

## **PERTUMBUHAN TIGA SPESIES CACING TANAH AKIBAT PENYIRAMAN AIR DAN PENGAPURAN YANG BERBEDA**

### *GROWTH OF THREE EARTHWORM SPECIES AT DIFFERENT WATERING AND LIME APPLICATIONS*

**Bieng Brata**

*Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu*

#### **ABSTRACT**

This study was conducted in the Zoology of Laboratorium, Biology Departement, Faculty of Mathematics and Natural Science, Bogor Agricultura University for 10 months from August 2000 until May 2001. The objective of the study was to evaluate the efect of watering and lime levels on the three species of earthworms. The method used in this study was Completely Randomized Design with three factor ie; (1) species *Pheretima sp. E. foetiad* and *L. rubellus*, (2) lime levels (0.2 and 0.4%), and (3) watering levels (0, 10, 20 and 30%) of media weight with three replication. The results of the study showed that; (1) the level of watering of 30% of media weight produced better body weight on *E. foetiad* and *L. rubellus*, (2) the level of watering of 10% was hight offspring weight on *E. foetiad* and *L. rubellus*, (3) the level of watering of 10% produced better biomass production on *E. foetiad* and *L. rubellus*, and (4) the watering of 0% produced hight mortality rate.

*Key words:* earthworms, lime, watering

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor selama sepuluh bulan mulai Januari 2001 hingga Mei 2001. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh taraf penyiraman air dan pengapuran terhadap tiga spesies cacing tanah. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan tiga faktor; (1) spesies cacing tanah; *Pheretima sp. E. foetida* dan *L. rubellus*, (2) taraf pengapuran (0.2 dan 0.4%), dan (3) tingkat penyiraman air (0, 10, 20, dan 30%) dari berat media dengan tiga ulangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa; (1) penambahan bobot badan induk tertinggi dihasilkan oleh *E. foetida* dan *L. rubellus* pada tingkat penyiraman air 30% (2) bobot anak tertinggi diperoleh pada *E. foetida* dan *L. rubellus* pada tingkat penyiraman air 10%, (3) biomassa cacing tanah tertinggi dihasilkan oleh *L. rubellus* dan *E. foetida* pada penyiraman 10%, (4) mortalitas tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penyiraman.

*Kata kunci:* cacing tanah, pengapuran, penyiraman

#### **PENDAHULUAN**

Cacing tanah merupakan salah satu jenis fauna yang ikut melengkapi khasanah hayati fauna Indonesia dan termasuk ke dalam kelompok hewan tingkat rendah, tidak bertulang belakang (invertebrata) dan merupakan kelompok annelida atau cacing bersegmen. Hewan ini ditemukan pada lingkungan *terrestrial* basah di Indonesia. Menurut Catalan (1981) di dunia terdapat kira-

kira 1800 spesies cacing tanah yang telah diidentifikasi. Dari 1800 spesies cacing tanah ini sembilan spesies sudah dibudidayakan, dan empat dari sembilan spesies tersebut sudah dikembangkan sebagai ternak komersial. Spesies tersebut di antaranya adalah *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* dan *Eisenia eugeniae* yang merupakan 80-90% dari total jumlah cacing tanah komersial di Eropa, Amerika Serikat dan Kanada. Sedangkan *Pheretima asiatica* hanya

dikembangkan di Asia. Ada tiga kriteria dalam memilih spesies cacing tanah untuk dikembangkan secara komersial yaitu: (1) spesies tersebut mampu bertahan hidup dan beradaptasi melalui kondisi lingkungan yang terkontrol, (2) cepat berproduksi, dan (3) pertumbuhannya cepat.

Menurut Lee (1985), cacing tanah menghendaki kondisi media yang sesuai dan berkecukupan pakan, terlindung dari cahaya, pH sekitar netral dan sirkulasi udara dan air yang baik. Untuk mencapai suhu dan kelembaban media yang optimum perlu dikontrol dengan penyiraman air.

Menurut Minnich (1977) cacing tanah mengandung air sebanyak 70 sampai 95% dari bobot hidupnya, sehingga kehilangan air merupakan masalah utama cacing tanah untuk dapat mempertahankan fungsi – fungsi tubuhnya untuk bekerja secara normal.

Pada kondisi media lembab, penyiraman tidak begitu penting dilakukan sesering mungkin. Pada kondisi media yang kering maka penyiraman harus dilakukan sesering mungkin dalam sehari untuk mempertahankan kondisi suhu dan kelembaban media supaya normal. Suhu media sebaiknya tetap dijaga pada kisaran 18-27 °C (Razon and Razon, 1981), sedangkan kelembaban yang dibutuhkan berkisar antara 50-80% (Kevin, 1979). Namun kebutuhan suhu maupun kelembaban media cacing tanah bervariasi di antara spesies dan daya adaptasi masing-masing spesies tersebut.

Keberhasilan beternak cacing tanah juga sangat ditentukan oleh pH media. Menurut Edwards and Lofty (1977), cacing tanah sangat sensitif terhadap konsentrasi ion hidrogen, sehingga pH tanah merupakan faktor pembatas distribusi, jumlah dan spesies cacing tanah. Media yang terlalu asam (pH rendah) akan menyebabkan kerusakan pada tembolok, dormansi, diapausa, keracunan, konvulsi, paralisis dan akhirnya mengalami kematian. Untuk meningkatkan pH perlu ditambah kapur atau kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Menurut Waluyo (1993), penambahan kapur 0.3% dari berat campuran media akan menaikkan pH 0.14 – 0.39 dan pH tertinggi yang dicapai sebesar 7.91. Lebih lanjut Waluyo (1993) menyatakan panjang tubuh, berat dan perkembangan klitelum pada cacing tanah *E*

*foetida* yang diberi kapur 0.3% berbeda tidak nyata dengan tanpa pemberian kapur. Panjang tubuh cacing umur empat minggu pada penambahan kapur 0.3% dan tanpa penambahan kapur masing – masing 10.0 cm dan 9.7 cm, berat 0.58 g dan 0.53 g serta dewasa kelamin 65% dan 75%. Penambahan kapur 0.3% menghasilkan 170 butir kokon, sedangkan tanpa penambahan kapur rata-rata dihasilkan 142 butir kokon cacing tanah pada minggu ke enam.

Umumnya peternak cacing tanah di Indonesia memperoleh bibit berupa cacing tanah *peregrin*. Hal ini disebabkan belum adanya *breeder* khusus cacing tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian tiga spesies cacing tanah *Pheretima sp*, yang merupakan cacing tanah lokal dan *E. foetida* serta *L. rubellus* yang merupakan cacing tanah *peregrin* melalui tingkat penyiraman dan pemberian kapur terhadap suhu, kelembaban, dan pH.

Sehubungan dengan hal-hal tersebut di atas melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai jenis cacing tanah yang paling optimal produksinya melalui pengujian pada tingkat penyiraman air dan pengapuran yang sesuai.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai jenis cacing tanah yang dikembangkan di Indonesia meliputi: spesies *Pheretima sp*, *E. foetida*, dan *L. rubellus* yang mampu memberikan performans produksi pada kondisi lingkungan suhu, kelembaban dan pH yang sesuai.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Kompleks Biotrop Tajur Bogor selama sepuluh bulan mulai Agustus 2000 hingga Mei 2001.

Cacing yang digunakan dalam penelitian ini adalah cacing tanah umur 5-7 hari dari spesies *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus*. Media yang digunakan adalah kotoran sapi yang telah mengalami pengeringan angin, serbuk gergaji kayu akasia dan kapur tembok  $\text{CaCO}_3$ . Komposisi

perbandingan media adalah 50% kotoran sapi dan 50% serbuk gergaji. Pengapuran dilakukan sebanyak dua taraf 0.2 dan 0.4% dari berat campuran media sebagai perlakuan. Pengapuran media dilakukan melalui pengadukan secara merata dengan kotoran sapi sambil diberi air sampai kadar airnya mencapai 60% dan selanjutnya difermentasi dalam kantong plastik selama 21 hari. Pakan tambahan ampas tahu yang diberikan telah mengalami pengurangan kadar air sebanyak 30% melalui penjemuran selama empat hari. Ampas tahu diberikan sebanyak 150% dari bobot badan cacing tanah. Pemberian ampas tahu dilakukan dengan cara meletakkan ampas tahu di atas media kotak plastik

Anak cacing tanah sebanyak 10 ekor dimasukkan ke dalam kotak plastik yang berukuran 17 cm x 15 cm x 10 cm dan telah diisi media. Perhitungan kebutuhan media didasarkan pada bobot dewasa cacing tanah (a gram), lama pemeliharaan (b hari) dan kebutuhan cacing tanah terhadap pakan dihitung sebanyak dua kali bobot badan. Dari hasil tersebut dapat dihitung kebutuhan media (Y) menggunakan formula :  $Y \text{ gram} = a \text{ gram} \times b \times 2$ . Pengamatan dilakukan setiap 15 hari dan dilakukan sebanyak enam kali. Jarak antar kotak plastik untuk setiap unit percobaan adalah 15 cm. Penyiraman air dilakukan sekali per tiga hari dan banyaknya penyiraman sesuai dengan perlakuan. Pembalikan media dilakukan sekali seminggu.

Selama berlangsungnya percobaan, dilakukan pengukuran pH, kelembaban serta suhu media selang waktu satu hari yaitu pada pukul 11.00 WIB selama berlangsungnya budidaya cacing tanah. Di samping itu juga dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban harian lingkungan di dalam kandang setiap hari pada pukul 12.00 WIB.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial (3 x 2 x 4) dengan tiga ulangan dan enam kali pengamatan. Sebagai faktor pertama (A) adalah spesies cacing tanah; *Pheretima sp*, *E. Foetida*, dan *L. Rubellus*, Faktor

kedua (B) adalah tingkat pengapuran 0.2 dan 0.4% dari berat campuran media, serta faktor ketiga (C) adalah tingkat penyiraman air 0, 1%, 20, dan 30% dari berat media, sehingga total unit percobaan pada penelitian ini adalah 432 unit percobaan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam, dan dilanjutkan dengan Uji Kontras Orthogonal (Steel and Torrie, 1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pertambahan Bobot Badan Induk*

Rata-rata pertambahan bobot badan induk per ekor selama enam kali pengamatan dari tiga spesies tanah *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus* yang diberi dua taraf pengapuran (0.2 dan 0.4%) dan empat taraf penyiraman air (0, 10, 20, dan 30%) dari bobot media ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara spesies dan penyiraman terhadap pertambahan bobot badan induk per ekor. Berdasarkan pola interaksinya terlihat bahwa ketiga jenis cacing tanah yang mendapat penyiraman air yang berbeda memberikan respon yang tidak sama. Uji perbandingan rata-rata orthogonal memperlihatkan bahwa penyiraman air 30% dari berat media menghasilkan bobot badan induk jauh lebih besar pada *E. foetida* dan *L. rubellus* dibandingkan *Pheretima sp* (*E. foetida* dan *L. rubellus* vs *Pheretima sp*). Dengan demikian *E. foetida* dan *L. rubellus* terlihat lebih responsif terhadap perubahan penyiraman air.

Tingginya pertambahan bobot badan cacing tanah *E. foetida* dan *L. rubellus* disebabkan cacing tanah ini telah diuji kemampuan produktivitasnya dalam skala evolusi untuk mengimbangi produktivitasnya dibandingkan dengan kelompok cacing tanah yang lain apabila cacing tanah tersebut dibawa ke daerah lain (Minnich, 1977). Rata-rata suhu dan kelembaban ruangan 28.74 °C dan 75.50%, sedangkan suhu, pH dan kelembaban media 26.25 °C, 6.63–6.82 dan 64.91% menghasilkan pertambahan bobot badan yang tertinggi pada *E. foetida* dan *L. rubellus*.



Cacing tanah yang mendapatkan penyiraman air 30% menghasilkan pertambahan bobot badan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman 0, 10 dan 20%. Cacing tanah merupakan hewan *terrestrial* basah yang memiliki kulit tipis, kutikula yang permeabel. Ketersediaan air akan meningkatkan bobot badan sebanyak 15% (Edwards and Lofty, 1977). Kekurangan air akan menyebabkan terganggunya aktivitas kehidupan cacing tanah terutama konsumsi secara langsung yang berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan. Cacing tanah yang tidak mendapat penyiraman air, menghasilkan pertambahan bobot badan yang rendah dibandingkan dengan yang memperoleh penyiraman. Menurut Tillman *et al.* (1986), kekurangan air pada tubuh hewan akan mempengaruhi nafsu makan dan menurunkan *feed intake*, sebaliknya kecukupan air akan merangsang nafsu makan.

Pada percobaan ini, taraf pemberian kapur pada media berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan bobot badan induk. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pemberian kapur 0.4% dari berat media tidak meningkatkan pertambahan bobot badan induk. Pengukuran terhadap pH media pada pengapuran 0.2% menghasilkan pH 6.68 – 6.79, sedangkan taraf pengapuran 0.4% menghasilkan pH 6.73 – 6.82. Nilai pH tersebut masih pada batas yang dibutuhkan oleh cacing tanah (pH 6.8–7.2) (Sihombing, 1999)

#### *Bobot badan anak*

Rata-rata bobot badan anak tiga spesies cacing tanah *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus* yang diberi dua taraf pengapuran (0.2 dan 0.4%) dan empat taraf penyiraman air (0, 10, 20 dan 30%) dari bobot media ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa spesies cacing tanah dan penyiraman berpengaruh sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap bobot badan anak, komponen ragam pengapuran, interaksi spesies dengan pengapuran, spesies dengan penyiraman, pengapuran dan penyiraman memperlihatkan tidak nyata. Bobot anak tertinggi diperoleh pada *L. rubellus* dan *E. foetida* masing-

masing 3.39 g per kotak sarang dan 3.31 g per kotak sarang dan terendah pada *Pheretima sp* 2.99 g per kotak sarang. Penyiraman 10% menghasilkan bobot badan anak yang tertinggi 5.52 g per kotak sarang, diikuti oleh penyiraman 20% (4.13 g per kotak sarang), penyiraman 30% (2.83 g per kotak sarang) dan terendah tanpa dilakukan penyiraman 0.44 g per kotak sarang.

Ditinjau dari kondisi lingkungan ruangan dan media, terlihat rata-rata suhu dan kelembaban ruangan masing-masing 28.74 °C dan 76.50%, sedangkan media 26.25 °C dan 64.91%. Pada kondisi lingkungan ini diperoleh bobot badan anak *Pheretima sp*. yang lebih rendah dibandingkan *E. foetida* dan *L. rubellus*.

Rendahnya bobot badan anak *Pheretima sp*, mengindikasikan bahwa faktor genetik menentukan karakteristik biologi ketiga spesies cacing tanah. Perbedaan laju pertumbuhan antara lain disebabkan oleh perbedaan ukuran tubuh dewasa. Ukuran tubuh *Pheretima sp* dewasa lebih rendah dibandingkan dengan *E. foetida* dan *L. rubellus*.

Menurut Edwards and Lofty (1977), umumnya cacing tanah membutuhkan pH optimum 7.0 untuk memperoleh produktivitasnya yang maksimum, tetapi terdapat perbedaan kebutuhan pH di antara spesies yang berasal dari habitat subtropis dengan habitat tropis. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata terhadap bobot badan anak akibat pemberian kapur 0.2 dan 0.4%. Tidak adanya perbedaan pertambahan bobot ini, diakibatkan tidak adanya perbedaan yang nyata pH di antara kedua tingkat pengapuran tersebut. Hasil pengamatan terlihat pH dengan tingkat pengapuran 0.2 dan 0.4% masing – masing adalah 6.68 – 6.79 dan 7.73 – 6.82, walaupun unsur hara yang lain menunjukkan perbedaan yang nyata.

Kondisi lingkungan ruangan seperti, suhu dan kelembaban masing-masing 28.74 °C dan 76.50%, sedangkan kondisi lingkungan media tanpa dilakukan penyiraman suhu dan kelembaban masing-masing adalah 26.96°C – 27.58°C dan 33.42-34.75%. Berdasarkan lingkungan media tersebut terlihat kelembaban yang terlalu rendah,

sehingga akan menghasilkan bobot badan anak yang rendah dibandingkan dengan yang dilakukan penyiraman.

#### *Biomassa cacing tanah*

Rata-rata biomassa cacing tanah dari tiga spesies : *Pheretima sp*, *E. Foetida* dan *L. Rubellus* yang diberi dua taraf pengapuran (0.2 dan 0.4%) dan empat taraf penyiraman air (0, 10, 20, dan 30%) dari bobot media disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa spesies cacing tanah, dan penyiraman berpengaruh sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap biomassa cacing tanah. Perlakuan pengapuran, interaksi spesies dengan pengapuran, spesies dengan penyiraman, serta pengapuran dan penyiraman berpengaruh tidak nyata. Biomassa cacing tanah tertinggi oleh *L. rubellus* dan *E. foetida* masing-masing 7.20 dan 7.19 g per kotak sarang dan terendah pada *Pheretima sp* 4.56 g per kotak sarang. Penyiraman 10% menghasilkan biomassa cacing tanah yang tertinggi 8.63 g per kotak sarang, diikuti oleh penyiraman 20% (7.82 g per kotak sarang), penyiraman 30% (6.76 g per kotak sarang) dan terendah tanpa dilakukan penyiraman (2.70 g per kotak sarang).

Produksi biomassa cacing tanah sangat ditentukan oleh bobot anak dan induk. Hasil pengamatan terhadap biomassa cacing tanah memperlihatkan adanya perbedaan biomassa pada *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus*. Perbedaan bobot cacing tanah terutama akibat dari perbedaan sifat-sifat genetik yang dimiliki. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Berg dan Butterfield (1976) In Widyaningrum (2001) perbedaan laju pertumbuhan bangsa ternak disebabkan oleh perbedaan ukuran tubuhnya. Dengan demikian wajar jika *E. foetida* dan *L. rubellus* memperlihatkan perbedaan laju pertumbuhan dibandingkan *Pheretima sp*.

Pada kondisi lingkungan ruangan terlihat suhu dan kelembaban sebesar 28.78 °C dan 76.50%, sedangkan kondisi lingkungan media terlihat rata-rata suhu dan kelembabannya sebesar 26.25 °C dan 64.91%. Dengan demikian pada kondisi lingkungan tersebut terlihat biomassa cacing tanah *Pheretima*

*sp* jauh lebih rendah dibandingkan dengan *E. foetida* dan *L. rubellus*.

Pada penyiraman air 10% dari bobot badan menghasilkan biomassa cacing tanah yang tertinggi dibandingkan dengan tingkat penyiraman yang lain. Tingginya produksi biomassa cacing tanah tercapai pada penyiraman 10% akibat penyiraman yang dilakukan ini sesuai untuk memperoleh suhu dan kelembaban yang optimal saat suhu dan kelembaban ruangan masing masing adalah 28.74 °C sampai 76.50%, sedangkan suhu dan kelembaban pada media tingkat penyiraman air 10% adalah 25.96 °C–26.38 °C dan 66.42–67.25%.

#### *Persentase mortalitas induk*

Rata-rata mortalitas induk cacing tanah dari spesies : *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus* yang diberi dua taraf pengapuran (0.2 dan 0.4%) dan empat taraf penyiraman air (0, 10, 20 dan 30%) dari bobot media ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan ada interaksi spesies dan penyiraman terhadap mortalitas induk cacing tanah. Dari pola interaksinya terlihat bahwa tingkat penyiraman air yang berbeda mendapat respon yang sama dari ketiga spesies. Tanpa dilakukan penyiraman air menghasilkan tingkat mortalitas lebih tinggi pada *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus* dari pada tingkat penyiraman 10, 20, dan 30%, sehingga terlihat bahwa *Pheretima sp*, *E. foetida* dan *L. rubellus* lebih peka terhadap kekeringan dari pada kelembaban yang tinggi. Selanjutnya pada penyiraman air 10% dari bobot media menghasilkan tingkat mortalitas yang rendah dibandingkan dengan tingkat penyiraman air 20 dan 30%.

Cacing tanah merupakan fauna *terrestrial* basah yang komponen tubuhnya adalah air, sehingga kebutuhan air merupakan hal mutlak dibutuhkan untuk melakukan proses-proses biologisnya. Pada kondisi tanpa penyiraman terlihat tingkat mortalitas yang tinggi untuk ketiga spesies cacing tanah. Dari data diperoleh media yang tidak dilakukan penyiraman ( $c_0$ ) menghasilkan suhu yang sedikit tinggi 26.96 °C – 27.58 °C, namun kelembaban terlalu rendah 33.42–34.76%.

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada pengaruh pengapuran terhadap mortalitas induk. Pengapuran merupakan cara untuk meningkatkan pH. Ball (1977) menyatakan bahwa bila dilihat dari sejarah dan pola adaptasi, beberapa spesies cacing tanah beradaptasi sangat baik pada lingkungan yang mengandung kapur tinggi.

Peningkatan pengapuran diharapkan dapat meningkatkan pH, namun pada penelitian ini peningkatan kapur dari 0.2 ke 0.4% tidak memberikan peningkatan pH secara nyata. Hal ini terjadi akibat dari tingkat pemberian kapur yang tidak jauh berbeda. Sebagaimana terlihat adanya peningkatan kapur 0.2 ke 0.4% memperlihatkan peningkatan pH 6.68–6.73 ke 6.73–6.82. Peningkatan pH yang tidak signifikan ini tidak menghasilkan perbedaan yang nyata pengaruh pengapuran.

## KESIMPULAN

Pertambahan bobot badan induk tertinggi diperoleh pada *E. foetida* pada tingkat penyiraman air 30%. Bobot anak tertinggi diperoleh pada *L. rubellus* pada tingkat penyiraman air 10%. Biomassa cacing tanah tertinggi diperoleh pada *L. rubellus* dibandingkan dengan *E. foetida* dan *Pheretima sp.*, sedangkan penyiraman 10% menghasilkan biomassa terbaik. Mortalitas tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penyiraman. Pengapuran berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan bobot induk, bobot anak, biomassa dan mortalitas induk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ball, L. 1977. The Formation of carbonate nodules and intercalary crystals in the soil by the earthworm *Lumbricus rubellus*. *Pedobiologia*, 17 (2) : 102 – 106.
- Catalan, G.I. 1981. Earthworms a New – Resource of Protein. Philippine Earthworm Center, Philippines.
- Edwards, C. A. and J. R. Loftly. 1977. Biology of Earthworm. Chapman and Hall, New York.
- Kevin, H. 1979. Earthworm for Gardernes and Fisherman. *Discovery Soil*, No 5. CSIRO Division of Soil.
- Lee, K. E. 1985. Earthworm Their Ecology and Relationships With Soila and Land Use. CSIRO Division of Soil Adelaide. Academic Press (Harcourt Brace Jovanovich Publishers), Sydney.
- Minnich, J. 1977. The Earthworms Book. Rodale Press Emmaus, P. A. USA.
- Razon, C. A. and B. E. Razon. 1981. How to Raise Red Earthworm Profitably. Bereu of Animal Industry, Philippines.
- Sihombing, D. T. H. 1999. Satwa Harapan I. Pengantar Ilmu dan Teknologi Budidaya; Cacing Tanah, Bekicot, Keong Emas, Kupu-kupu, Ulat Sutra. Pustaka Wirausaha Muda, Bogor.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Prosedures of Statistics. McGraw-Hill, New York.
- Tillman, A. D. , H. Hartati, S. Reksohardiprodjo. S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekoja. 1986. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada Unversity Press, Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Waluyo, D. 1993. Pengaruh kapur terhadap perkembangan tubuh dan klitelum serta kadar protein dan asam amino pada cacing tanah *Eisenia foetida* Savigna. Tesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Widiyaningrum, P. 2001. Pengaruh padat penebaran dan jenis pakan terhadap produktifitas tiga spesies jengkrak lokal yang dibudidayakan. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor