

## LUBANG BIOPORI CACING TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP RESAPAN AIR TANAH

**Leo Eladisa Ganjari**

*Program Studi Biologi - Fakultas MIPA  
Universitas Widya Mandala Madiun*

### ABSTRACT

*Any work, which is in nature both ossifying and closing ground surface, causes the decline of ground water infiltration. Some efforts to enlarge ground water infiltration have already been done, for example, by making infiltration wells and bioporic infiltration holes. Earthworms naturally do some activities which contribute to make ground water infiltrate. Due to this fact, a research needs conducting on bioporic infiltration holes of earthworms.*

*This research was performed in Sukoharjo, Surakarta from September 2007 up to July 2008. The study aimed to search the diameter and amount of width units of bioporic infiltration holes of earthworms. The number of infiltration holes of earthworms was counted on the basis of measurement plots of 50 cm x 50 cm. The plots, 20 in number, were placed on a piece of land randomly. Each hole of earthworms (biopore) in every plot was measured to find its diameter.*

*The result of the research showed that the average diameter of bioporic infiltration holes of earthworms was 4,58 mm, and there were 20 holes found in every square meter of land. The bioporic infiltration holes of earthworm could extend the infiltration area of ground water as many as 873 times.*

**Keywords:** *earthworms, bioporic infiltration holes, ground water, biopore.*

### A. Pendahuluan

Pembangunan akan berdampak pada perubahan lingkungan, salah satu dampak tersebut adalah berkurangnya resapan air tanah. Hal ini terjadi karena adanya pengerasan permukaan tanah, misalnya adanya rumah dan pengaspalan halaman. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya daya porositas tanah terhadap air. Dampak yang lebih parah lagi berupa berkurangnya air tanah dan dapat terjadi banjir. Telah dilakukan upaya untuk pembuatan resapan air berupa sumur resapan, namun belum juga efektif dilaksanakan dan masih perlu disosialisasikan.

Daerah Jakarta merupakan contoh dampak pembangunan terhadap keberadaan air tanah. Upaya di bidang Hukum dilakukan dengan penerbitan peraturan yang dibuat Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Dalam Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No: 68 Tahun 2005, bab V, pasal 4, tentang Kewajiban Pembuatan Sumur Resapan, yaitu kewajiban pembuatan sumur resapan bagi perorangan dan badan hukum ditujukan kepada a. setiap penanggung jawab bangunan yang menutup permukaan tanah; b. setiap pemohon dari pengguna sumur dalam; c. setiap pemilik bangunan berkonstruksi pancang dan/atau memanfaatkan air tanah dalam yang lebih dari 40 m; dan d. setiap usaha industri yang memanfaatkan air tanah permukaan (DKI Jakarta, 2005; Kompas, 2007)

Brata dan Nelistya (2002) memberi solusi yang sangat sederhana, yaitu dengan pembuatan lubang resapan air yang dikenal dengan istilah Lubang Resapan Biopori (LRB). Manfaat lubang resapan biopori dalam mengatasi permasalahan di atas adalah: memperbaiki ekosistem tanah, meresapkan air, mencegah banjir; menambah cadangan air tanah, mengatasi kekeringan, dan mengatasi masalah genangan air.

Biopori (*biopore*) merupakan ruangan atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dan di dalam tanah (Brata dan Nelistya, 2002).

Cacing tanah pada umumnya dikenal sebagai hewan yang berperan dalam pengomposan (Rukmana, 1999). Namun demikian cacing tanah secara alami juga berperan membuat biopori. Cacing yang sering melakukan pembuatan biopori/lubang di dalam tanah adalah cacing tanah yang dikelompokkan ke dalam cacing *anesic* dan *endogeic* (NRRI, 2006). Biopori cacing tanah dapat membantu proses resapan air tanah (Bohlen, 2002; Flury and Fluhler, 1994; Hardin, 1991). Cacing tanah jenis *anesic* membuat lubang biopori cenderung ke arah vertikal dan dalam, sedangkan cacing kelompok *endogeic* membuat lubang biopori cenderung ke arah horizontal dan bercabang (NRRI, 2006).

Perlu dilakukan penelitian tentang ukuran diameter biopori cacing tanah dan jumlah biopori cacing tanah per satuan luas lahan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan cacing tanah dalam membantu memperluas permukaan resapan air tanah. Diharapkan semakin banyak biopori yang terdapat pada suatu lokasi akan menunjukkan semakin baik lokasi tersebut dalam membantu resapan air tanah. Selain itu, keberadaan biopori cacing yang dilakukan secara alami tanpa merepotkan dan rekayasa manusia, tidak membutuhkan biaya dan sumber daya lainnya. Biopori yang dibuat oleh rekayasa manusia, LRB, berdiameter 10 - 30 cm (Brata dan Nelistya, 2002), sedangkan biopori alami yang dibuat cacing tanah belum banyak diketahui ukurannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui diameter lubang biopori cacing tanah dan jumlah lubang per satuan luas tanah, sehingga dapat diprediksi kemampuan cacing tanah dalam membantu memperluas permukaan resapan air tanah.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Air Tanah

Pembangunan yang dilakukan manusia sangat berpengaruh terhadap lingkungan. Perubahan siklus hidrologi merupakan salah satu dampak yang mengawatirkan, terutama keseimbangan air yang ada di dalam tanah terganggu, berupa berkurangnya air di dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah berkurang, karena pemadatan tanah oleh penggunaan alat-alat berat pada waktu pembukaan hutan, pembukaan lapisan tanah atas terhadap pengaruh hujan yang berkepanjangan, penggembalaan yang berlebihan, dan praktik-praktik pertanian yang tidak tepat. Selain itu juga kenaikan luas lahan yang tidak menyerap air, seperti yang digunakan untuk jalan, kawasan industri, kawasan permukiman dan daerah pedesaan menjadi penyebabnya (Whitten dkk, 1999).

Kota Jakarta adalah satu tempat yang telah merasakan pentingnya memelihara keberadaan air tanah. Program gerakan kepedulian terhadap air tanah yang dicanangkan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, menawarkan konsep 5R yakni *reduce* (menghemat), *reuse* (menggunakan kembali), *recycle* (mengolah kembali), *recharge* (mengisi kembali), dan *recovery* (memfungsikan kembali). Pengisian kembali air tanah dilakukan dengan cara pembuatan sumur resapan dan Lubang Resapan Biopori (Antara, 2008).

## 2. Lubang Resapan Biopori (LRB)

Lubang resapan biopori (LRB) merupakan lubang berbentuk silindris berdiameter sekitar 10 cm yang digali di dalam tanah. Kedalamannya tidak melebihi permukaan air tanah, yaitu sekitar 100 cm dari permukaan tanah. LRB dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Air tersebut meresap melalui biopori yang menembus permukaan dinding LRB ke dalam tanah di sekitar lubang. Dengan demikian akan menambah cadangan air dalam tanah serta menghindari terjadinya aliran air di permukaan tanah (Brata dan Nelisty, 2002).



Gambar 1. Prinsip Lubang Resapan Biopori (LRB) hasil rekayasa manusia (Sumber: TBI, 2007).

Lubang resapan biopori (LRB) dikembangkan atas dasar prinsip ekohidrologis, yaitu dengan memperbaiki kondisi ekosistem tanah akan memperbaiki fungsi hidrologis ekosistem tersebut. Pemanfaatan sampah organik ke dalam lubang kecil dan dalam ternyata dapat menciptakan habitat yang baik bagi beraneka ragam organisme tanah. Organisme tanah dapat mempercepat pelapukan bahan organik serta meningkatkan pembentukan biopori yang dapat memperlancar peresapan air dan pertukaran  $O_2$  dan  $CO_2$  di dalam tanah (Brata dan Nelisty, 2002).

Manfaat lubang resapan biopori (LRB) yaitu: 1) memperbaiki ekosistem tanah; 2) meresapkan air, mencegah banjir; 3) menambah cadangan air tanah; 4) mengatasi kekeringan; 5) mempermudah penanganan sampah dan menjaga kebersihan; 6) mengubah sampah menjadi kompos; 7) mengurangi gas emisi rumah kaca dan metan; dan 8) mengatasi masalah akibat genangan (Brata dan Nelisty, 2002).

Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan oleh fauna tanah dan akar tanaman (Brata dan Nelistya, 2002). Cacing tanah adalah fauna tanah yang sangat berperan dalam memperbaiki kondisi tanah. Fauna ini dapat melakukan porositas tanah dengan membuat biopori. Biopori cacing tanah dapat membantu proses resapan air tanah (Bohlen, 2002; Flury and Fluhler, 1994; Hardin, 1991; Hanafiah, dkk., 2005).

### 3. Biopori Cacing Tanah

Biopori (*biopore*) merupakan ruangan atau pori di dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dan di dalam tanah. Liang pada biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta meningkatnya aktivitas fauna tanah, misalnya cacing. Jumlah dan ukuran biopori akan terus bertambah mengikuti pertumbuhan akar tanaman serta peningkatan populasi dan aktivitas organisme tanah (Brata dan Nelistya, 2002; Hanafiah dkk, 2005). Keberadaan biopori cacing tanah dapat dilihat dengan ciri adanya kotoran cacing di sekitar lubang (Murie, 1874).

Berdasarkan perannya dalam ekosistem cacing tanah dapat dikelompokkan ke dalam kelompok epigeik, anesik, dan endogeik: (Handayanto dan Hairah, 2007; NRRI, 2006):

#### a. Epigeik (*Epigeic*)

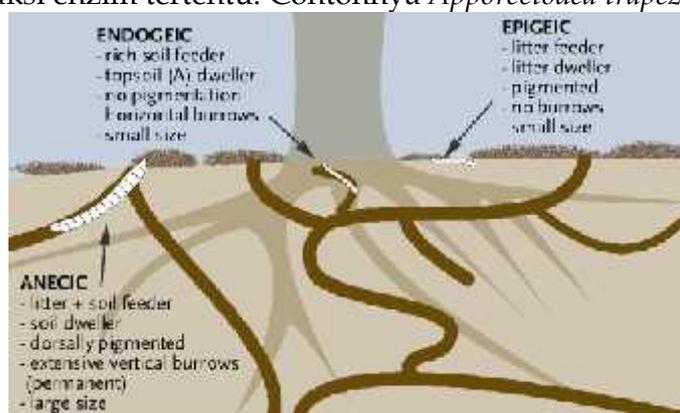
Epigeik adalah kelompok cacing yang hidup dan makan di permukaan tanah, berperan dalam penghancuran seresah dan pelepasan unsur hara tetapi tidak aktif dalam penyebaran seresah ke dalam profil tanah. Cacing tanah yang termasuk kelompok ini berukuran kecil: 1-7 cm dan mempunyai pigmen warna. Tipe ini disebut *litter transformers* atau penghancur seresah, karena berperan dalam dekomposisi *in-situ* melalui fragmentasi dan melumatkan fisik seresah. Contohnya *Amyntas gracilis*, *Dendrobaena octaedra*, dan *Lumbricus rubellus*.

#### b. Anesik (*Anecic*)

Anesik adalah kelompok cacing tanah yang memindahkan seresah dari permukaan tanah dan aktif memakan serta bergerak ke dalam tanah untuk berlindung dari serangan predator maupun kondisi iklim yang kurang menguntungkan. Kelompok ini merupakan jenis cacing tanah yang berpigmen, diantaranya ada yang bagian dorsal pigmennya lebih nyata. Cacing berukuran besar dengan panjang 8 - 15 cm. Pengaruh utama anesik ini adalah memindahkan seresah dari lapisan seresah dan membawanya ke tempat atau lingkungan lain yang berbeda, misalnya tanah lapisan bawah. Keadaan ini mengubah secara dramatis kinetika dekomposisi dan penyebaran produk-produknya secara spasial. Cacing tipe ini disebut *ecosystem engineering* atau kelompok penggali. Kemampuannya dalam menggali tanah dapat mencapai kedalaman 2 meter dari permukaan tanah. Bentuk biopori pada umumnya vertikal tak bercabang. Cacing tanah tipe ini akan mempengaruhi sifat fisik tanah antara lain struktur dan konduktifitas hidrolik. Contohnya adalah *Lumbricus terrestris*.

c. Endogeik (*endogeic*)

Endogeik adalah kelompok cacing tanah yang hidup di dalam tanah bagian atas, merupakan pemakan bahan organik dan akar tanaman yang mati serta liat (*Geophagus*). Cacing ini juga disebut *ecosystem engineers*, membuat terowongan bersifat horisontal dan bercabang. Cacing tanah yang tergolong tipe ini berkembang dan berinteraksi dengan mikroorganisme tanah untuk melepaskan enzim yang berguna dalam dekomposisi bahan organik berkualitas rendah. Pada umumnya cacing tidak mempunyai pigmen warna, berukuran 2-12 cm. Beberapa spesies dapat menghancurkan bahan-bahan organik tanah, terutama fraksi ringan karena cacing tanah mampu memproduksi enzim tertentu. Contohnya *Apporectodea trapezoids*.



Gambar 2: Gambaran kelompok cacing berdasarkan ekosistemnya: epigeik, anesik, dan endogeik (Sumber: NRRI, 2006)

Pengelompokan cacing berdasarkan sifat-sifatnya tersebut di atas jelas menunjukkan bahwa cacing mempunyai kemampuan untuk membuat lubang resapan biopori alami.

### C. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2007 – Juli 2008, di Sukoharjo, Surakarta. Bahan dan alat yang digunakan: penggaris, kawat plot segiempat (50 cm x 50 cm), alat tulis. Cara kerja: penghitungan jumlah lubang dilakukan dengan cara meletakkan kawat plot segiempat (50 cm x 50 cm) pada lahan tempat *sampling*. Lubang biopori cacing tanah yang ditemukan dicatat jumlahnya. Hasil penghitungan dicatat sebagai data jumlah lubang per satuan luas lahan. Setiap lubang biopori cacing tanah diukur diameternya dengan menggunakan penggaris. Hasil pengukuran tersebut dicatat sebagai data diameter lubang biopori cacing tanah. Cara kerja tersebut dilakukan sampai 20 plot. Pemilihan plot dilakukan secara acak.

### D. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Hasil

Hasil penelitian pada penghitungan jumlah lubang resapan biopori cacing tanah dan hasil pengukuran diameternya dapat dilihat pada Tabel 1. Rata-rata jumlah lubang per 2.500 senti meter persegi (50 cm x 50 cm) yaitu 5 buah lubang, sedangkan diameter lubang rata-rata 4,58 mm atau 0,458 cm

**Tabel 1. Jumlah dan Diameter Lubang Resapan Biopori Cacing Tanah.**

No	Plot	Jumlah lubang (buah)	Diameter lubang (mm)									Rata-rata (mm)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	I	5	4	6	5	3	4					4,40
2	II	6	4	4	4	5	4	3				4,00
3	III	4	5	5	4	5						4,75
4	IV	6	4	5	4	6	4	4				4,50
5	V	2	4	5								4,50
6	VI	7	3	4	5	5	4	6	4			4,43
7	VII	4	5	6	4	4						4,75
8	VIII	7	4	7	4	6	5	6	6			5,43
9	IX	6	5	6	6	4	5	4				5,00
10	X	5	5	4	6	4	4					4,60
11	XI	3	5	5	4							4,67
12	XII	4	3	6	4	4						4,25
13	XIII	5	4	5	6	4	4					4,60
14	XIV	3	5	4	5							4,67
15	XV	6	4	4	4	5	6	5				4,67
16	XVI	8	5	5	5	4	5	4	4	5		4,63
17	XVI I	6	4	4	5	5	4	4				4,33
18	XVI II	8	4	6	5	4	4	3	5	6		4,63
19	XIX	9	5	5	5	5	4	4	6	3	6	4,78
20	XX	3	3	5	4							4,00
RERATA		<b>5,35</b>										<b>4,58</b>

## 2. Pembahasan

Konsep lubang resapan biopori buatan manusia adalah pembuatan lubang untuk resapan air dan mengaktifkan proses biologi tanah yang berkaitan dengan perombakan materi organik oleh mikroorganisme. Hal ini berlanjut pada terbentuknya porositas tanah pada dinding lubang resapan, sedangkan konsep lubang resapan biopori cacing tanah adalah proses alami yang dilakukan oleh cacing tanah dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, termasuk perilaku dalam pembuatan lubang tersebut, sehingga aktivitas pembuatannya tidak diperlukan sumberdaya untuk pembuatan dan pemeliharaan.

Pada penelitian diperoleh ukuran rata-rata diameter lubang resapan biopori cacing tanah sebesar 4,58 mm. Apabila cacing tanah tersebut menggali

tanah sampai kedalaman (sepanjang) 100 cm, maka biopori cacing tanah tersebut mampu memperluas bidang resapan air tanah seluas 143,9429 cm<sup>2</sup> dari 0,164815 cm<sup>2</sup>, atau memperluas areal resapan seluas 873 kali dari peresapan air di permukaan tanah. Lubang tersebut mampu menampung air 0,0165 liter/ekor cacing/lubang (Tabel 2.), dengan ketentuan lubang dibuat tidak bercabang.

**Tabel 2. Perbandingan Lubang Resapan Biopori (LRB) menurut Brata dan Nelistya (2002) dengan Lubang Resapan Biopori Cacing Tanah (LRBCT) Hasil Penelitian.**

Tipe lubang resapan	Diameter lubang (cm)	Kedalaman (cm)	Keliling lingkaran (cm)	Luas mulut lubang (cm <sup>2</sup> )	Luas dinding (cm <sup>2</sup> )	Pertambahan luas (kali)	Volume air (liter)	Sumber
LRB	10	100	31,4286	78,5714	3142,8571	40	7,8571	(Brata dan Nelistya . 2002).
LRBCT	0,458	100	1,4394	0,1648	143,9429	873	0,0165	Hasil penelitian

Menurut Hanafiah dkk (2005) terowongan yang dibuat *Lumbricus terrestris* dapat mencapai kedalaman 150-240 cm secara vertikal dan bercabang banyak di dekat permukaan tanah. *Dramida grandis* dapat menggali terowongan sampai kedalaman 2,7-3,7 m. Apabila diperhitungkan dengan diameter 4,58 mm dengan kedalaman 3,7 m (370 cm) dan tidak bercabang, maka cacing tanah tersebut mampu memperluas bidang resapan air tanah seluas 532,5886 cm<sup>2</sup> dari 0,1648 cm<sup>2</sup>, atau memperluas areal resapan air tanah 3231,4 kali dari peresapan air di permukaan tanah. Lubang cacing tanah tersebut mampu mengisi air tanah sebesar 0,06098 liter/lubang cacing.

Dari hasil penelitian didapatkan jumlah lubang cacing tanah untuk setiap luas tanah 2.500 cm<sup>2</sup> rata-rata 5 buah lubang. Jumlah lubang yang ditemukan paling sedikit adalah 2 lubang (plot V) dan paling banyak 9 lubang (plot XIX). Jadi pada setiap meter persegi ada 20 lubang. Jika kemampuan cacing tanah adalah 0,0165 liter/ekor cacing/lubang, maka untuk setiap meter persegi luas tanah cacing tanah dapat membantu memasukkan air ke dalam tanah sebesar 0,33 liter atau 330 ml.

Menurut Murie (1874) lubang cacing dicirikan dengan adanya kotoran di sekitar lubangnya. Hal ini juga dijumpai selama pengamatan di lapangan, sebagian besar lubang tertutup oleh kotoran cacing. Kondisi ini banyak dijumpai pada musim hujan atau lingkungan lembab (misalnya dekat selokan) atau semak. Pada musim kemarau atau pada tempat kering, lubang cacing sudah tampak jelas, dan biasanya sudah berkurang kotoran yang menutupinya. Terlihat juga

pada lubang cacing terjadinya suksesi penghuni berupa semut atau kumbang tanah.

Menurut Hanafiah dkk (2005), cacing tanah tipe penggali terowongan mengeluarkan senyawa organik yang mengandung *pheromon*, yaitu senyawa kimia yang berfungsi sebagai penanda khas dari jenis cacing penggali terowongan. *Lumbricus terrestris* menghasilkan *pheromon* (bersifat penarik perhatian), sehingga berperan sebagai pemicu bagi fauna lain untuk menggunakan terowongan sebagai habitatnya, serta mengisinya dengan sumber nutrisi yang berguna juga bagi cacing tanah. Hal ini yang menyebabkan terowongan *Lumbricus terrestris* dapat digunakan secara permanen. Dengan demikian tidak tertutup kemungkinan hewan lain dapat berada di lubang resapan biopori cacing tanah.

Cacing tanah juga dapat memperbaiki kondisi biologi tanah, menurut Hanafiah dkk (2005) dan Hardin (1991), menyatakan bahwa adanya lubang-lubang cacing tanah menyebabkan sistem aerasi dan drainase tanah menjadi lebih baik, sehingga ketersediaan oksigen untuk aktivitas mikrobia aerobik maupun reaksi oksidasi kimiawi tanah membaik, yang pada akhirnya akan memperbaiki kesuburan tanah secara biologis maupun kimiawi.

Begitu pentingnya cacing tanah dalam memperbaiki air tanah maka perlu dilakukan usaha penambahan jumlah populasi pada suatu lokasi dengan cara menambahkan cacing tanah atau memberikan fasilitas lingkungan yang dibutuhkan. Pemilihan jenis cacing tanah perlu dilakukan, agar tidak salah pilih. Jenis cacing dari kelompok endogeik dan anesik adalah jenis-jenis yang paling cocok untuk pembuatan lubang resapan air tanah (lubang resapan biopori cacing tanah), sedangkan kelompok epigeik tidak cocok untuk pembuatan lubang resapan air.

## E. Kesimpulan dan Saran

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan bahwa,

- Lubang resapan biopori cacing tanah rata-rata mempunyai diameter 4,58 mm dan setiap meter persegi dijumpai 20 lubang.
- Apabila diperkirakan setiap cacing menggali tanah untuk membuat lubang sedalam satu meter, maka lubang resapan cacing biopori cacing tanah dapat memperluas bidang resapan air tanah 873 kali lipat/lubang.

### 2. Saran

Setelah dilakukan penelitian dan pembahasan maka disarankan sebagai berikut:

- Diperlukan penelitian mendalam tentang jenis cacing yang dapat digunakan untuk membuat lubang resapan biopori cacing tanah.
- Perlu dilakukan pengkajian pemilihan jenis cacing tanah dan peningkatan populasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- .Antara. 2008. *Jakarta Terapkan Konsep 5R Untuk Pelestarian Air Tanah*.  
<http://www.antara.co.id/view/?i=1205234187&c=WBM&s=>. Download 23  
Januari 2009
- Bohlen, P.J. 2002. *Earthworm*. Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker Inc. Florida  
USA.
- Brata, K.R. dan A. Nelistya. 2002. *Lubang Resapan Biopori*. Penebar Swadaya. Jakarta
- DKI Jakarta. 2005. *Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta No: 68  
Tahun 2005*. tentang Perubahan Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Khusus  
Perubahan Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Nomor  
115 tahun 2001 tentang Pembuatan Sumur Resapan. Pemerintah Provinsi Daerah  
Khusus Ibu Kota Jakarta.
- Flury, M. and H. Fluhler. 1994. Susceptibility of Soil to Preferential Flow of Water: A Field  
Study. *Water Resources Research*. 30(70): 1945-1954.
- Hanafiah, K.A., I. Anas, A. Napoleon dan N. Ghoffar. 2005. *Biologi Tanah*. Ekologi dan  
Mikrobiologi Tanah. PT.Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Handayanto, N. dan K. Hairah, 2007. *Biologi Tanah*. Penerbit Pustaka Adipura.  
Yogyakarta
- Hardin, B. 1991. *Do Earthworm Affect Groundwater ?*. Agricultural Research.  
[http://findarticle.com/p/article/mi\\_m3741/is\\_n4\\_v39/a1\\_11168304](http://findarticle.com/p/article/mi_m3741/is_n4_v39/a1_11168304). Download  
12-12-2008
- Kompas. 2007. *Penyelamatan DKI Gerakan Sumur Resapan Mulai dari Halaman Istana*.  
<http://64.203.71.11/kompas-cetak/0702/12/daerah/3308661.htm>. Download  
21Maret 2008
- Murie, O.J. 1874. *A Field Guide to Animal Track*. Houghton Mifflin Company, Boston.
- NRRI.([Natural Resources Research Institute](http://www.nrri.umn.edu)). 2006. *Earthworm Ecological Groups*. The  
[University of Minnesota](http://www.nrri.umn.edu) Duluth.  
[http://www.nrri.umn.edu/worms/identification/ecology\\_groups.html](http://www.nrri.umn.edu/worms/identification/ecology_groups.html)  
Download 12-12-2008
- Tim Biopori IPB.2007.*Lubang Resapan Biopori (LRB)*.  
[http://www.biopori.com/resapan\\_biopori.php](http://www.biopori.com/resapan_biopori.php) Download 4 April 2008
- Rukmana, R. 1999. *Budidaya Cacing Tanah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Whitten, T, R.E. Soeriaatmadja, dan S.A. Afiff. 1999. *Ekologi Jawa dan Bali*. Prenhalindo:  
Jakarta.