

HUBUNGAN ANTARA DEKOMPOSISI DAN PELEPASAN NITROGEN SISA TANAMAN DENGAN DIVERSITAS MAKROFAUNA TANAH

Sugiyarto, dan M.P. Setyaningsih

FMIPA Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir Sutami, Surakarta

Abstract

A comparative study of decomposition rate and nitrogen release of crop residues of 'nanas' (*Ananas comosus*), 'kimpul' (*Xanthosoma sagittifolium*) and 'kapulaga' (*Amomum cardamomum*) as well as their relationships to soil macrofauna diversity was conducted in permanent boxes containing soils. Soil macrofauna used for this study were *Pheretima* sp., *Phyllophaga* sp., *Lithobius* sp., *Calosoma* sp., *Blatta* sp., *Lycosa* sp., and *Narceus* sp. which were previously acclimated for 2 days. Results of this study showed that the highest rate of decomposition occurred on organic matter generated from 'kimpul', followed by 'nanas' and 'kapulaga'. The highest rate of nitrogen release was observed for organic matter generated from 'kimpul', followed by 'kapulaga' and 'nanas'. Both rate of decomposition or rate of nitrogen release positively correlated with diversity index value of soil macrofauna.

Key words: decomposition, niteogen release, soil macrofauna

Pendahuluan

Di dalam sub-sistem tanah, sisa tanaman dapat berfungsi sebagai sumber energi bagi organisme tanah, sumber hara bagi tanaman dan pemelihara sifat fisikokimia tanah. Upaya ini dapat direalisasikan jika telah diketahui secara baik karakter dari sisa tanaman serta faktor-faktor yang menentukan fungsinya di dalam agro-ekosistem. Fungsi sisa tanaman ditentukan oleh laju dekomposisinya, sedangkan laju dekomposisi sisa tanaman ditentukan oleh kualitasnya, kondisi lingkungan, dan organisme perombaknya (Tian, 1992; Mafongoya *et al.*, 1997).

Laju dekomposisi sisa tanaman tergantung suhu udara dan kelembaban

tanah (Stott *et al.*, 1990; Steiner *et al.*, 1994). Fase awal proses dekomposisi sangat tergantung pada kandungan C-terlarut, N dan rasio C/N (Gilmour *et al.*, 1998). Meskipun rasio C/N dan kandungan N telah terbukti terkait erat dengan proses dekomposisi sisa tanaman, namun tidak selalu signifikan menentukan laju dekomposisinya (Collins *et al.*, 1990; Douglas and Rickman, 1992). Bahan organik yang lebih banyak mengandung lignin lebih sulit terombak. Bahan organik yang lebih banyak mengandung selulosa, hemiselulosa dan senyawa-senyawa larut air lebih mudah terombak. Urutan senyawa organik mulai dari yang paling mudah terombak sampai dengan yang paling sulit terombak ialah (gula,

amilum, protein sederhana) > (protein rumit, pektin, hemiselulosa) > selulosa > (lignin, lilin, damar tanin) (Notohadiprawiro, 1998).

Ketidak-konsistenan hasil penelitian tentang laju dekomposisi sisa tanaman diduga masih diabaikannya faktor organisme perombak (*decomposers*) sebagai salah satu variabel penting yang harus diperhatikan. Makrofauna tanah merupakan salah satu kelompok organisme perombak yang berperan melakukan fraksionasi sisa tanaman serta memfasilitasi kegiatan organisme perombak lain, terutama kelompok mikrobia (Lavelle *et al.*, 1994; Brussaard, 1998). Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji laju dekomposisi dan pelepasan nitrogen bahan organik tanaman nanas (*Ananas comosus*), kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan kapulaga (*Amomum cardamomum*) serta hubungannya dengan komunitas makrofauna tanah.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Dukuh Gereh, Desa Kadilaju, Kecamatan Karangnongko, Klaten, Jawa Tengah. Perlakuan yang diberikan adalah macam sisa tanaman, yaitu: nanas (N), kimpul (X) dan kapulaga (K) serta tanpa bahan organik tanaman sebagai kontrol (C). Sisa tanaman yang terdiri atas campuran bagian daun, pelepah daun, dan akar dipotong-potong dengan ukuran $\pm 2-3$ cm, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan diteruskan di dalam oven hingga beratnya konstan. Fauna tanah yang digunakan dikumpulkan dari di bawah tegakan sengon di sekitar lokasi penelitian antara lain cacing tanah (*Pheretima* sp), uret (*Phyllophaga* sp), kelabang (*Lithobius* sp), kumbang tanah (*Calosoma* sp), kecoa tanah (*Blatta* sp), laba-laba (*Lycosa* sp), luwing (*Narceus* sp). Fauna tersebut dikoleksi dalam

bentuk hidup kemudian diaklimatisasi selama 2 hari sebelum digunakan untuk percobaan.

Percobaan dilakukan pada bak berukuran panjang 100 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm. Bak diisi dengan tanah hingga setinggi 20 cm yang sebelumnya telah dibebaskan dari makrofauna tanah dan telur-telurnya dengan cara diayak menggunakan saringan berdiameter 0,25 cm. Sementara itu disiapkan pula sejumlah 12 polibag dengan diameter 10 cm dan tinggi 30 cm yang diisi dengan tanah yang sama hingga setengah tinggi polybag kemudian polybag dilubangi di beberapa tempat dan kemudian dibenamkan ke dalam tanah yang ada di dalam bak hingga posisi permukaan tanah di dalam dan di luar polibag sejajar.

Masing-masing jenis sisa tanaman kering oven sebanyak 25g dimasukkan ke dalam polibag pada bagian permukaan/sebagai mulsa dan disusun secara acak di dalam bak percobaan sesuai dengan rancangan percobaan. Ke dalam bak percobaan tersebut kemudian dimasukkan makrofauna tanah yang telah dikoleksi sebelumnya sejumlah 100 individu, yaitu dengan dengan proporsi: cacing tanah 35 individu, uret 15 individu, kelabang 14 individu, kumbang tanah 13 individu, kecoa tanah 12 individu, laba-laba 6 individu, dan luwing 5 individu. Setelah itu bak ditutup dengan kain kasa untuk kemudian dilakukan pengamatan. Percobaan yang disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan.

Pengamatan laju dekomposisi sisa tanaman dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri, yaitu dengan menimbang bahan organik sisa (Pudjiharta, 1995). Laju dekomposisi dihitung melalui rumus eksponensial negatif berikut ini:

$$W_t = W_i \cdot e^{-kt}$$

Dalam hal ini W_t : jumlah berat kering sisa tanaman sisa setelah periode waktu tertentu (t); W_i : berat kering sisa tanaman mula-mula; e : angka dasar logaritma (2,7182) dan k : nilai konstanta laju dekomposisi.

Analisis kandungan nitrogen sisa tanaman dilakukan pada minggu ke-0, 6 dan 12 dengan metode Kjeldahl (Sudarmadji *et al.*, 1981). Struktur dan komposisi makrofauna tanah pada masing-masing perlakuan diamati pada minggu ke-3, 6, 9 dan 12 dengan menggunakan metode *hand sorting*. Setelah dilakukan identifikasi dan kuantifikasi, fauna tanah dikembalikan lagi ke dalam bak percobaan. Indeks diversitas makrofauna tanah dihitung berdasarkan ID Simpson dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = 1 - \sum (P_i)^2$$

Dalam hal ini D = Indeks diversitas; P_i = Proporsi individu jenis ke- i di dalam komunitas (Suin, 1997).

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varian untuk membandingkan laju dekomposisi dan pelepasan nitrogen ketiga sisa tanaman dengan taraf kepercayaan 95%. Disamping itu dilakukan pula analisis korelasi untuk mengetahui hubungan antara laju dekomposisi dan pelepasan nitrogen bahan organik tanaman dengan indeks diversitas makrofauna tanah.

Hasil dan Pembahasan

Dekomposisi sisa tanaman dan pelepasan N

Sisa tanaman kimpul menunjukkan laju dekomposisi tertinggi (k : 0,4214; persentase kehilangan berat 95,44%) diikuti oleh nanas (k : 0,3165; persentase

kehilangan berat 91,4%) dan kapulaga (k : 0,2305 dan persentase kehilangan berat 81,4%) (Tabel 1 dan Gambar 1). Perbedaan laju dekomposisi tersebut nampaknya terkait dengan kualitas sisa tanaman yang digunakan dalam penelitian ini. Sisa tanaman kimpul mengandung senyawa-senyawa yang mudah larut seperti protein. Protein yang dikandung daun kimpul sebesar 40-75 % dan hampir di seluruh jaringan memiliki cairan getah berupa glikosida (Rubartsky dan Yamaguchi, 1998). Glikosida adalah bahan yang mudah dirombak (Notohadiprawiro, 1998). Sisa tanaman kapulaga mempunyai kandungan minyak atsiri sampai 8 % dengan komposisi utama sineol 5-10 %, terpineol, borneol dll (Gunawan *et al.*, 1988). Minyak atsiri merupakan senyawa organik yang sulit terombak (Notohadiprawiro, 1998).

Sisa tanaman nanas mengandung selulosa atau lignoselulosa yang nisbi lambat terdekomposisi (Asri *et al.*, 1999). Tanaman nanas memiliki daun yang tebal dan berserat banyak, selain itu permukaannya berlapis lilin. Lilin merupakan senyawa kimia inhibitor yang memiliki pengaruh penghambatan langsung. Lilin menjadi rintangan fisik terhadap serangan organisme perombak.

Tabel 1. Rata-rata nilai koefisien laju dekomposisi dan pelepasan nitrogen sisa tanaman nanas, kimpul dan kapulaga.

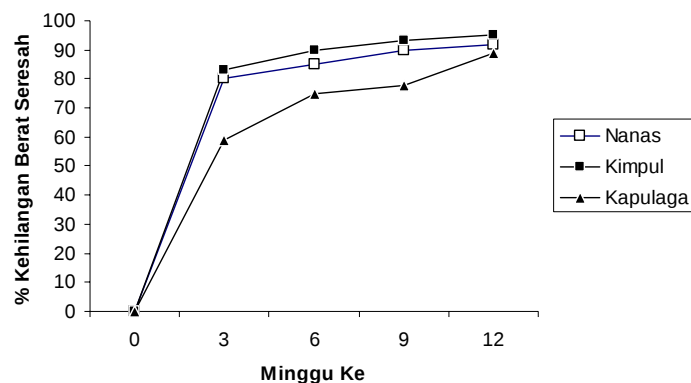
Perlakuan	kD*)	N hilang (%)
Nanas	0,3165b	-5,72a
Kimpul	0,4214a	62,82c
Kapulaga	0,2305b	16,77b

*)kD = koefisien laju dekomposisi

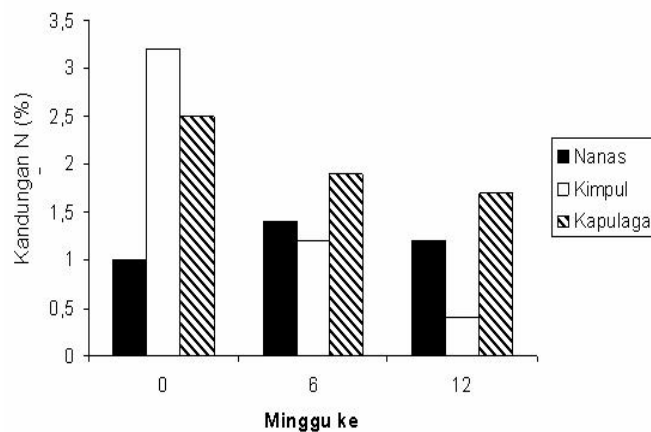
Pelepasan N

Kimpul memiliki kandungan nitrogen tertinggi (3,05%) diikuti oleh kapulaga (2,45%) dan nanas (1,01%) (Gambar 2). Akan tetapi sejalan dengan proses dekomposisi, kandungan nitrogen sisa tanaman kimpul pada pengamatan kedua dan ketiga menurun secara cepat yang berarti terjadi laju pelepasan nitrogen tertinggi (62,82%) (Tabel 1). Sebaliknya pada sisa tanaman kapulaga dan nanas hanya terjadi sedikit penurunan kandungan nitrogen sisa tanaman pada pengamatan kedua dan ketiga, bahkan pada pengamatan kedua terjadi peningkatan kandungan nitrogen pada sisa tanaman nanas. Dengan demikian dari perhitungan nilai laju

Pada minggu ke-0 dengan berat sisa tanaman yang sama, sisa tanaman pelepasan nitrogen, sisa tanaman kapulaga dan nanas masing-masing adalah 16,77% dan -5,72% (Tabel 1). Dengan demikian nampak terjadinya laju pelepasan nitrogen yang jauh berbeda diantara ketiga sisa tanaman yang diujikan. Bahan-bahan tanaman yang tinggi kandungan nitrogennya dengan cepat didekomposisi dan sebagian besar nitrogen dibebaskan sebagai amonia sedangkan bahan-bahan yang rendah kandungan nitrogennya didekomposisi secara lambat dan pembebasan nitrogen tidak tersedia (Douglas and Rickman, 1992).



Gambar 1. Persentase kehilangan berat sisa tanaman nanas, kimpul dan kapulaga



Gambar 2. Kandungan nitrogen pada ketiga sisa tanaman

Tingginya kandungan senyawa fenolik pada kapulaga atau tingginya nilai rasio C/N dan polifenol/N pada kapulaga maupun nanas akan menyebabkan lambatnya proses dekomposisi bahkan terjadi proses pengikatan enzim yang dikeluarkan oleh organisme organisme perombak oleh senyawa fenol (Handayanto *et al.*, 1997; Mafongoya *et al.*, 1997). *Diversitas makrofauna tanah*

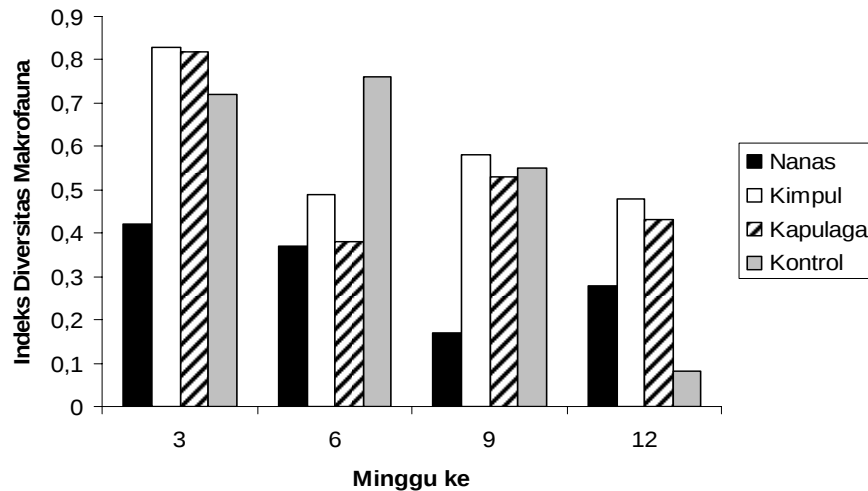
Hasil pengamatan komunitas dan indek diversitas makrofauna tanah menunjukkan bahwa pada perlakuan bahan organik tanaman kimpul, baik jumlah maupun macam makrofauna tanah serta nilai indeks diversitasnya paling tinggi yang diikuti oleh perlakuan sisa tanaman nanas, kapulaga dan kontrol (Tabel 2 dan Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa adanya bahan

organik tanaman dapat merangsang kehadiran makrofauna tanah. Di samping itu perbedaan karakter bahan organik tanaman berpengaruh terhadap jenis dan jumlah makrofauna tanah yang hadir.

Bagi makrofauna tanah keberadaan bahan organik tanaman di permukaan tanah dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan, tempat berlindung dari predator maupun gangguan perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan (Tian, 1992; Lavelle *et al.*, 1994; Brussaard, 1998; Sugiyarto, 2000). Dalam penelitian ini sisa tanaman kimpul merupakan sisa tanaman yang paling mudah dicerna sehingga dimungkinkan untuk lebih disukai oleh berbagai jenis makrofauna tanah pemakan detritus.

Tabel 2. Jumlah individu makrofauna tanah yang ditemukan pada perlakuan sisa tanaman nanas, kimpul dan kapulaga selama 12 minggu pengamatan

Perlakuan	Minggu Ke	Jenis Makrofauna Tanah						
		Cacing	Uret	Kelabang	Kumbang	Kecoa	Laba-Laba	Luwing
Nanas	3	6	0	1	1	0	0	0
	6	23	1	0	2	3	3	0
	9	28	0	0	0	0	0	1
	12	32	2	3	0	0	0	1
Jumlah		89	3	4	3	3	3	2
Kimpul	3	5	1	2	1	2	3	3
	6	26	2	3	2	2	1	1
	9	29	3	5	2	3	1	1
	12	38	2	7	1	1	2	2
Jumlah		98	8	17	6	8	7	7
Kapulaga	3	2	1	1	2	0	1	1
	6	3	1	0	0	0	0	0
	9	6	0	1	0	1	1	1
	12	25	0	5	0	3	0	0
Jumlah		36	2	7	2	4	2	2
Kontrol	3	2	0	1	0	1	1	1
	6	1	0	0	0	1	1	1
	9	3	0	1	0	1	0	0
	12	22	0	0	0	1	0	0
Jumlah		28	0	2	0	4	2	2



Gambar 3. Indeks diversitas makrofauna tanah pada sisa tanaman nanas, kimpul, kapulaga dan tanpa sisa tanaman

Sisa tanaman nanas dan kapulaga, selain berserat tinggi juga mengandung polifenol sehingga kurang disukai oleh makrofauna tanah sebagai sumber makanan. Dengan demikian fungsinya lebih banyak pada fungsi perlindungan.

Hubungan laju dekomposisi dan pelepasan N dengan diversitas makrofauna tanah

Laju dekomposisi maupun pelepasan nitrogen sisa tanaman berkorelasi positif dengan nilai indeks diversitas makrofauna tanah, tetapi berkorelasi negatif dengan jumlah individunya (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman makrofauna tanah berperan besar dalam memacu terjadinya proses dekomposisi, terutama dalam pelepasan nitrogen dari bahan organik tanaman. Dalam proses dekomposisi bahan organik tanaman, makrofauna tanah terutama berperan

dalam proses fraksionasi, distribusi dan fasilitasi bagi organisme perombak lain, misalnya dengan meningkatkan aerasi, infiltrasi dan pelepasan enzim (Lavelle *et al.*, 1994; Mafongoya *et al.*, 1997; Brussard, 1998). Dengan semakin meningkatnya keragaman makrofauna tanah, maka semakin beragam pula peranannya dalam menunjang proses dekomposisi bahan organik tanaman. Dalam percobaan ini proses fraksionasi banyak dilakukan oleh fauna uret/lundi (*Phyllophaga sp.*), luwing (*Narceus sp.*) dan kumbang tanah (*Calosoma sp.*) yang berperan sebagai herbivora atau detritivora. Cacing tanah (*Pheretima sp.*) lebih berperan sebagai distributor, penjaga kelembapan tanah dan melakukan dekomposisi secara enzimatik.

Tabel 3. Koefisien korelasi antara jumlah individu (JI), indeks diversitas (ID) makrofauna tanah, laju dekomposisi (LD) dan pelepasan nitrogen (LN) sisa tanaman nanas, kimpul dan kapulaga

	Jumlah individu makrofauna tanah (JI)	Indeks diversitas makrofauna tanah (ID)
Laju dekomposisi (LD)	-0,323	0,499
Laju pelepasan nitrogen (LN)	-0,033	0,794

Jenis-jenis makrofauna lainnya, yaitu laba-laba (*Lycosa* sp.), kelabang (*Lithobius* sp.) dan kecoa tanah (*Blatta* sp.) belum diketahui fungsinya dalam proses dekomposisi bahan organik tanaman, tetapi kemungkinan besar saling berinteraksi dalam menjaga keseimbangan komunitas di dalam ekosistemnya. Hal ini justru menjadi informasi yang menarik bahwasanya meskipun tidak terlibat langsung dalam proses dekomposisi, namun berbagai jenis makrofauna tanah menunjukkan fungsi sebagai penunjang proses tersebut.

Kesimpulan

Laju dekomposisi dan pelepasan tertinggi terjadi pada sisa tanaman kimpul kemudian diikuti nanas dan kapulaga. Namun demikian, sisa tanaman kapulaga lebih cepat melepaskan nitrogen dibandingkan sisa tanaman nanas. Laju dekomposisi dan pelepasan nitrogen sisa tanaman berkorelasi positif dengan indeks diversitas makrofauna tanah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi Laboratorium Biologi Fakultas MIPA UNS dan Kepala Desa Kadilaju, Kecamatan Karangnongko, Klaten atas bantuan teknis dan administrasi selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Asri, I.P., Rachman, S. dan Kabirun, S. 1999. Pengaruh Penambahan Biomassa Algae Terhadap Penurunan C Organik pada Dekomposisi Limbah Tanaman Nanas. *Agros*. J. 12: 269-279.
- Brussaard, L. 1998. Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. *Appl. Soil Ecol.* 9: 123-136.
- Collins, H.P., Elliot, L.F. and Papendick, R.I. 1990. Wheat straw decomposition and changes in decomposability during fields exposure. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 54:1013-1016.
- Douglas, C.L. Jr. and Rickman, R.W. 1992. Estimating cropresidue decomposition from air temperature, initial nitrogen content and residue placement. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 56: 272-278.
- Gilmour, J.T, Mauromoustakos, A., Gale, P.M. and Norman, R.J.. 1998. Kinetics of crop residue decomposition: variability among crops and years. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 62: 750-755.
- Gunawan, D., Soegihardjo, C.J., Mulyani, S. dan Koensoemardiyah. 1988. *Seri Tanaman Obat: Perhimpunan Peneliti Bahan Obat Alami*. Yogyakarta.
- Handayanto, E., Giller, K.E. and Cadisch, G. 1997. Manipulation of nitrogen mineralization from mixtures of legume tree pruning of different quality and recovery of nitrogen by maize. *Soil Biol. and Biochem.* 29: 1417-1426.
- Lavelle, P., Dangerfield, M., Fragoso, C., Eschenbremer, V., Lopez Hernandez, D., Pashanasi, B. and Brussaard, L. 1994. The Relationship Between Soil Macrofauna and Tropical Soil Fertility. In P.L. Woomer and M.J. Swift (Eds.)

- The Biological Management of Tropical Soil Fertility. New York : John Wiley and Sons. pp: 137-170.
- Mafongoya, P.L., Giller, K.E and Palm, C.A. 1997. Decomposition and nutrient release pattern of prunings and litter of agroforestry trees. *Agrofor. Syst.* 38: 77-97.
- Notohadiprawiro, T. 1998. Tanah dan Lingkungan. Depdikbud. Jakarta.
- Pudjiharta, A. 1995. Aspek Biogeohidrologi pada Jenis Tegakan *Paraserianthes falcataria* dan *Acacia mangium* . *Bul. Pen. Hutan* . 587: 1-29.
- Rubartsky, V.E dan Yamaguchi, M.. 1998. Sayuran Dunia 1, Prinsip, Produksi dan Gizi (diterjemahkan oleh Diah R. Lukmana dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung
- Steiner, J.L., Schomberg, H.H., Douglas, C.L. Jr and Black, A.L. 1994. Standing stem persistence in no-tillage small-grain fields. *Agron. J.* 86: 76-81.
- Stott, D.E., Stroo, H.F., Elliot, L.F., Papendick, R.I. and Unger, P.W. 1990. Wheat residue loss from fields under no-till management. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 54: 92-98
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1981. Prosedur, Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sugiyarto. 2000. Keanekaragaman makrofaunatanah pada beberapa umur tegakan sengon di RPH Jatirejo, Kabupaten Kediri. *Biodiversitas* 1: 11-15.
- Suin, N.M. 1997. Ekologi Hewan Tanah. Penerbit Bumi Aksara. Bandung.
- Tian, G. 1992. Biological effect of plant residues on plant and soil under tropical conditions. Pergamon Press. Ltd. Wageningen.