

KERAPATAN DAN BIODIVERSITAS NEMATODA TANAH GAMBUT DI KECAMATAN GAMBUT, KABUPATEN BANJAR, KALIMANTAN SELATAN

Dewi Rahmita, Abdul Gafur, Rusmiati

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

ABSTRACT

Density and biodiversity of soil nematodes at different depths of peat soil were studied in search for optimum depth of soil samples taken for nematode community data. Soil samples were taken from a natural peat land at Gambut Subdistrict, Banjar District, the Province of South Kalimantan, and were separated into 0-5 cm, 5-10 cm, and 10-15 depth groups. Soil nematode density and number of species were recorded along with soil pH, water content, and total-N content. Nematode biodiversity was estimated by sample-based and individual-based species accumulation curves and Shannon-Wiener diversity index. It was demonstrated that 5-10 cm was the optimum depth of soil samples for nematode biodiversity in the study area, despite insignificant difference between 0-5 cm and 5-10 cm in nematode densities. The results suggested that soil samples for nematode community data in peat soils could be taken up to 10 cm deep. It was also demonstrated that ten samples and one thousand individual nematodes were sufficient to obtain representative data on nematode biodiversity in the study area.

Key words : nematode, peat, biodiversity, density, Gambut, depth, soil sample

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan lahan gambut tropis, dan salah satu lokasi penyebaran utamanya adalah pulau Kalimantan. Kalimantan Selatan, sebagai bagian dari pulau Kalimantan, juga memiliki

potensi gambut yang cukup melimpah, yang diperkirakan sebesar 475.628.000 meter kubik dan tersebar di empat kabupaten: Banjar, Tapin, Hulu Sungai Utara, dan Balangan (Rusdiansyah, 2002).

Luasan lahan yang besar tersebut menyimpan potensi yang besar pula untuk

dimanfaatkan bagi kesejahteraan masyarakat. Akan tetapi, pemanfaatan itu secara inheren juga membawa kemungkinan kerusakan. Pengelolaan dan pemanfaatan yang ramah lingkungan mutlak dibutuhkan, dan hal itu menuntut adanya pengetahuan yang memadai mengenai sifat-sifat tanah di lahan yang bersangkutan. Di antara sifat penting tanah adalah sifat biologis yang ditentukan oleh berbagai jenis organisme yang hidup di tanah tersebut, terutama kelompok yang merupakan organisme kunci.

Di antara kelompok organisme tanah yang berperan penting dalam ekosistem tanah adalah nematoda. Kelompok ini telah terbukti dapat dijadikan sebagai bioindikator kondisi tanah (Yeates, 2003; Nemer, 2001). Ada beberapa kriteria yang dipenuhi oleh nematoda tanah, sehingga dapat dijadikan bioindikator, yaitu memiliki keanekaragaman yang tinggi, mudah diekstraksi dari tanah, relatif mudah diidentifikasi, berperan dalam jaringan makanan, waktu generasi hidup yang relatif singkat, menunjukkan respons yang spesifik terhadap berbagai gangguan tanah, dan kemampuan berkoloni yang tinggi (Bongers & Bongers, 1998). Selain itu, nematoda memiliki kulit yang permeabel, sehingga peka terhadap polutan (Wasilewska (Neher, 2001). Kehidupan hewan ini sangat tergantung pada habitatnya, yang mempengaruhi keberadaan dan kepadatan populasinya (Suin, 1989).

Sementara di banyak negara di daerah subtropik sudah banyak dilakukan kajian tentang nematoda tanah, tidak demikian halnya dengan di negara tropik dan berkembang seperti Indonesia yang kebanyakan masih berprioritas pada nematoda pertanian dan kesehatan. Sehubungan dengan lahan gambut, kajian biodiversitas di lahan gambut tropis, termasuk yang di Indonesia, dapat dikatakan masih sedikit. Begitu pula dengan nematoda tanahnya (Gafur, 2006). Bahkan sampai sejauh ini belum banyak diketahui mengenai cara pengambilan sampel tanah yang optimal untuk mendapatkan data mengenai kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah di lahan gambut tropik.

Berdasarkan hal tersebut maka sangat diperlukan optimalisasi sampling nematoda tanah untuk mendapatkan data mengenai kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah di daerah tropik terutama pada lahan gambut. Optimalisasi sampling ini yaitu dengan memperhatikan kedalaman tanah gambut. Menurut Gafur (2006), nematoda tanah menunjukkan perbedaan distribusi berdasarkan kedalaman tanah gambut. Menurut Gorny & Grum (1993), kerapatan dan kehadiran spesies berkurang dengan bertambahnya kedalaman profil tanah. Dengan diketahuinya kedalaman optimal sampel tanah untuk mendapatkan data mengenai kerapatan dan biodiversitas

nematoda tanah, maka pengetahuan mengenai nematoda tanah sebagai sarana biomonitoring kondisi suatu tanah akan mudah diperoleh.

BAHAN DAN METODE

Sampel tanah diambil dengan *soil sampler* berdiameter 17mm pada bulan November 2006 dari Kecamatan Gambut, 14 km Tenggara Banjarmasin (3.33 S, 114,58 T) ibukota Provinsi Kalimantan Selatan. Dari sepuluh lokasi pengambilan sampel dengan posisi sebagaimana dicantumkan pada tabel 1 diambil masing-masing sepuluh titik sampel yang ditentukan dengan pola zig-zag (s'Jacob & Bezooijen, 1983). Setiap sampel tanah dipisahkan menurut kedalaman 0-5 cm, 5-10 cm, dan 10-15 cm. Sampel dengan kedalaman yang sama dan dari lokasi yang sama digabung menjadi satu dalam wadah plastik yang dihindarkan dari cahaya matahari langsung.

Ekstraksi nematoda tanah dilakukan dengan metode Cobb dan *cotton wool filter* sebagaimana diuraikan oleh s'Jacob & van Bezooijen (1983) dan Luc dkk. (1995). Hasil ekstraksi difiksasi dengan formalin 4% panas. Untuk penghitungan jumlah individu, dibuat sediaan sementara dengan metode parafin sebagaimana diuraikan oleh s'Jacob & Bezooijen (1983).

Sebagai data pendukung, dicatat tiga faktor kimia tanah: pH H₂O, kadar air (%) dan N-total (%).

Tabel 1. Posisi lokasi pengambilan sampel tanah gambut di Kecamatan Gambut menurut GPS.

| Lokasi | LS | BT |
|--------|--------------|---------------|
| 1 | 03 24' 19.0" | 114 42' 05.3" |
| 2 | 03 24' 12.9" | 114 42' 05.5" |
| 3 | 03 24' 13.5" | 114 42' 05.6" |
| 4 | 03 24' 14.8" | 114 42' 05.4" |
| 5 | 03 24' 14.5" | 114 42' 05.5" |
| 6 | 03 24' 15.2" | 114 42' 05.8" |
| 7 | 03 24' 16.6" | 114 42' 06.4" |
| 8 | 03 24' 20.8" | 114 42' 05.0" |
| 9 | 03 24' 21.9" | 114 42' 05.2" |
| 10 | 03 24' 18.2" | 114 42' 05.4" |

Data kuantitatif yang dicatat adalah kerapatan nematoda tanah dan indeks diversitas menurut Shannon-Wiener dengan rumus ($H' = - \sum P_i \log P_i$) (Suin, 1989) untuk tiap kedalaman tanah gambut. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA yang dilanjutkan dengan LSD (Steel & Torrie, 1980). Penaksiran biodiversitas nematoda tanah disajikan dalam bentuk kurva akumulasi spesies (Gotelli & Colwell, 2001).

HASIL

Kerapatan nematoda tanah yang ditemukan dan karakteristik kimia tanah pada beberapa kedalaman tanah gambut disajikan pada tabel 2. Dari kedalaman tanah gambut 0-5 cm ditemukan rata-rata 67 individu, di kedalaman 5-10 cm ditemukan rata-rata 69 individu, dan di kedalaman 10-15 cm ditemukan rata-rata 46 individu nematoda tanah per 150 cc tanah.

Tabel 2. Kerapatan nematoda tanah dan sifat fisika-kimia tanah gambut pada beberapa kedalaman tanah

| Parameter | Kedalaman tanah (cm) | | | Ket |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----|
| | 0-5 | 5-10 | 10-15 | |
| Kerapatan (indiv / 150 cc tanah) | 67 ^b | 69 ^b | 46 ^a | * |
| H' | 0,93 | 0,93 | 0,94 | ns |
| pH H ₂ O | 3,36 | 3,24 | 3,36 | ns |
| Kadar air (%) | 181,54 | 309,69 | 335,49 | ns |
| N-total (%) | 1,18 | 1,11 | 1,00 | ns |

*: berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%;

angka yang diikuti huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada LSD dengan taraf signifikansi 5%

ns: tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

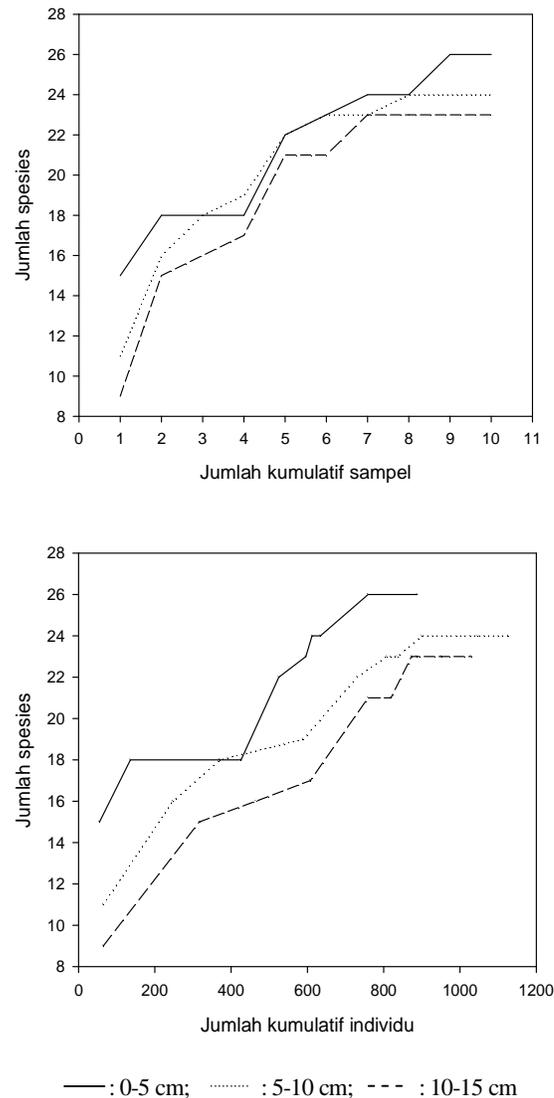
Analisis variansi menunjukkan adanya perbedaan rata-rata kerapatan nematoda tanah

antara kedalaman 0-5 cm, 5-10 cm, dan 10-15 cm. Uji lanjutan menunjukkan bahwa kerapatan nematoda tanah di kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm tidak berbeda nyata, sedangkan kedalaman 10-15 cm memiliki kerapatan nematoda tanah lebih kecil dibandingkan kedalaman di atasnya. Analisis variansi untuk karakteristik kimia tanah gambut (pH H₂O, kadar air, dan N-Total) menunjukkan bahwa ketiga kedalaman tanah tersebut tidak berbeda nyata. Perbandingan indeks diversitas di antara tiga kedalaman tersebut juga tidak mengungkapkan perbedaan nyata satu sama lain.

Biodiversitas nematoda tanah yang ditemukan di berbagai tingkat kedalaman tanah gambut disajikan pada Gambar 1 dan 2. Kedua gambar menunjukkan kurva akumulasi spesies nematoda tanah berdasarkan jumlah individu nematoda tanah dan jumlah sampel tanah yang digunakan pada beberapa kedalaman tanah gambut di kecamatan Gambut. Kurva akumulasi spesies berdasarkan sampel tanah gambut yang digunakan (Gambar 1 atas) menunjukkan bahwa semakin bertambah sampel tanah gambut yang digunakan maka semakin banyak kemungkinan spesies nematoda tanah yang diperoleh hingga mencapai asimtot. Dari kedalaman 0-5 cm dapat dilihat bahwa kurva relatif meningkat dan mencapai asimtot pada sampel tanah kesembilan. Jika sampel yang digunakan terus ditambah ternyata tetap

menghasilkan sebanyak 20 spesies. Dari kedalaman 5-10 cm dapat dilihat bahwa kurva relatif meningkat dan mencapai asimtot pada sampel tanah kedelapan dengan jumlah spesies yang tercapai sebanyak 24 spesies. Untuk kedalaman 10-15 cm tergambar bahwa kurva relatif meningkat dan mencapai asimtot pada sampel tanah ketujuh dengan 23 spesies.

Kurva akumulasi spesies berdasarkan jumlah individu nematoda tanah yang digunakan (Gambar 1 bawah) menunjukkan bahwa semakin bertambah jumlah individu nematoda tanah mengakibatkan jumlah spesies yang diperoleh juga meningkat hingga mencapai asimtot. Dari kedalaman tanah gambut 0-5 cm terlihat bahwa kurva relatif terus meningkat dimana terjadi penambahan jumlah spesies yang diperoleh dan kurva mencapai asimtot pada jumlah individu sebanyak 759 individu nematoda tanah. Walaupun jumlah individu nematoda tanah terus ditambah, banyaknya spesies nematoda tanah yang diperoleh akan tetap yaitu mencapai 20 spesies nematoda tanah. Dari kedalaman 5-10 cm menunjukkan bahwa kurva relatif terus meningkat dan mencapai asimtot pada jumlah individu sebanyak 900 individu nematoda tanah. Untuk kedalaman 10-15 cm tampak bahwa kurva relatif terus meningkat dan mencapai asimtot pada jumlah individu ke 873 dengan nematoda tanah yang tercapai sebanyak 23 spesies.



Gambar 1. Kurva akumulasi spesies nematoda berdasarkan-sampel (atas) dan berdasarkan-individu (bawah)

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh mencerminkan perbedaan kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah berdasarkan tingkat kedalaman tanah gambut (0-5 cm,

5-10 cm, dan 10-15 cm). Hal yang ditekankan dari perbedaan tersebut adalah kedalaman optimal sampel tanah untuk mendapatkan data mengenai kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah gambut di Kecamatan Gambut.

Berdasarkan perhitungan terhadap kerapatan nematoda tanah, terlihat bahwa kedalaman 5-10 cm memiliki kerapatan tertinggi. Dari analisis dinyatakan bahwa di antara kedalaman 0-5 cm dan 5-10 cm tidak terdapat perbedaan yang nyata. Kerapatan nematoda tanah di kedalaman 10-15 cm lebih rendah dibandingkan dua kedalaman di atasnya (tabel 3). Penelitian ini sejalan dengan temuan terdahulu bahwa kerapatan nematoda tanah menurun bersama kedalaman tanah (Gorny & Grum, 1993). Dengan demikian, kedalaman 0-5 cm dapat dijadikan sebagai kedalaman sampel tanah gambut untuk mendapatkan data mengenai kerapatan nematoda tanah gambut.

Kurva akumulasi spesies menggambarkan biodiversitas nematoda tanah. Kurva berdasarkan sampel tanah dan jumlah individu yang digunakan dapat menunjukkan bahwa semakin bertambah jumlah individu nematoda tanah dan jumlah sampel yang digunakan maka diikuti dengan bertambahnya jenis nematoda tanah. Titik asimtot akan dicapai dimana tidak ada penambahan jenis nematoda tanah lagi walaupun jumlah individu nematoda tanah dan

sampel yang digunakan bertambah. Akhimya akan ditemukan kedalaman optimal sampel tanah untuk mendapatkan biodiversitas nematoda tanah gambut. Hal ini sesuai dengan pendapat Gorny & Grum (1993) bahwa kurva yang menghubungkan jumlah spesies, jumlah individu, dan banyaknya sampel yang digunakan akan mencapai asimtot pada titik tertentu.

Kurva berdasarkan banyaknya sampel tanah yang digunakan menunjukkan bahwa 10 sampel tanah sudah cukup untuk mendapatkan data mengenai biodiversitas nematoda tanah gambut. Hal ini dapat dilihat dari sampel pada tiga kedalaman tanah tersebut untuk mencapai kurva asimtot yaitu 9 sampel untuk kedalaman 0-5 cm, 8 sampel untuk kedalaman 5-10 cm, dan 7 sampel untuk kedalaman 10-15 cm.

Kurva berdasarkan jumlah individu nematoda tanah menunjukkan bahwa sebanyak 1000 individu nematoda tanah sudah cukup untuk mendapatkan data mengenai biodiversitas nematoda tanah gambut. Hal ini dapat dilihat dari jumlah individu yang digunakan pada tiga kedalaman tanah tersebut untuk mencapai kurva asimtot yaitu 722 individu nematoda tanah untuk kedalaman 0-5 cm, 953 individu tanah untuk kedalaman 5-10 cm, dan 854 individu nematoda tanah untuk kedalaman 10-15 cm.

Kedalaman optimal sampel tanah gambut untuk mendapatkan data mengenai biodiversitas nematoda tanah adalah

kedalaman 5-10 cm (Gambar 1 dan 2). Kedalaman ini memiliki angka tertinggi untuk jumlah spesies (24 spesies) dibandingkan dua kedalaman lainnya.

Indeks diversitas tidak dapat mencerminkan perbedaan biodiversitas nematoda tanah di antara kedalaman tanah gambut. Hal ini disebabkan perbedaan proporsi spesies yang kecil antar kedalaman. Perbedaan antar kedalaman tidak terletak pada spesies dominan sehingga tidak terlalu berpengaruh jika dibandingkan dengan indeks diversitas.

Untuk pengambilan sampel tanah dapat dilakukan pada kedalaman 0-10 cm untuk mendapatkan data mengenai kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah. Hal ini terutama sampel yang diambil disekitar tanah gambut kecamatan Gambut pada posisi yang telah disebutkan (Tabel 2). Pada kedalaman tanah 10-15 cm dianggap tidak optimal lagi karena sudah terwakili oleh biodiversitas di kedalaman 0-10 cm. Walaupun biodiversitas nematoda tanah di kedalaman 0-5 cm lebih sedikit dibandingkan kedalaman lainnya, dalam pengambilan sampel tanah tetap diikutsertakan guna mengoptimalkan sampel tanah dan mempermudah atau memperlancar pengambilan sampel.

Biodiversitas nematoda tanah gambut yang diperoleh dari penelitian ini dikatakan relatif rendah jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu mengenai kekayaan takson

nematoda tanah gambut di kecamatan Gambut yang sudah diketahui yaitu mencapai 31 takson (Gafur, 2006). Hal ini diduga ada hubungannya dengan penggunaan metode ekstraksi nematoda tanah yang berbeda.

Parameter fisika dan kimia tanah yang diukur dan dianggap sebagai data pendukung terhadap perbedaan kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah gambut ini yaitu pH H₂O, kadar air, dan N-Total. Pengukuran dibedakan tiap kedalaman tanah. Setelah dilakukan analisis tanah ternyata ketiga faktor ini memiliki rata-rata sama pada tiap kedalaman tanah (0-5 cm, 5-10 cm, dan 10-15 cm). Jadi dapat dikatakan bahwa pH H₂O, kadar air, dan N-Total untuk kedalaman 0-15 cm di tanah gambut ini masih belum berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga faktor tadi tidak dapat menjelaskan perbedaan di antara ketiga kedalaman dalam hal kerapatan dan biodiversitas nematoda. Walaupun ketiga faktor tadi secara umum dikatakan dapat mempengaruhi kehidupan nematoda tanah, tetapi ada faktor lingkungan lain yang mempengaruhi perbedaan kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah pada tiga kedalaman tanah tersebut.

Faktor kimia tanah yang mempengaruhi kehidupan nematoda tanah meliputi pH, N, P, K dan C-Organik (Raty & Huhta, 2003) dan faktor fisika yang mempengaruhi yaitu kadar

air (Suin, 1989). Karena tidak ada perbedaan di antara ketiga kedalaman tanah dalam hal faktor kimia yang diukur, berarti perbedaan kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah pada tingkat kedalaman tanah yang berbeda diduga karena faktor fisik dan faktor kimia tanah lainnya yang tidak diukur dan tidak diketahui atau keberadaan makanan yang berbeda.

Kerapatan nematoda tanah yang ditemukan dalam 150 cc tanah gambut pada beberapa tingkat kedalaman ini masih tergolong sedikit yaitu di bawah 5000 individu nematoda tanah. Dari penelitian terdahulu menyatakan bahwa sekitar 5000-10000 individu dapat diperoleh dari 100 gram tanah (Schouten dkk., 2004). Jika dihubungkan dengan parameter pH, tanah gambut yang dijadikan sampel ini termasuk tanah yang asam yaitu rata-rata < 3,5. Hal ini mengakibatkan hanya sedikit jumlah nematoda tanah yang dapat hidup dan ditemukan. Menurut Raty & Huhta (2003) bahwa sebagian nematoda tanah tidak dapat bertahan pada tanah yang asam (pH < 3,5). Selain itu, pH dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap kehidupan nematoda tanah. Beberapa spesies bakteri dapat tumbuh dalam keadaan sangat asam dan bagi kebanyakan spesies nilai pH minimum adalah 4 (Pelczar & Chan, 1986). Jika jumlah bakteri yang merupakan bahan

makanan nematoda tanah (bakterivor) sedikit maka kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah juga sedikit. Menurut Herdiansyah dkk., (2001) bahwa kejenuhan basa (%) menurun bersama bertambahnya kedalaman tanah gambut. Hal ini memungkinkan berpengaruh terhadap kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah.

Berkurangnya kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah seiring dengan kedalaman tanah diduga ada kaitannya dengan faktor kimia-fisika tanah gambut maupun tersedianya makanan. Makanan yang tersedia dengan baik sangat menentukan mengapa kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah kebanyakan terdapat di kedalaman tersebut. Nematoda tanah memilih hidup pada kedalaman yang paling sesuai hagnya di tanah.

Menurut Leiwakabessy dkk.. (2003) bentuk P-Organik biasanya terdapat banyak pada kedalaman tanah yang lebih atas yang kaya akan bahan organik. Dan dari penelitiannya bahwa setelah kedalaman 0-8 cm sudah mengalami penurunan kadar fosfat. Pada tanah gambut jumlah dari bentuk ini jauh melampaui bentuk P-anorganik bahkan dapat mencapai lebih dari 80 % (Leiwakabessy dkk., 2003). Hal ini dapat menimbulkan suatu dugaan bahwa fosfat termasuk faktor yang mempengaruhi perbedaan kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah pada kedalaman tanah gambut yang berbeda.

Nitrogen berpengaruh secara tidak langsung terhadap kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah. Adanya unsur nitrogen yang tinggi di daerah sekitar perakaran tanaman mengakibatkan meningkatnya populasi bakteri, begitu pula halnya dengan nematoda pemakan bakteri, pemakan fungi, nematoda predator dan nematoda parasit pada tanaman. Bakteri yang membantu tanaman dalam proses penambatan nitrogen merupakan sumber makanan bagi nematoda untuk penumbuhan hidupnya (Freckman, 1988). Menurut Notohadiprawiro (1998) bahwa kandungan N tertinggi terdapat pada tanah bagian atas dan umumnya menurun dengan kedalaman tanah. Jadi, banyaknya N yang terdapat pada kedalaman atas tanah menandakan bahwa disana juga banyak terdapat bakteri sehingga berpengaruh terhadap kehidupan nematoda bakterivor.

Dengan demikian, akhirnya dapat disimpulkan bahwa kedalaman tanah berbeda memiliki kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah yang berbeda pula. Kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah di daerah studi optimal pada kedalaman 0-10 cm.

Jika terjadi gangguan atau perubahan lingkungan di lahan gambut yang relatif alami di Kecamatan Gambut, maka ada kemungkinan kerapatan dan biodiversitas nematoda akan berubah. Dengan demikian, data mengenai kerapatan dan biodiversitas nematoda tanah gambut pada penelitian ini

dapat membantu pemanfaatan nematoda tanah sebagai bioindikator tanah gambut di Kecamatan Gambut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Novy Etty Maretnoningrum yang telah membantu dalam pengambilan sampel tanah dan penghitungan nematoda serta kepada Laboratorium Biologi FMIPA Unlam yang telah menyediakan fasilitas untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bongers, T. & M. Bongers. 1998. Functional Diversity of Nematodes. *Applied Soil Ecology*. 10: 239-251.
- Freckman. D.W. 1988. Bacterivorous Nematodes and Organic-Matter Decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 24:195-217.
- Gafur, A. 2006. Struktur Komunitas Nematoda Tanah Gambut Tropis dari Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang*, halaman 78-87.
- Gorny, M. & L.Grüm. 1993. *Methods In Soil Zoology*. Polish Scientific Publishers, Amsterdam.
- Gotelli, N.J & R.K. Colwell. 2001. Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in The Measurement and Comparison of Species Richness. *Ecology Letters*. 4: 379-391.
- Herdiansyah., E. Sugiharto & A. Sayyid. 2001. *Adsorpsi Ion Bikromat oleh Tanah Gambut*. Thesis Magister Sains Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (tidak dipublikasikan).
- Leiwakabessy, F. M., Wahjudin, U.M & Suwarno. 2003. *Kesuburan Tanah*.

- Penerbit ITB, Bandung.
- Neher, D.A. 2001. Role of Nematodes in Soil Health and Their Use as Indicators. *Nematology*. 33: 161-168.
- Raty, M. & V. Huhta. 2003. Earthworms and pH Affect Communities of Nematodes and Enchytraeids in Forest Soil. *Biology and Fertility of Soils*. 38: 52-58.
- Pelczar, Jr. M. & E.C.S. Chan. 1988. *Elements of Microbiology*. Siri Hadioetomo dkk. (Penerjemah). UI Press, Jakarta.
- Rusdiansyah. 2002. *Potensi Sumber Daya Mineral dan Batubara Kalimantan Selatan*. Simposium Nasional Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Schouten, T., A.M. Breure, C. Mulder & M.Rutgers. 2004. Nematodes Diversity in Dutch Soils From Rio to a Biological Indicator for Soil Quality. *Nematology Monographs and Perspectives*. 2: 469-482.
- S'Jacob, J.J. & J.V. Bezooijen. 1984. *A Manual for Practical Work in Nematology*. Department of Nematology, Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics : A Biometrical Approach*. Second Edition. Mc Graw-Hill, New York.
- Suin, N.M. 1989. *Ekologi Hewan Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Yeates, G.W. 2003. Nematodes as Soil Indicators: Functional and Biodiversity Aspects. *Biology and Fertility of Soils*. 37: 199-210.