g/l zeolit ke dalam Erlenmeyer (1L) yang berisi 600 ml media cair. Erlenmeyer tersebut kemudian diinkubasi di atas stirer. Pengambilan sampel sebanyak 10 ml dilakukan pada jam ke 0, 12, 24, 36, sampel kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1500 g selama 20 menit. Supernatan diambil untuk penentuan konsentrasi amonium, nitrit dan nitrat.

Konversi amonium dengan mikroba penitrifikasi N-Sw

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan kultur mikroba N-Sw (6,4 g berat basah) ke dalam Erlenmeyer (1L) yang berisi 600 ml media cair. Kultur di inkubasi diatas stirer dan di aerasi menggunakan aerator dengan konsentrasi oksigen terlarut 2 mg/L. Pengambilan sampel dan penentuan konsentrasi amonium, nitrit dan nitrat dilakukan dengan cara yang sama dengan cara kerja 3.1.

Konversi amonium dengan mikroba penitrifikasi dan zeolit

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan kultur mikroba penitrifikasi (4,8 g berat basah) dan 10 g/l zeolit ke dalam Erlenmeyer (1L) yang berisi 600 ml media cair. Kultur diinkubasi di atas stirer dan di aerasi menggunakan aerator dengan konsentrasi oksigen terlarut 2 mg/L. Setelah 24 jam reaksi, stirer dimatikan, didiamkan selama 30 menit, kemudian supernatan dibuang dan diganti umpan/media baru sehingga mencapai volume 600 ml. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali 24 jam. Pengambilan sampel dan penentuan konsentrasi amonium, nitrit dan nitrat dilakukan dengan cara yang sama dengan cara kerja 3.1.

Blank test

Sebagai pembandingan dilakukan pengujian *blank test*, yaitu konversi amonia yang disebabkan oleh efek aerasi (*air stripping*). Pengujian dilakukan dengan cara memberikan aerasi dengan aerator ke

dalam erlenmeyer (1L) yang berisi 600 ml media. Setiap selang waktu tertentu (0, 12, 24, 36 jam), 10 ml kultur diambil, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1500 g selama 20 menit. Supernatan diambil untuk penentuan konsentrasi amonia, nitrit dan nitrat.

Analisa parameter

Parameter yang diukur adalah amonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$). Konsentrasi amonium dan nitrit ditentukan dengan menggunakan metoda yang tercantum dalam Standard Method (APHA, 1992) yang telah dimodifikasi. Konsentrasi nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) ditentukan dengan menggunakan metoda yang tercantum dalam SNI, (Anonim, 1990) yang telah dimodifikasi (Agustiyani dan Hartati, 2000).

Laju penurunan amonium, efisiensi penurunan amonium dan efisiensi nitrifikasi dihitung berdasarkan rumusan sebagai berikut:

Laju penurunan $\text{N-NH}_4 =$

$$\frac{[\text{N - NH}_4]_{t=0} - [\text{N - NH}_4]_t}{\text{waktu t}} \text{ mg/L N - NH}_4 \text{ /jam}$$

$$\frac{[\text{N - NH}_4]_{t=0} - [\text{N - NH}_4]_t}{[\text{N - NH}_4]_{t=0}} \times 100 \%$$

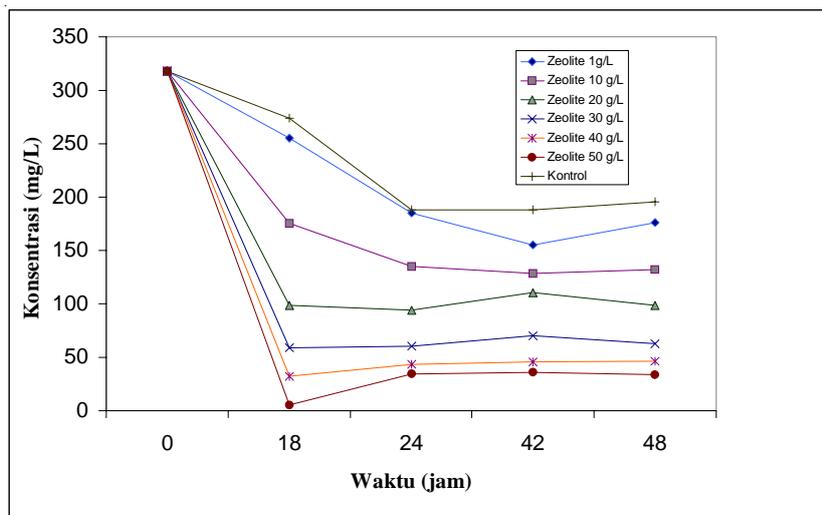
$$\frac{([\text{NO}_2] + [\text{NO}_3])_t - ([\text{NO}_2] + [\text{NO}_3])_{t=0}}{[\text{N - NH}_4]_{t=0}} \times 100 \%$$

N-NH_4 sebesar 21,45 % dalam waktu 12 jam reaksi. Laju penurunan amonium mencapai 1,89 mg/L N-NH_4 /jam. Penurunan konsentrasi amonium tidak diikuti oleh pembentukan nitrit maupun nitrat yang berarti tidak terjadi reaksi nitrifikasi.

Konversi amonium oleh kultur mikroba N-Sw

Hasil pengujian konversi amonium oleh aktivitas kultur mikroba N-Sw dapat dilihat pada Tabel 2.

Selama 12 jam reaksi, konsentrasi N-NH_4 mengalami penurunan dari 178,99 mg/L menjadi 91,60 mg/L, efisiensi penurunan mencapai 48,82 %. Efisiensi penurunan N-NH_4 meningkat menjadi 100 % setelah



Waktu reaksi	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	Efisiensi penurunan N-NH ₄
(Jam)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)
0	215,5767	0,0000	0,0000	
12	169,3354	0,0035	0,0000	21,45
24	170,2603	0,0008	0,0000	21,02
36	159,1624	0,0000	0,0000	26,17

Waktu reaksi	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	Efisiensi penurunan N-NH ₄
(Jam)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)
0	178,99	11,08	3,33	
12	91,60	66,57	2,89	48,82
24	0,00	141,17	19,19	100
36	0,00	140,10	19,52	

N-NH₄/jam/g.biomasa. Efisiensi pembentukan nitrit dan nitrat (nitrifikasi) mencapai 89,59 %.

Konversi amonium oleh aktivitas kultur N-Sw dan zeolit

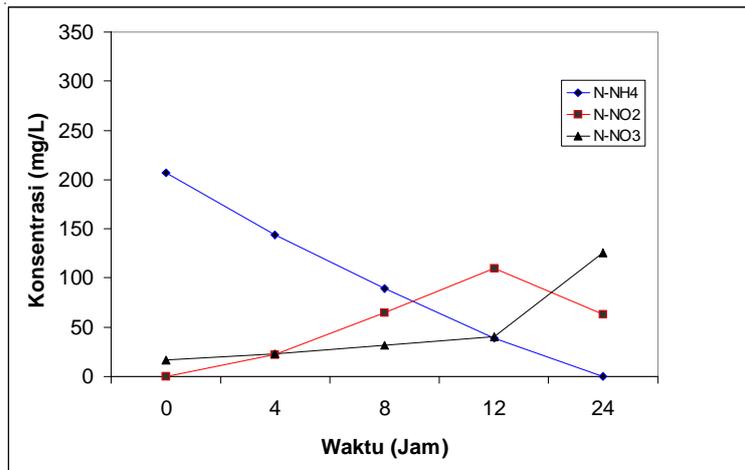
Pengujian konversi amonium menggunakan kultur mikroba N-Sw dan zeolit dilakukan selama 3 hari berturut-turut dengan penggantian media cair baru setiap hari. Pada hari pertama, konsentrasi amonium turun dengan laju penurunan sebesar 14,00 mg N-NH₄/l/jam atau 2,92 mg/L N-NH₄/jam/g.biomasa (Tabel 4). Penurunan amonium diikuti dengan pembentukan nitrit dan nitrat, produksi nitrat pada akhir reaksi mencapai 125,22 mg/l (Gambar 2). Pada hari kedua, laju penurunan amonium naik menjadi 22,40 mg N-NH₄/l/jam atau 4,67 mg/L N-NH₄/jam/g.biomasa (Tabel 4), sedangkan produksi nitrat mencapai 210,22 mg/l (Gambar 3). Pada hari ketiga, laju penurunan amonium tidak mengalami banyak perubahan yaitu 22,90 mg N-NH₄/l/jam (Tabel 4), dan produksi nitrat mencapai 294,78 mg/l. Dari Gambar 2, 3 dan 4 juga ditunjukkan bahwa senyawa intermediet (NO₂⁻) pada setiap akhir reaksi tidak terlampaui tinggi seperti halnya pada perlakuan yang

hanya menggunakan bakteri N-Sw (Tabel 2). Data ini menunjukkan bahwa proses nitrifikasi berlangsung dengan baik.

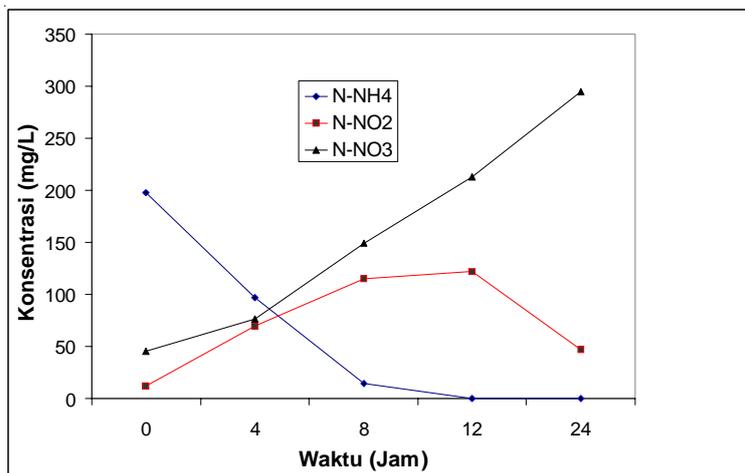
PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada Gambar 1 dan Tabel 1, menunjukkan bahwa zeolit mampu menurunkan konsentrasi amonium dalam media. Penurunan konsentrasi amonium tidak diikuti oleh pembentukan nitrit maupun nitrat, ini berarti tidak terjadi proses nitrifikasi. Penurunan amonium kemungkinan terjadi melalui proses absorpsi atau pengikatan ion.

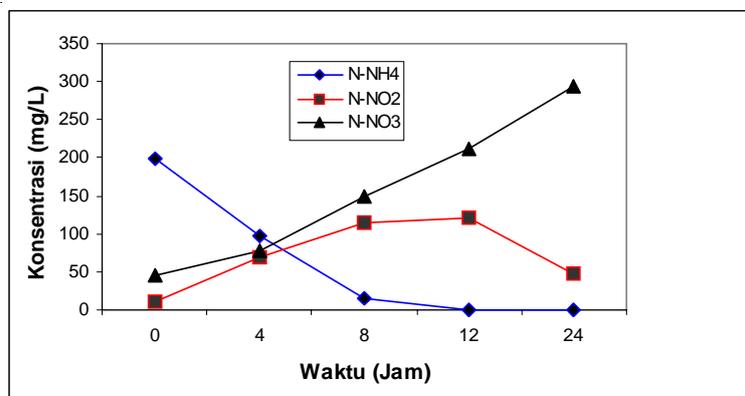
Pada perlakuan menggunakan kultur N-Sw nampak efisiensi nitrifikasi cukup tinggi, namun terjadi akumulasi nitrit yang cukup besar (140,1 mg/l) pada akhir reaksi. Ini mengindikasikan adanya penghambatan proses oksidasi nitrit menjadi nitrat. Dari data yang diperoleh juga ditunjukkan bahwa tidak semua N-NH₄ dikonversi menjadi nitrit dan nitrat. Data tersebut menunjukkan bahwa ada sebagian amonium dalam larutan yang hilang. Dari hasil pengujian *blank-test*, (data tidak ditampilkan) ditunjukkan bahwa sebagian amonium hilang karena efek aerasi.



Gambar 2. Pola konversi amonium menjadi nitrit dan nitrat pada hari pertama



Gambar 3. Pola konversi amonium menjadi nitrit dan nitrat pada hari kedua



Gambar 4. Pola konversi amonium menjadi nitrit dan nitrat pada hari ketiga

Waktu reaksi (jam)	Efisiensi penurunan N-NH ₄ (%)	Efisiensi nitrifikasi (%)	Laju penurunan amonium (mgN-NH ₄ /l/jam)
Hari pertama 8 jam 12 jam 24 jam	56,92 81,24 100	38,36 64,58 82,92	14,0
Hari kedua 8 jam 12 jam 24 jam	84,85 91,23 100	61,12 100 100	22,4
Hari ketiga 8 jam 12 jam 24 jam	92,62 100 100	100 100 100	22,9

Pemberian 10 g/L zeolit ke dalam kultur mikroba N-Sw ternyata mampu meningkatkan efisiensi penurunan amonium maupun efisiensi nitrifikasi. Efisiensi penurunan amonium pada hari pertama reaksi mencapai 81,24% (Tabel 4). Nilai ini jauh lebih tinggi dari perlakuan yang hanya menggunakan zeolit, yaitu 21,45% (Tabel 1), dan perlakuan menggunakan kultur mikroba N-Sw, yang hanya mencapai 48,82% (Tabel 2). Efisiensi nitrifikasi mencapai 90,80% setelah 24 jam reaksi. Sedangkan efisiensi nitrifikasi yang dicapai oleh kultur mikroba N-Sw hanya sebesar 30,76% (Tabel 2). Efisiensi penurunan amonium maupun efisiensi nitrifikasi mengalami peningkatan pada hari kedua dan ketiga. Dari data reaksi konversi amonium yang diperoleh pada hari kedua dan ketiga ditunjukkan bahwa seluruh amonium diubah menjadi nitrit dan nitrat bahkan pada hari kedua terlihat jumlah nitrit dan nitrat yang terbentuk lebih besar dari amonium yang diberikan pada awal reaksi. Fakta ini menunjukkan adanya sisa amonium dari hari pertama reaksi yang masih terserap dalam zeolit sehingga jumlah amonium yang dapat digunakan oleh mikroba nitrifikasi pada hari kedua menjadi lebih besar. Oleh karena itu efisiensi nitrifikasi menjadi lebih tinggi dari pada efisiensi penurunan amonium. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa zeolit yang digunakan dalam penelitian ini berperan sebagai absorben. Seperti dilaporkan bahwa zeolit mampu berperan sebagai absorben NH₃ dan CO₂ (Preston and Alleman, 1993; Global Trade Alliance, 1990). Dengan terserapnya amonium dalam zeolit memudahkan

mikroba nitrifikasi yang menempel pada zeolit menggunakan senyawa tersebut sebagai substrat sehingga pertumbuhan dan aktivitas nitrifikasinya meningkat.

Pada perlakuan menggunakan kultur mikroba N-Sw (Tabel 2) terlihat konsentrasi nitrit di akhir reaksi (24 jam) cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan campuran antara kultur N-Sw dan zeolit (Gambar 2,3 dan 4). Proses nitrifikasi yang sempurna merupakan satu lompatan tunggal yang langsung dari substrat awal menjadi substrat akhir, yaitu dari NH₃ ke NO₃⁻. Substrat yang terbentuk antara amonia dan nitrat, seperti nitrit (NO₂⁻) seharusnya dalam jumlah yang sangat kecil (Alleman, 1985). Terbentuknya NO₂⁻ yang cukup tinggi mengindikasikan terjadinya penghambatan proses nitrifikasi. Penghambatan proses nitrifikasi kemungkinan disebabkan terbentuknya asam nitrit di dalam larutan pada perlakuan menggunakan kultur N-Sw. Dugaan ini didasarkan pada fakta bahwa pH di dalam bejana aerasi mengalami penurunan mencapai kisaran pH 5,8 (data tidak ditampilkan). Sedangkan dalam bejana yang diperlakukan dengan kultur N-Sw dan zeolit kondisi pH nya relatif stabil (6,8 – 7,2).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditunjukkan bahwa pemberian zeolit sebesar 10 g/l ke dalam kultur mikroba N-Sw mampu meningkatkan efisiensi penurunan amonium maupun nitrifikasi. Laju penurunan amonium

mencapai kisaran 2,92– 4,67 mg/L N-NH₄/jam/g biomasa, sedangkan pada perlakuan menggunakan kultur mikroba N-Sw hanya mencapai 1,16 mg/L N-NH₄/jam/g biomasa. Efisiensi nitrifikasi yang dicapai pada perlakuan penambahan zeolit mencapai 100%. Fakta tersebut mengindikasikan bahwa zeolit yang digunakan dalam penelitian ini berperan sebagai absorben.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyani D dan H Imamuddin. 2000.** Pertumbuhan Kultur Mikroba Campuran Pada Senyawa Amonium. *Seminar Nasional Biologi XVI dan Kongres Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) XII*, Bandung.
- Anonim 1990.** *Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air*. Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Anthonisen AC, RC Loehr, TBS Prakasam dan EG Srinath (1976).** Inhibition of Nitrification by Ammonia and Nitrous Acid. *Journal of the Water Pollution Control Federation* **48**, 835-852.
- APHA, AWWA and WEF. 1992.** *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th edition*. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. New York.
- Atkinson B. 1984.** Immobilized Cells, Their Application and Potential. Dalam: *Process Engineering Aspects of Immobilized Cell Systems*. C Webb, GM Black and B. Atkinson (Eds). The Institute of Chemical Engineers, Warwickshire, England.
- Ellis KV. 1993.** *Surface Water Pollution and Its Control*. The Macmillan Press Ltd Hound Mills, Braingstoke, Hampshire and London.
- Esoy A, H Odegaard and G Bentzen. 1998.** The effect of sulphide and organic matter on the nitrification activity in biofilm Process. *Water Science Technology* **37 (1)**, 115-122.
- Global Trade Alliance. Zeolite.** 2 September 2001. www.zeolite.com/clinoptilolite.htm
- Imas T, RS Hadioetomo, AG Gunawan dan Setiadi Y. 1989.** *Mikrobiologi Tanah II*. PAU-IPB.
- Petterson JW. 1990.** *Industrial Wastewater Treatment Technology. 2nd edition*. Butterworth Publisher. Boston.
- Preston KT and Alleman JE. 1993.** Co-immobilization of nitrifying bacteria and clinoptilolite for enhanced control of nitrification. In: Lei Yang. 1997. Investigation of Nitrification by Co-immobilized Nitrifying Bacteria and Zeolite in a Batchwise Fluidized Bed. *Water Science Technology* **35 (8)**, 169-175.