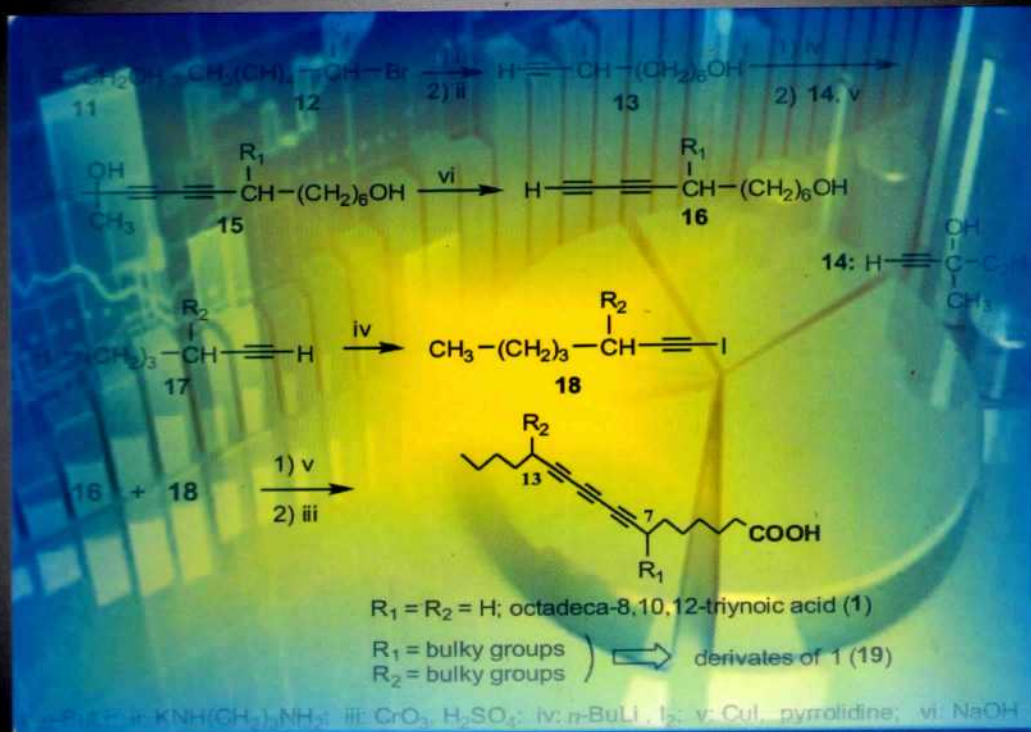


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



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 pekerjanya-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

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarjo

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 (021) 8765059
e-mail: berita.biologi@mail.lipi.go.id
ksama_p2biologi@yahoo.com
herbogor@indo.net.id

Keterangan gambar cover depan: *Alur yang dipercaya sebagai pathway sintesa kimia asam oktadeka-8,10,12-triunoat, yang memiliki aktivitas antiproliferasi terhadap empat jenis galur sel kanker manusia, sesuai makalah di halaman 343 - H Winarno - Center for the Application of Isotopes and Radiation Technology - Badan Tenaga Atom Nasional.*



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 4, April 2009

Terakreditasi A

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. Makalah yang sedang dalam proses penilaian dan penyuntingan, tidak diperkenankan untuk ditarik kembali, sebelum ada keputusan resmi dari Dewan Redaksi.
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/ taksonomi dsbnya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agrobioklimatologi, 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, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. Kata kunci 5-7 buah. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan.*
8. Pola penulisan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto. Gambar dan foto harus bermutu tinggi; penomoran gambar dipisahkan dari foto. Jika gambar manual tidak dapat dihindari, harus dibuat pada kertas kalkir dengan tinta cina, berukuran kartu pos. Pencantuman Lampiran seperlunya.
9. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap. Nama inisial pengarang(-pengarang) tidak perlu diberi tandatitik 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. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya:

Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan beberapa aspek biologi sotong buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di sekitar perairan pantai Wokam bagian barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku

Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkampf, RC Leegood and SP Long (Eds.). *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*, 268-282. Chapman and Hall. London.
10. 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/Mitra bestari. Kirimkan juga filenya melalui alamat elektronik (e-mail) resmi Berita Biologi: berita.biologi@mail.lipi.go.id dan di-Cc-kan kepada: ksama_p2biologi@yahoo.com, herbogar@indo.net.id
11. Sertakan alamat Penulis (termasuk elektronik) yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang dengan mudah dan cepat dihubungi.

Anggota Referee / Mitra Bestari

Mikrobiologi

Dr Bambang Sunarko (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof Dr Feliatra (*Universitas Riau*)
Dr Heddy Julistiono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr I Nengah Sujaya (*Universitas Udayana*)
Dr. Joko Sulistyono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Kama Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

Mikologi

Dr Dono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr **Kartini** Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Genetika

Prof Dr Alex Hartana (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Taksonomi

Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Daisy Wowor (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof (Ris) Dr Johanis P Mogeia (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biologi iVlolekuler

Dr Eni Sudarmonowati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Endang Gati Lestari (*BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*)
Dr Hendig Sunarno (*Badan Tenaga Atom Nasional*)
Dr I Made Sudiana (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Nurlina Bermawie (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Yusnita Said (*Universitas Lampung*)

Bioteknologi

Dr Andi Utama (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LI PI*)
Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)

Veteriner

Prof Dr Fadjar Satrija (*FKH-IPB*)

Biologi Peternakan

Prof (Ris) Dr Subandryo (*Pusat Penelitian Ternak-Deptan*)

Ekologi

Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Frans Wospakrik (*Universitas Papua*)
Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Dephut*)
Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
Dr **Sih** Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biokimia

Prof Dr Adek Zamrud Adnan (*Universitas Andalas*)
Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Herto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi -LIPI*)

Fisiologi

Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

Ir Fahren Bukhari, MSc (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Perairan Darat/Limnologi

Dr Cynthia Henny (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Fauzan Ali (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Rudhy Gustiano (*Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar-DKP*)

Biologi Tanah

Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Deptan*)

Biodiversitas dan Iklim

Dr Rizaldi Boer (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr. Tania June (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Kelautan

Prof Dr Chair Rani (*Universitas Hasanuddin*)
Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-DKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/Penilai (Referee) nomor ini
9(4)-April 2009

Prof. Dr. Adek Zamrud Adnan - *Universitas Andalas*
Dr. Ary P Keim - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Chaerani - *BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*
Dr. Elfahmi - *Institut Teknologi Bandung*
Dr. Heddy Julistiono - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Ingrid S Surono, MSc - *SEAMEO Tropmed RCCN - Universitas Indonesia*
Dr. Irawati - *Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*
Nyoto Santoso, MSc - *Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*
Dr. Sih Kahono - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Tjandra Chrismadha - *Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*
Dr. Ir. Warid Ali Qosim, MSc. - *Universitas Padjajaran*
Dr. Yusnita Said - *Universitas Lampung*

Referee/Mitra Bestari Undangan
Ir. Heryanto MSc - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Drs. Mustarim Siluba - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI(Purnabhakti)*
Hari Nugroho, SSi. - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF OCTADECANOIC ACID AGAINST HUMAN CANCER CELL LINES [Antiproliferasi Asam Oktadeka-8,10,12-triunoat Terhadap Galur Sel Kanker Manusia] <i>Hendig Winarno</i>	343
KEANEKARAGAMAN DAN SEBARAN SERANGGA DI KAWASAN PULAU-PULAU KECIL TAMAN NASIONAL KARIMUN JAWA [Diversity and Distribution of Insects in Small Islands of Karimunjawa National Park] <i>Erniwati</i>	349
STRUKTUR DAN KEKAYAAN JENIS TUMBUHAN MANGROVE PASCA-TSUNAMI DI PULAU NIAS [Structure and Species richness of Mangroves Plant Post-Tsunami in Nias island] <i>Onrizal dan Cecep Kusmana</i>	359
PENGARUH EKSTRAK AIR DAN ETANOL <i>Alpinia</i> spp. TERHADAP AKTIVITAS DAN KAPASITAS FAGOSITOSIS SEL MAKROFAG YANG DIINDUKSI BAKTERI <i>Staphylococcus epidermidis</i> SECARA <i>IN-VITRO</i> [The Effect of Water and EtOH extracts of <i>Alpinia</i> spp. to <i>in-vitro</i> Phagocytosis Activity and Capacity Macrophage Cells Induced by <i>Staphylococcus epidermidis</i>] <i>Dewi Wulansari, Praptiwi dan Chairul</i>	365
KOMUNITAS CACING TANAH PADA BEBERAPA PENGGUNAAN LAHAN GAMBUT DI KALIMANTAN TENGAH [Earthworms Community on Several Land uses of Peat Land in Central Kalimantan] <i>Eni Maftu'ah dan Maulia Aries Susanti</i>	371
KEANEKARAGAMAN FAUNA IKAN EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN NASIONAL UJUNG KULON, PANDEGLANG-BANTEN [Biodiversity of Fish Fauna Mangrove Ecosystem at Ujung Kulon National Park, Pandeglang-Banten] <i>Gema Wahyudewantoro</i>	379
(-)-(2R,3S)-DIHIDROKUERSETIN, SUATU PRODUK BIOTRANSFORMASI (-)-EPIKATEKIN OLEH JAMUR ENDOFIT <i>Diaporthe</i> sp. E [(-)-(2R,3S)-Dihydroquercetin, a Biotransformation Product from (-)-Epicatechin by the Endophytic Fungus <i>Diaporthe</i> sp. E] <i>Andria Agusta</i>	387
PENGARUH PENINGKATAN KONSENTRASI AMONIUM TERHADAP PERKEMBANGAN <i>Meloidogyne javanica</i> PADA KULTUR AKAR TOMAT [Effect of Increasing Ammonium Concentrations on Development of <i>Meloidogyne javanica</i> in Tomato Root Culture] <i>Sudirman</i>	393
PERSEBARAN DAN POLA KEPADATAN MOLUSKA DI HUTAN BAKAU [Distribution and Pattern of Species Abundance of Mangrove Molluscs] <i>Arie Budiman</i>	403

INDUKSI KERAGAMAN SOMAKLONAL DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA DAN SELEKSI <i>IN VITRO</i> KALUS PISANG RAJABULU MENGGUNAKAN ASAM FUSARAT, SERTA REGENERASI DAN AKLIMATISASI PLANTLET [Gamma Irradiation for Somaclonal Variation Induction and <i>in vitro</i> Selection Using Fusaric Acid in Pisang Rajabulu calli Along with Regeneration and Plantlet Acclimatization] <i>Endang G Lestari, R Purnamaningsih, I Mariska dan Sri Hutami</i>	411
PENGARUH MUTAGEN ETIL METAN SULFONAT (EMS) TERHADAP PERTUMBUHAN KULTUR <i>IN VITRO</i> ILES-ILES (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) [Effects of Ethyl Methane Sulphonate {EMS} on Growth of lies-lies (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) <i>in vitro</i> Cultures] <i>Yuyu S Poerba, Aryani Leksonowati dan Diyah Martanti</i>	419
KANDUNGAN SELENIUM DALAM HERBA TERSELEKSIDARI DAERAH VULKANIS DAN AKTIVITAS GLUTATION PEROKSIDASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PENYUSUTAN SEL MODEL <i>Saccharomyces cerevisiae</i> JB3505 [Selenium Content in Selected Herbs from Volcanic Area and its Functional Gluthathione Peroxidase and Cell Shrinkage Effect on <i>Saccharomyces cerevisiae</i> JB3505] <i>Sri Hartin Rahaju</i>	427
EKSTRAK DAUN MINDI (<i>Melia azedarach</i>) SEBAGAI BIOINSEKTISIDA UNTUK PENGENDALIAN INFEKSI <i>Chrysomya bezziana</i> PADA DOMBA [Methanolic Extract of Mindi Leaf (<i>Melia azedarach</i>) as a Bioinsecticide for Controlling <i>Chrysomya bezziana</i> Infection in Sheep] <i>YulvianSani</i>	433
KEANEKARGAMAN FLORA ANGGREK (ORCHIDACEAE) DI CAGAR ALAM GUNUNG SIMPANG, JAWA BARAT (Floristic Study on the Orchids (Orchidaceae) in Gunung Simpang Nature Reserve, West Java] <i>Diah Sulistiarini</i>	447
PALMS DIVERSITY, COMPOSITION, DENSITY AND ITS UTILIZATION IN THE GUNUNG HALIMUN SALAK NATIONAL PARK, WEST JAVA-INDONESIA WITH SPECIAL REFERENCE TO THE KASEPUHAN CIPTAGELAR [Diversitas Palm, Komposisi, Densitas dan Pemanfaatannya di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak dengan Referensi Khusus pada Kasepuhan Ciptagelar] <i>Wardah and JP Moge</i>	453

PENGARUH PENINGKATAN KONSENTRASI AMONIUM TERHADAP
PERKEMBANGAN *Meloidogyne javanica* PADA KULTUR AKAR TOMAT¹
[Effect of Increasing Ammonium Concentrations on Development of
Meloidogyne javanica in Tomato Root Culture]

Sudirman

Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan,
Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jalan Majapahit No. 62. Mataram 83125
e-mail: su_dirman@yahoo.com

ABSTRACT

Research was aimed at knowing the effect of increasing ammonium concentrations on *Meloidogyne javanica* development in tomato roots growing in axenic culture. Egg masses of *M. javanica* were exposed to deficient ammonium concentration (1.5 ppm NH₄⁺) in a nutrient agar medium upon which tomato roots were growing. One week after inoculation, stages of nematode development were recorded and infected tomato roots were aseptically transferred into nutrient agar media with four different ammonium concentrations (1.5, 9.0, 54 and 324 ppm NH₄⁺). Stages of nematode development inside roots were then observed at weekly interval for three weeks. Results of the research showed that increasing ammonium concentration after root infection suppressed nematode development. In roots transferred to high ammonium concentrations, fewer nematodes matured and most of those that did were males. In addition, there were also fewer galls and lower root dry weights in increased ammonium than those with constant low ammonium concentration.

ksita kunci: Amonium, perkembangan, kultur akar, *Meloidogyne javanica*

PENDAHULUAN

Dampak beracun dari aplikasi nematisida pada lingkungan mengakibatkan pelarangan bahkan penarikan terhadap banyak jenis bahan kimia efektif ini dari peredarannya di pasaran. Hal ini menyebabkan adanya perubahan fokus perhatian dalam pengembangan teknik untuk menurunkan populasi nematoda yang menyerang tanaman pada tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi dan aman terhadap lingkungan (Tenuta and Ferris, 2004). Berbagai alternatif teknik pengendalian nematoda parasitik tumbuhan telah dipraktekkan. Penggunaan senyawa nitrogen, misalnya, baik dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik, khususnya amoniak, dilaporkan dapat menekan populasi nematoda setelah diaplikasikan pada pertanaman (Johnson and Shamiyeh, 1975; Kaplan and Noe, 1993; Oka and Pivonia, 2002).

Aplikasi penambahan berbagai bahan organik dilaporkan menurunkan jumlah penetasan telur nematoda parasitik tumbuhan. Pupuk kandang segar (Rodriguez-Kabana, 1986) atau kotoran ayam (Kaplan and Noe, 1993) yang ditambahkan ke dalam tanah yang terinfeksi *Meloidogyne* dapat menurunkan jumlah larva infektif (stadium-2, vermiform) yang berpenetrasi ke dalam akar tanaman inang. Masih belum diketahui

dengan pasti apakah penurunan jumlah larva yang berpenetrasi tersebut atau pengaruh negatif yang serupa disebabkan oleh pengaruh beracun secara langsung dari bahan organik yang terdekomposisi terhadap nematoda, atau pengaruh tidak langsung melalui peningkatan populasi mikroorganisme tular tanah yang bersifat antagonistik terhadap nematoda, atau pengaruh dari bahan organik terhadap akar tanaman inang.

Penggunaan pupuk dengan bahan dasar amonium sebagai alternatif pengganti pupuk organik tertentu untuk peningkatan hasil tanaman telah lama dipraktekkan. Amoniak merupakan senyawa yang tidak stabil, yang sering dilepaskan oleh bahan organik, khususnya dari bahan organik yang mempunyai C/N rasio yang rendah (Rodriguez-Kabana, 1986; Rodriguez-Kabana *et al.*, 1987; Spiegel *et al.*, 1987; Oka *et al.*, 1993). Amoniak anhidrat telah digunakan untuk mengendalikan nematoda dan penyakit yang disebabkan oleh jamur dengan cara diinjeksikan ke dalam tanah (Smiley *et al.*, 1970; Rodriguez-Kabana *et al.*, 1981, 1982). Oka dan Pivonia (2002) melaporkan bahwa pada percobaan lapangan NH₄OH pada dosis 500 kg N/ha meningkatkan hasil tanaman tomat dan pada dosis 1000 kg N/ha mengurangi jumlah puru yang

terbentuk pada akar. Meskipun banyak laporan yang berkaitan dengan fungsi amoniak sebagai nematisida telah dipublikasikan, penggunaan amoniak untuk mengendalikan nematoda secara komersial belum bisa diterima. Diantara berbagai alasan yang sangat mungkin adalah bahwa aktivitas nematisidal amoniak sangat tergantung pada kondisi lingkungan, dibutuhkan dalam jumlah besar agar efektif, fitotoksik terhadap tanaman (Stirling, 1991), dan mekanisme pengendaliannya belum diketahui.

Rodriguez-Kabana (1982) berspekulasi bahwa penekanan populasi *Heterodera glycines* karena penambahan amoniak anhidrat ke dalam tanah mungkin disebabkan oleh pengaruh selektifnya terhadap mikroorganisme antagonistik terhadap nematoda. Tetapi pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan tanah steril dan tanah tidak steril, Walker (1971) melaporkan bahwa aplikasi garam amonium mempunyai pengaruh yang bersifat nematisidal terhadap *Pratylenchus penetrans*. Kemudian dilaporkan bahwa ion amonium menghambat penetasan telur *M. incognita* dan penetrasi larva infeksi ke dalam akar tomat dalam kultur aksenik (Sudirman and Webster, 1995). Lebih lanjut, Sudirman (2007) melaporkan pengaruh konsentrasi amonium yang berbeda terhadap perkembangan *M. javanica* di dalam akar. Pada akar yang dikultur pada media dengan konsentrasi amonium rendah, sebagian besar *M. javanica* berkembang menjadi dewasa dengan jumlah betina yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan jantan, sebaliknya hanya sedikit nematoda yang berkembang menjadi dewasa pada kultur akar yang diperlakukan dengan amonium konsentrasi tinggi. Pada akar yang ditumbuhkan pada media dengan amonium yang rendah, terbentuk lebih banyak puru, dan berat kering akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan akar pada media dengan amonium konsentrasi tinggi. Pertanyaannya adalah bagaimana perkembangan nematoda yang sudah berpenetrasi ke dalam akar pada kondisi yang mendukung (seperti konsentrasi amonium yang rendah), kemudian mengalami perubahan kondisi menjadi tidak mendukung (konsentrasi amonium yang tinggi). Tulisan ini melaporkan penekanan perkembangan *M. javanica* dalam akar tomat yang ditumbuhkan pada media yang mengandung amonium

dengan konsentrasi yang ditingkatkan setelah infeksi akar.

BAHAN DAN METODE

Kultur Akar Tanaman

Benih tomat (*Solanum lycopersicori*) kultivar baby-best yang rentan terhadap nematoda-puru-akar (*Meloidogyne* spp.) disterilisasi permukaan dengan menggunakan campuran etanol 95% dan NaOCI 5,25% (1:1, v/v) selama 8 menit, dicuci lima kali dengan air steril, kemudian dikecambahkan di dalam cawan Petri yang berisi agar 1% setebal 3-4 mm dan diinkubasi di tempat gelap dengan suhu 25°C. Setelah berkecambah dengan panjang akar sekitar 1 cm, akar dipotong pada hipokotil dan ditransfer secara aseptik ke dalam cawan Petri yang diisi dengan media agar nutrisi Skoog, Tsui and White (STW, Lauritis *et al.*, 1982). Kultur satu potongan akar per cawan disimpan di tempat gelap dengan suhu 25°C selama 3 hari sebelum diinokulasi dengan nematoda (Koening and Barker, 1985; Lauritis *et al.*, 1982).

Nematoda

M. javanica (diisolasi dari kebun sayur di Ampenan) diperbanyak pada tanaman tomat yang rentan terhadap *Meloidogyne* spp. yang ditanam di rumah kaca. Bibit tanaman berumur 2 minggu, yang ditumbuhkan dalam pot plastik (diameter 20 cm dan tinggi 25 cm) yang diisi dengan media tumbuh (80% pasir dan 20% lempung) steril, diinokulasi dengan satu kantung telur *M. javanica* per pot. Tanaman dipelihara pada suhu sekitar 24-28°C, diairi setiap dua hari, dan secara periodik dipupuk dengan campuran NPK (15:15:10).

Setelah dua bulan, kantung telur dipanen secara manual dari akar tanaman terinfeksi yang telah dicuci. Kantung telur disterilisasi permukaan dengan NaOCI 0,525% selama 3 menit dan dikeringkan di atas kertas saring steril (Koening and Barker, 1982), kemudian secara aseptik diinokulasikan pada kultur akar yang berumur 3 hari di dalam cawan Petri dengan media STW. Cawan Petri direkat dengan Parafilm dan diinkubasi di tempat gelap dengan suhu 25°C. Setelah 55-65 hari, kantung telur dengan ukuran dan warna yang seragam diambil dan digunakan sebagai inokulum dalam percobaan.

Inokulasi dan Perlakuan

Potongan-potongan akar yang diambil dari kultur akar berumur 3 hari pada media STW ditransfer secara aseptik ke dalam 240 cawan Petri yang mengandung media STW dengan konsentrasi amoniumkurang dari takaran normal (6,67 mg/l atau setara dengan 1,5 ppm NH_4^*) dan agar 2%. Pada media dengan konsentrasi agar 2% akar lateral tumbuh hanya pada permukaan media sehingga potongan akar dapat dengan mudah dipindahkan tanpa mengalami kerusakan. Tiap cawan ditanami satu potongan akar. Tiga hari setelah pemindahan akar, 160 cawan diinokulasi dengan satu kantung telur tiap cawan, sementara 80 cawan berisi akar yang tidak diinokulasi. digunakan sebagai kontrol untuk pertumbuhan akar. Cawan-cawan percobaan direkat dan diinkubasi pada kondisi seperti dijelaskan sebelumnya

Satu minggu setelah inokulasi, sepuluh akar terinfeksi diambil dan limadiantaranyadiamatijumlah puru dan perkembangan nematoda di dalam, di bawah mikroskop setelah akar diwarnai dengan metode pewarnaan acid Fuchsin (Taylor and Sasser, 1978). Lima akar terinfeksi lainnya dan lima akar yang tidak diinokulasi dikeringkan pada suhu 70°C untuk dimatai berat keringnya. Sisa 150 akar terinfeksi dan 75 akar yang tidak diinokulasi ditransfer secara aseptik ke media tumbuh baru dalam cawan Petri yang mengandung media STW dengan agar 1,25% dan konsentrasi amonium yang divariasikan sebagai perlakuan. yaitu kurang (6,67 mg/liter atau sama dengan 1,5 ppm NH_4^+), normal (40 mg/liter atau 9 ppm NH_4^+), lebih tinggi (240 mg/liter atau 54 ppm NH_4^*). dan sangat tinggi (1440 mg/liter atau 324 ppm NH_4^*) dibandingkan dengan takaran normal. Untuk mengetahui apakah pengaruh konsentrasi amonium nitrat yang tinggi terhadap nematoda disebabkan oleh kandungan amonium atau nitrat, maka ditambahkan satu perlakuan dengan konsentrasi kalium nitrat tinggi (1897 mg K. NO₃/liter atau setara dengan 1116 ppm NO₃) tetapi dengan konsentrasi amonium nitrat normal. Konsentrasi nitrat pada perlakuan kalium nitrat ini setara dengan konsentrasi nitrat pada perlakuan amonium nitrat tinggi. Kelima perlakuan secara berurutan diberi label I-I (amonium tetap kurang, ATK), I-II (transfer ke amonium normal), I-III (transfer ke amonium tinggi), I-IV (transfer ke amonium sangat tinggi), dan I-V (transfer ke amonium sangat tinggi, dan I-V (transfer ke nitrat tinggi)). Untuk tiap perlakuan disiapkan 30 cawan untuk akar terinfeksi dan 15 cawan untuk akar tanpa nematoda. Cawan direkat dan diinkubasi pada kondisi seperti yang dijelaskan sebelumnya.

ke amonium sangat tinggi), dan I-V (transfer ke nitrat tinggi). Untuk tiap perlakuan disiapkan 30 cawan untuk akar terinfeksi dan 15 cawan untuk akar tanpa nematoda. Cawan direkat dan diinkubasi pada kondisi seperti yang dijelaskan sebelumnya.

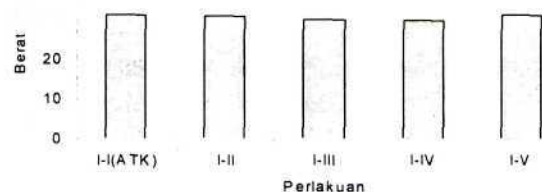
Pengamatan dilakukan setiap satu minggu selam tiga minggu dengan mengambil sepuluh cawan yang diinokulasi dan lima cawan yang tidak diinokulasi nematoda setiap minggunya. Parameter yang diamati yaitu jumlah puru, ada tidaknya nekrosis pada akar, berat kering akar dari masing-masing lima akar terinfeksi dan tidak terinfeksi nematoda, dan populasi nematoda dan stadium perkembangannya dari lima akar terinfeksi.

Analisis Statistik

Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok lengkap dengan masing-masing perlakuan diulang lima kali. Data dianalisis menggunakan prosedur analisis keragaman dan pengaruh perlakuan dibedakan dengan uji beda nyata terkecil pada taraf nyata 5% dengan program GenStat® Discovery Edition 2. Sebelum dianalisa, data persentase stadia perkembangan nematoda ditransformasikan dengan arcsin "x". Percobaan dilakukan dua kali.

HASIL

Hasil analisis menunjukkan tidak ada pengaruh yang signifikan dari dua percobaan sehingga data dari dua percobaan digabung pada analisa keragaman. Secara keseluruhan perbedaan konsentrasi amonium tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P=0.003$)



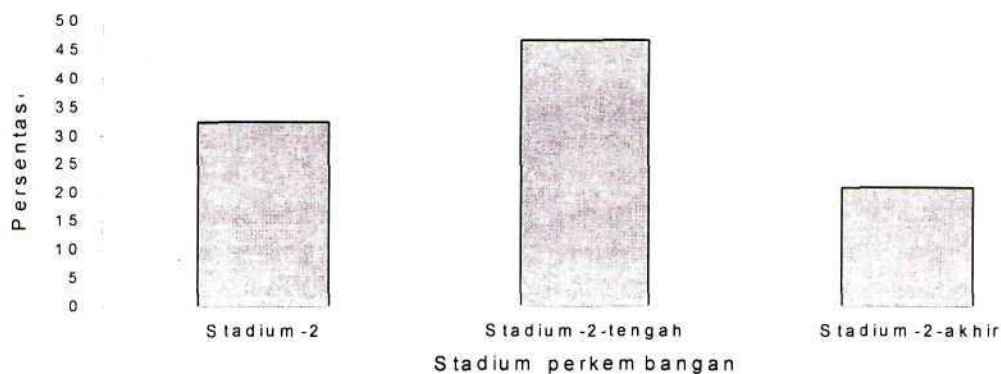
Gambar 1. Berat kering akar tomat yang tidak terinfeksi *M. javanica* pada tiga minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1,5 ppm NH_4^*) ke media STW yang mengandung 1,5 ppm NH_4^* (I-I. ATK), 9 ppm NH_4^* (I-II), 54 ppm NH_4^* (I-III), 324 ppm NH_4^* (I-IV), and 1116 ppm NO_3^- (I-V).

terhadap pertumbuhan akar pada kontrol (tanpa nematoda) yang diukur berdasarkan berat kering dengan rata-rata 30,6 mg per akar (Gambar 1).

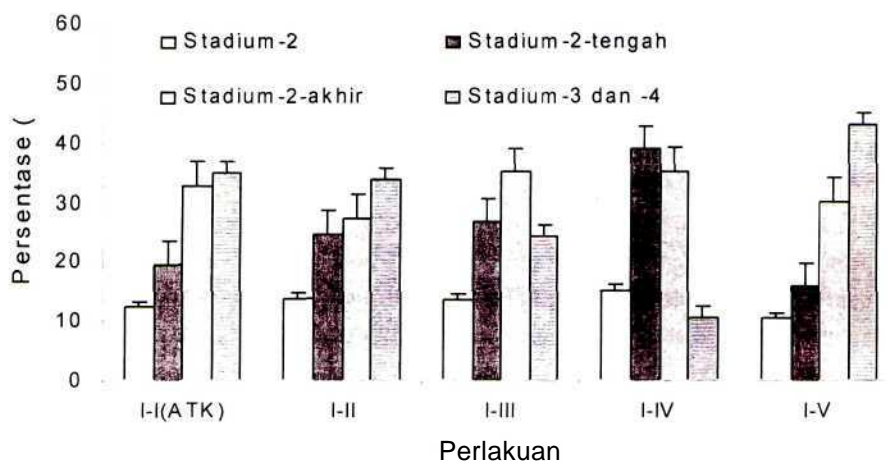
Stadium perkembangan nematoda pada satu minggu setelah inokulasi disajikan pada Gambar 2. Rata-rata jumlah puru yang diinduksi oleh nematoda pada tiap akar adalah 14,6.

Stadium perkembangan larva nematoda pada satu minggu setelah perlakuan amonium atau kalium nitrat disajikan pada Gambar 3. Peningkatan konsentrasi amonium secara nyata menghambat perkembangan nematoda ($P=0,002$). Dibandingkan dengan perlakuan I-I (ATK), persentase nematoda yang berkembang menjadi stadium-3 dan stadium-4

pada perlakuan I-II, I-III, dan I-IV, secara berurutan berkurang sekitar 10, 30, dan 80%, dan pengurangan ini sangat berbeda secara nyata antara satu perlakuan dengan perlakuan lainnya. Persentase larva stadium-3 dan -4 pada perlakuan I-V secara signifikan lebih tinggi daripada pada perlakuan I-I (ATK). Perkembangan nematoda pada perlakuan I-II, I — 111, dan I-IV kebanyakan tertahan pada stadium-2-tengah dan stadium-2-akhir. Nematoda pada dua stadium yang disebut terakhir ini secara signifikan lebih banyak pada perlakuan I-I II. dan I-IV daripada pada perlakuan I-I (ATK). Akan tetapi, persentase nematoda yang masih dalam stadium awal ini pada perlakuan I-V secara nyata lebih rendah dari persentase stadium yang sama pada



Gambar 2. Persentase stadium perkembangan *M. javanica* pada satu minggu setelah inokulasi di dalam kultur akar tomat pada media STW yang mengandung amonium dengan konsentrasi yang rendah (1,5 ppm NH⁺).



Gambar 3. Persentase stadium perkembangan *M. javanica* di dalam kultur akar tomat pada satu minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1,5 ppm NH₄^{*}) ke media STW yang mengandung 1,5 ppm NH/(I-I, ATK), 9 ppm NH/(I-II), 54 ppm NH/(I-III), 324 ppm NH/(I-IV), and 1116 ppm NO." (I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT_{0,05}.

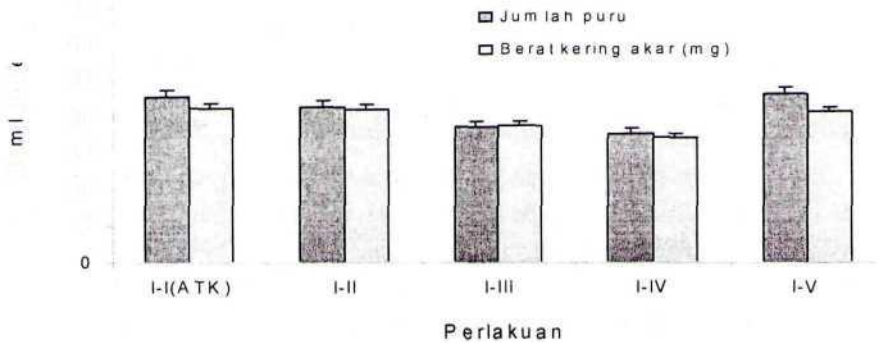
perlakuan I-I (ATK), karena kebanyakan nematoda pada perlakuan I-V telah berkembang menjadi stadium-3 dan -4.

Penekanan perkembangan nematoda karena peningkatan konsentrasi amonium menyebabkan pengurangan jumlah puru ($P=0,004$) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Ada pengurangan jumlah puru sekitar 10% pada perlakuan I-III dan I-IV dibandingkan dengan perlakuan I-I (ATK). Tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan I-II dan I-I (ATK), atau antara I-II dan I-III, antara I-III dan I-IV, dan antara I-V dan perlakuan I-I (ATK).

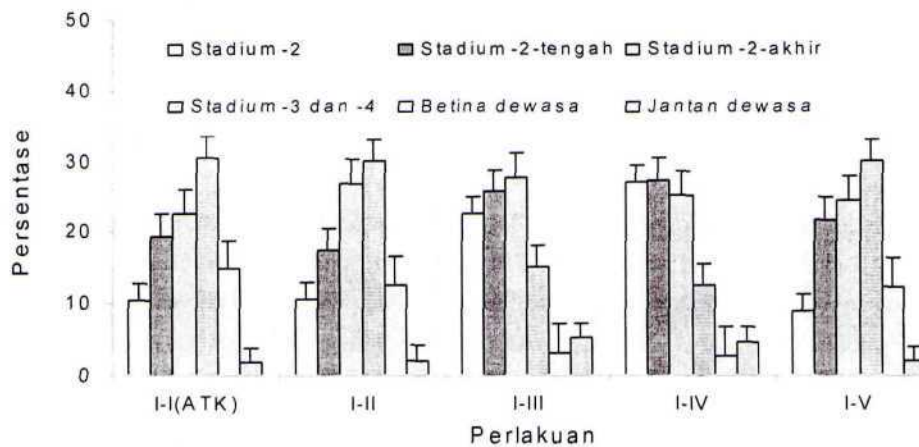
Pengurangan jumlah puru yang signifikan menyebabkan perbedaan yang nyata pada berat kering

akar ($P=0,006$, Gambar 4). Seperti halnya pada pengaruh amonium terhadap jumlah puru, berat kering akar pada perlakuan I-III dan I-IV juga sekitar 10% lebih rendah dibandingkan dengan berat pada perlakuan I-I (ATK). Berat kering akar pada perlakuan I-III secara nyata lebih tinggi daripada berat pada perlakuan I-IV. Namun demikian, tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan I-II, I-V dan perlakuan I-I (ATK).

Dua minggu setelah peningkatan konsentrasi amonium, perkembangan nematoda sangat tertekan. Kebanyakan nematoda pada perlakuan I-III dan I-IV masih pada stadium-2 (Gambar 5). Persentase nematoda yang berkembang ke stadium-3 dan stadium-4 pada perlakuan I-III dan I-IV berturut-turut sekitar 30 dan



Gambar 4. Jumlah puru dan berat kering akaryang diinfeksi *M. javanica* pada satu minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1.5 ppm NH₄⁺) ke media STW yang mengandung 15 ppm NH₄⁺-I. ATK), 9 ppm NH₄⁺/(I-II), 54 ppm NH₄⁺/(I-III), 324 ppm NH₄⁺/(I-IV), dan 1116 ppm NO₃⁻/(I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT₁₀₀.



Gambar 5. Persentase stadium perkembangan *M. javanica* di dalam kultur akar tomat pada dua minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1.5 ppm NH₄⁺) ke media STW yang mengandung 15 ppm NH₄⁺/(I-I. ATK), 9 ppm NH₄⁺/(I-II), 54 ppm NH₄⁺/(I-III), 324 ppm NH₄⁺/(I-IV), and 1116 ppm NO₃⁻/(I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT₁₀₀.

50% lebih rendah daripada persentase pada perlakuan I-I (ATK) dan pada perlakuan I-IV sekitar 25% lebih rendah daripada persentase pada perlakuan I-III. Persentase stadium-3 dan -4 pada perlakuan I-V tidak berbeda secara nyatadibandingkan dengan persentase pada perlakuan I-I (ATK).

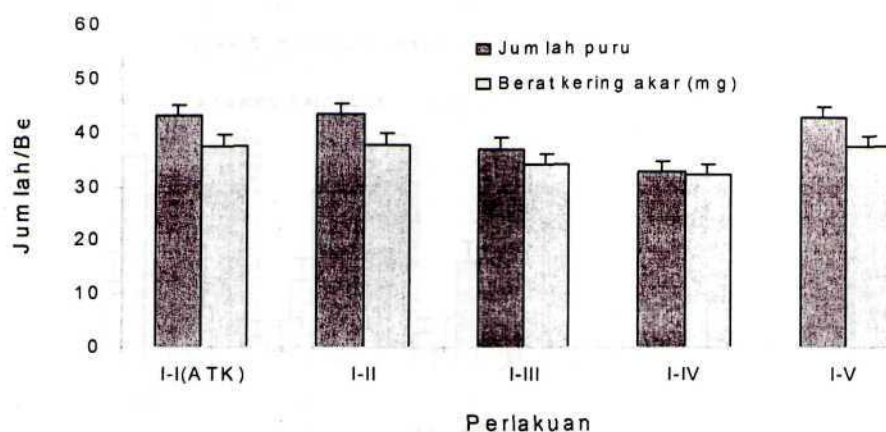
Penekanan perkembangan nematoda mejadi semakin jelas dengan semakin sedikitnya nematoda yang berkembang menjadi betina dewasa pada perlakuan peningkatan amonium. Persentase betina dewasa pada perlakuan I-III dan I-IV paling tidak 75 dan 80% lebih rendah daripada persentase pada perlakuan I-I (ATK). Jumlah betina dewasa pada perlakuan I-II atau I-V tidak berbeda secara nyata dibandingkan dengan jumlah pada perlakuan I-I (ATK). Sebaliknya, peningkatan konsentrasi amonium setelah infeksi sangat mendukung perkembangan jantan dewasa. Meskipun proporsi jantan dewasa kurang dari 10% dari total populasi stadia dewasa pada perlakuan I-I (ATK), I-II atau I-V, populasi jantan dewasa lebih dari 60% dari total populasi stadia dewasa pada perlakuan I-III atau I-IV. Persentase jantan dewasa pada perlakuan I-III atau I-IV secara signifikan lebih tinggi daripada persentase pada perlakuan I-I (ATK).

Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada perlakuan I-III dan I-IV, berturut-turut terdapat masing-masing paling tidak 15 dan 25% lebih sedikit puru dibandingkan dengan jumlah puru pada perlakuan I-I

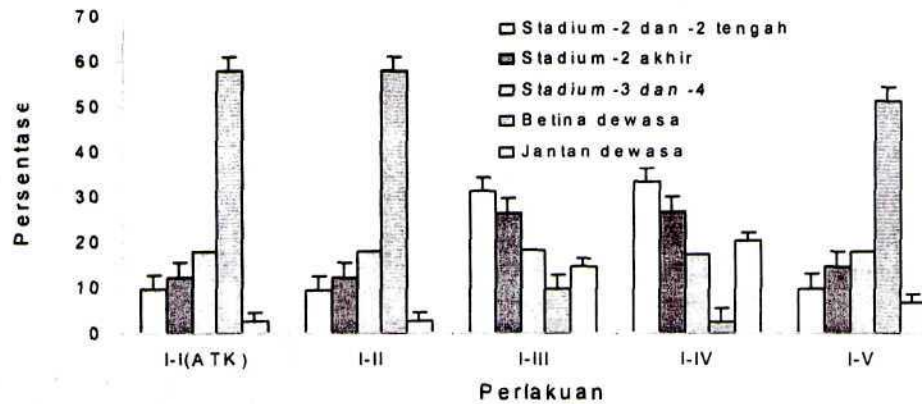
(ATK). Tidak ada perbedaan jumlah puru yang nyata antara perlakuan I-V dan I-I (ATK).

Perbedaan yang nyata dalam jumlah puru juga mengakibatkan perbedaan berat kering akar (Gambar 6). Dibandingkan dengan perlakuan I-I (ATK), berat akar pada perlakuan I-III dan I-IV berturut-turut lebih rendah sekitar 5 and 15%. Perbedaan berat kering akar pada perlakuan I-II, I-V, atau I-I (ATK) tidak signifikan.

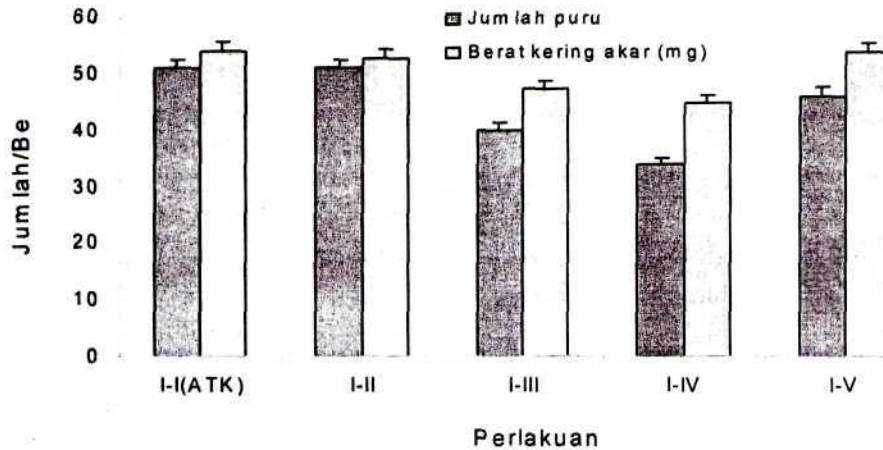
Tiga minggu setelah peningkatan amonium, perkembangan nematoda terhambat dengan hebatnya pada akar yang ditransfer ke media dengan konsentrasi amonium yang lebih tinggi, seperti pada perlakuan I-III atau I-IV, dimana kebanyakan nematoda tidak berkembang lebih jauh dari stadium-2 (Gambar 7). Tidak ada perbedaan persentase stadium-3 dan -4 yang nyata antara kedua perlakuan ini dan dengan perlakuan I-I (ATK). Akan tetapi terdapat pengurangan persentase betina dewasa yang signifikan, paling tidak 85 dan 95% berturut-turut pada perlakuan I-III dan I-IV bila dibandingkan dengan perlakuan I-I (ATK). Proporsi betina dewasa pada perlakuan I-II atau I-V tidak berbeda nyata dibandingkan dengan proporsi pada perlakuan I-I (ATK). Perkembangan jantan dewasa meningkat dengan peningkatan konsentrasi amonium. Sementara populasi jantan dewasa pada perlakuan I-I (ATK) kurang dari 5% dari populasi dewasa, populasi jantan dewasa pada perlakuan I-III dan I-IV berturut-turut lebih dari 50 dan 80%. Persentase jantan dewasa



Gambar 6. Jumlah puru dan berat kering akar yang diinfeksi *M. Javanica* pada dua minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1.5 ppm NH_4^*) ke media STW yang mengandung 1.5 ppm NH_4^+ (I-I. ATK). 9 ppm NH_4^+ (I-II). 54 ppm NH_4^+ (I-III). 324 ppm NH_4^+ (I-IV). dan 1116 ppm NO_3^- (I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT_{CU} .



Gambar 7. Persentase stadium perkembangan *M. javanica* di dalam kultur akar tomat pada tiga minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1,5 ppm NH₄⁺) ke media STW yang mengandung 1,5 ppm NH₄⁺ (I-I, ATK), 9 ppm NH₄⁺ (I-II), 54 ppm NH₄⁺ (I-III), 324 ppm NH₄⁺ (I-IV), and 1116 ppm NO₃⁻ (I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT_{0,05}.



Gambar 8. Jumlah puru dan berat kering akar yang diinfeksi *M. Javanica* pada tiga minggu setelah transfer dari media STW yang mengandung amonium konsentrasi rendah (1,5 ppm NH₄⁺) ke media STW yang mengandung 1,5 ppm NH₄⁺ (U, ATK), 9 ppm NH₄⁺ (I-II), 54 ppm NH₄⁺ (I-III), 324 ppm NH₄⁺ (I-IV), dan 1116 ppm NO₃⁻ (I-V). Garis-garis vertikal pada balok adalah nilai BNT_{10%}.

pada perlakuan I-II atau I-V tidak berbeda secara nyata dengan persentase pada perlakuan I-I (ATK).

Gambar 8 memperlihatkan perbedaan yang nyata dalam jumlah puru akar yang terbentuk ($P=0,004$). Pada perlakuan I-III dan I-IV, berturut-turut ada sekitar 15 dan 25% lebih sedikit puru dibandingkan dengan jumlah puru pada perlakuan I-I (ATK). Tidak ada perbedaan yang nyata dalam jumlah puru antara perlakuan I-I, I-V dan I-I (ATK).

Sebagai akibat pengurangan jumlah puru, berat kering akarnya juga menurun secara signifikan ($P=0,005$) seperti disajikan pada Gambar 8. Berat kering akar pada

perlakuan I-III dan I-IV berturut-turut lebih rendah sekitar 8 dan 15% dibandingkan dengan berat kering akar pada perlakuan I-I (ATK). Berat kering akar pada perlakuan I-II dan I-V tidak berbeda nyata dengan berat pada perlakuan I-I (ATK).

PEMBAHASAN

Kegagalan nematoda berkembang di dalam akar, yaitu pada perlakuan dengan kandungan amonium yang tinggi, biasanya berasosiasi dengan nekrosis di dalam puru akar. Minton (1962) melaporkan bahwa ketahanan beberapa kultivar tanaman terhadap nematoda sangat

berhubungan dengan peningkatan nekrosis pada akar, kegagalan nematoda berkembang menjadi dewasa, dan kegagalan tanaman inang mengembangkan sel-sel raksasa dan puru yang diinduksi nematoda. Reaksi nekrosis ini mulai teramati mulai 6 hari setelah inokulasi. Nekrosis pada puru hampir selalu terjadi pada akar dengan konsentrasi amonium yang tinggi, dan hampir tidak teramati pada akar dengan kandungan amonium normal atau kurang. Karena amonium tidak mempengaruhi pertumbuhan akar (Sudirman, 2007), maka diduga bahwa amonium mempunyai peran menginduksi ketahanan. Sifat ini selaras juga dengan definisi yang dikemukakan oleh Giebel (1982) bahwa ketahanan tanaman dapat dikatakan terinduksi apabila bahan kimia yang digunakan untuk menginduksi ketahanan tidak mengganggu metabolisme tanaman inang sampai tingkat yang beracun.

Potensi amonium dengan konsentrasi tinggi untuk menginduksi ketahanan melalui perubahan fisiologi tanaman, disamping pengaruh langsung (Sudirman and Webster, 1995; Walker, 1971), menjadi semakin jelas dengan data yang dihasilkan dalam penelitian ini, yaitu ketika konsentrasi amonium ditingkatkan setelah terjadi infeksi oleh nematoda. Pada perlakuan dengan amonium yang tetap kurang (ATK), nematoda menginduksi tempat makan dan tumbuh dengan cepat dan berkembang menjadi betina dewasa dengan persentase sangat tinggi. Pada kondisi ini terbentuk banyak puru, berat kering akar yang lebih tinggi. Sebaliknya, setelah akar terinfeksi ditransfer ke media dengan konsentrasi amonium yang lebih tinggi, perkembangan nematoda menjadi tertekan, puru mengalami nekrosis dan tidak berkembang dengan baik, dan berat kering akar berkurang. Semakin tinggi konsentrasi amonium larva nematoda nampaknya tidak berkembang lebih jauh, yang kemungkinan besar karena fisiologi akar mengalami perubahan sedemikian rupa sehingga sel tidak dapat mendukung perkembangan nematoda. Fenomena ini diperkuat dengan rasio nematoda jantan:betina yang 100 kali lebih besar pada akar yang ditransfer ke media dengan konsentrasi amonium yang tinggi dibandingkan dengan rasio pada akar dengan konsentrasi amonium yang tetap kurang (Gambar 7). Proporsi nematoda jantan yang tinggi ini mengindikasikan bahwa nematoda

berkembang dalam kondisi stres. Dengan demikian sangat beralasan untuk mengasumsikan bahwa konsentrasi amonium yang tinggi menyebabkan kondisi lingkungan yang tidak nyaman yang mengakibatkan nematoda berkembang menjadi jantan melalui perubahan seksual. Telah dilaporkan bahwa jika kondisi menjadi buruk segera setelah larva mulai berubah menjadi betina, nematoda mengalami perubahan seksual dan biasanya berkembang menjadi jantan dengan dua testis, atau jantan yang interseksual (Davide and Triantaphyllou, 1968; Spiegel *et al.*, 1987; Triantaphyllou, 1980).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa amonium nitrat pada konsentrasi tinggi menghambat perkembangan *M. javanica*, tetapi tanpa memengaruhi perkembangan akar. Orion *et al.* (1980) melaporkan bahwa pertumbuhan akar dipacu terutama oleh fraksi organik di dalam media, tetapi tidak oleh fraksi anorganik. Karena amonium diberikan dalam bentuk amonium nitrat, satu perlakuan dengan kandungan nitrat yang tinggi ditambahkan. Nitrat yang tinggi, dalam bentuk kalium nitrat, tidak memengaruhi pertumbuhan akar yang tidak terinfeksi atau perkembangan nematoda secara nyata. Hal ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian sebelumnya (Ismail and Saxena, 1977; Marks and Sayre, 1964; Osborne, 1969) yang menunjukkan bahwa kalium nitrat tidak memengaruhi pembentukan sel raksasa dan perkembangan nematoda. Namun demikian, meskipun hasil penelitian ini mendukung sebagian kesimpulan tersebut, penambahan kalium nitrat menyebabkan akar yang terinfeksi mempunyai berat kering yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan akar tanpa nematoda (kontrol). Peningkatan berat ini dapat dikaitkan dengan pembentukan lebih banyak puru oleh nematoda, atau dapat juga disebabkan oleh perangsangan pertumbuhan akar yang terjadi sebagai akibat keberadaan nematoda pada konsentrasi nitrat yang tinggi. Pada semua perlakuan yang mendukung perkembangan nematoda terdapat puru yang lebih banyak dan akar kering yang lebih berat.

Hasil penelitian ini memberikan suatu informasi yang sangat berguna dalam aplikasi pupuk yang mengandung amonium. Aplikasi pupuk amonium dengan dosis yang lebih tinggi dari normal dapat

sangat bermanfaat bagi petani karena dapat mengendalikan nematoda dengan dampak yang tidak berbahaya sebagaimana halnya nematisida. Tetapi, perlu diingat bahwa aplikasi bahan kimia yang berlebihan ke dalam tanah dapat menurunkan produksi tanaman sebagaimana dampak negatif dari patogen seperti *Meloidogyne*.

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi amonium setelah infeksi akarmenekan perkembangan *M.javanica*. Pada akar terinfeksi yang ditransfer ke media kultur agar dengan konsentrasi amonium yang tinggi, sedikit nematoda menjadi dewasa dengan proporsi jantan yang lebih tinggi daripada betina. Jumlah puru akar yang lebih sedikit dan berat kering akar yang lebih rendah juga terlihat pada akar terinfeksi yang ditransfer ke media dengan konsentrasi amonium yang tinggi dibandingkan dengan jumlah puru dan berat kering akar terinfeksi yang ditransfer ke media dengan konsentrasi amonium tetap kurang. Peningkatan konsentrasi amonium tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar yang tidak terinfeksi. Pengujian aplikasi amonium untuk mengendalikan *Meloidogyne* spp. dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Davide RG and AC Triantaphyllou. 1968.** Influence of the environment on development and sex differentiation of root-knot nematodes. III. Effect of foliar application of maleic hydrazide. *Nematologica* **14**, 37-46.
- Giebel J. 1982.** Mechanism of resistance to plant nematodes. *Annual Review Phytopathology* **20**, 257-279.
- Ismail W and K Saxena. 1977.** Effect of different levels of potassium on the growth of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on tomato. *Nematologica* **23**, 263-264.
- Johnson LF and NB Shamiyeh. 1975.** Effect of soil amendments on hatching of *Meloidogyne incognita* eggs. *Phytopathology* **65**, 1178-1181.
- Kaplan M and JP Noe. 1993.** Effect of chicken-excrement amendments on *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology* **25**, 71-77.
- Koenning SR and Barker KR. 1985.** Gnotobiotic techniques for plant-parasitic nematodes. *hi: An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. 11. Methodology*, 49-66. KR Barker, CC Carter and JN Sasser (Eds). North Carolina State University Graphics. Raleigh, NC, USA.
- Lauritis JA, RV Rebois and LS Graney. 1982.** Technique for gnotobiotic cultivation of *Heterodera glycines* Ichinohe on *Glycine max* (L.) Merr. *Journal of Nematology* **14**, 422-424.
- Marks CF and RM Sayre. 1964.** The effect of potassium on the rate of development of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. hapla*. *Nematologica* **10**, 323-327.
- Minton NA. 1962.** Factors influencing resistance of cotton to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Phytopathology* **52**, 272-279.
- Oka Y and S Pivonia. 2002.** Use of ammonia-releasing compounds for control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Nematology* **4**(1), 65-71.
- Oka Y, Chet I and I Spiegel. 1993.** Control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Bacillus cereus*. *Biocontrol Science and Technology* **3**, 115-126.
- Orion D, WP Wergin and BY Endo. 1980.** Inhibition of syncytia formation and root-knot nematode development on culture of excised tomato roots. *Journal of Nematology* **12**, 196-203.
- Osborne WW. 1969.** The efficacy of certain chemical soil treatments for the control of *Meloidogyne incognita acrita* in tobacco. *Journal of Nematology* **1**, 22-27.
- Rodriguez-Kabana R, PS King and MH Pope. 1981.** Combinations of anhydrous ammonia and ethylene dibromide for control of nematodes parasitic on soybeans. *Nematropica* **11**, 27-41.
- Rodriguez-Kabana R, G Morgan-Jones and I Chet. 1987.** Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. *Plant and Soil* **100**, 237-247.
- Rodriguez-Kabana R, RA Shelby, PS King and MH Pope. 1982.** Combinations of anhydrous ammonia and 1,3-dichloropropenes for control of root-knot nematodes in soybeans. *Nematropica* **12**, 61-69.
- Rodriguez-Kabana R. 1986.** Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology* **18**(1), 129-135.
- Smiley RW, RJ Cook and RI Papendic. 1970.** Anhydrous ammonia as a soil fungicide against *Fusarium* and fungicidal activity in the ammonia retention zone. *Phytopathology* **60**, 1227-1232.
- Spiegel Y, I Chet and E Cohen. 1987.** Use of chitin for controlling plant parasitic nematodes. II. Mode of action. *Plant and Soil* **98**, 337-345.
- Spiegel Y, E Cohen and U Kafkafi. 1982.** The influence of ammonium and nitrate nutrition of tomato plants on parasitism by the root-knot nematode. *Phytoparasitica* **10**, 33-40.
- Stirling GR. 1991.** *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes*. CAB International. Wallingford, Oxon, UK.
- Sudirman and JM Webster. 1995.** Effect of ammonium ions on egg hatching and second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in axenic tomato root culture. *Journal of Nematology* **27**(3), 346-352.
- Sudirman. 2007.** Effect of ammonium ions on development of *Meloidogyne javanica* in axenic tomato root culture. *Agroteksos* **17**(1), 16-23.
- Taylor AL and JN Sasser. 1978.** *Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne spp.)* 111. North Carolina State University Graphics, NC, USA.
- Tenuta M and H Ferris. 2004.** Sensitivity of nematode life-history groups to ions and osmotic tensions of nitrogenous solutions. *Journal of Nematology* **36**(1), 85-94.

Triantaphyllou AC. 1980. Sex determination in *Meloidogyne incognita* Chitwood and intersexuality in *M. javanica*. *Annual Phytopalology* 23. 12-31.

Walker JT. 1971. Population of *Pratylenchus penetrans* relative to decomposing nitrogenous soil amendments. *Journal of Nematology* 3. 43-49.