

## KELIMPAHAN BAKTERI DALAM BUDIDAYA CACING *Limnodrilus* sp. YANG DIPUPUK KOTORAN AYAM HASIL FERMENTASI

### Density of bacteria in *Limnodrilus* sp. culture fertilized by fermented chicken manure

Y. Hadiroseyani, Nurjariah dan D. Wahjuningrum

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

#### ABSTRACT

Culture of *Limnodrilus* sp. is now developed to control continuously supply. Culture medium of *Limnodrilus* sp. consists of mud and organic waste. Routinely fertilization is needed to keep enough nutrition. One of organic fertilizer used in *Limnodrilus* sp. culture is chicken manure. This fertilizer contains high levels of N, low-priced and easy to obtain. This study was conducted to determine *Limnodrilus* sp. density in the substrate fertilizer by fermented chicken manure and *Limnodrilus* sp. growth. Mud and chicken manure in ratio of 1:1 was applied to container of 100×20×15 cm<sup>3</sup>. Fertilization was carried out 2 times daily at the dose of chicken manure 130, 160 and 190 g/container. The result of study showed that density of bacteria tends to decrease during experiment. Highest density (11,948 individuals/m<sup>2</sup>) and biomass (14.65 g/m<sup>2</sup>) of bacteria was obtained by 190 g of chicken manure fertilization.

Keywords: blood worm, *Limnodrilus* sp., bacteria, chicken manure, fermentation

#### ABSTRAK

Budidaya cacing *Limnodrilus* sp., kini sedang dikembangkan untuk menyediakan cacing secara terkontrol dan kontinyu. Media hidup cacing terdiri dari lumpur dan limbah organik. Untuk menjaga persediaan makanan dalam media pemeliharaan, dilakukan pemupukan secara berkala. Salah satu pupuk organik yang digunakan dalam budidaya cacing adalah kotoran ayam karena mengandung unsur N yang lebih tinggi, mudah didapat dan murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan bakteri pada substrat media budidaya cacing yang dipupuk dengan kotoran ayam hasil fermentasi serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan cacing. Substrat yang digunakan berupa lumpur dan kotoran ayam dengan perbandingan 1:1 dan ditempatkan dalam wadah berukuran dimensi 100×20×15 cm<sup>3</sup>. Pemupukan setiap dua hari menggunakan kotoran ayam hasil fermentasi dengan dosis 130, 160 dan 190 g/wadah menghasilkan perkembangan kelimpahan bakteri yang cenderung menurun selama masa pemeliharaan. Peningkatan kelimpahan bakteri diikuti dengan peningkatan laju pertumbuhan cacing sehingga tercapai populasi dan biomassa tertinggi pada hari ke-20 yang masing-masing mencapai 11.948 ind/m<sup>2</sup> dan 14,65 g/m<sup>2</sup>.

Kata kunci: Cacing, *Limnodrilus* sp., bakteri, kotoran ayam dan fermentasi

#### PENDAHULUAN

Kebutuhan cacing *Limnodrilus* sp. selama ini masih dipenuhi dari hasil penangkapan di alam dan pasokannya tidak kontinyu. Budidaya cacing tersebut, kini sedang dikembangkan untuk memperoleh cacing secara terkontrol. Media hidup cacing terdiri dari lumpur dan limbah organik. Untuk menjaga persediaan makanan dalam media pemeliharaan dilakukan pemupukan secara berkala. Frekuensi pemupukan dengan

selang waktu cukup lama menyebabkan penurunan jumlah nutrisi pada waktu tertentu. Sedangkan penggunaan dosis secara berlebihan dapat mengganggu pertumbuhan cacing akibat penurunan kualitas air sebagai dampak dari akumulasi bahan organik.

Salah satu pupuk organik yang digunakan dalam penelitian budidaya cacing adalah kotoran ayam karena mengandung unsur N yang lebih tinggi (Hadiroseyani dan Dana, 1994), mudah didapat dan murah. Pemupukan dalam budidaya cacing bertujuan

untuk menambah kandungan nutrisi dalam media pemeliharaannya. Unsur nutrisi terpenting dalam budidaya cacing adalah N dan C yang dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi dengan aktivator EM<sub>4</sub> (Indriani, 2004). Pemupukan pada substrat menghasilkan pertumbuhan pada cacing, namun belum diketahui secara pasti mekanismenya baik secara langsung maupun tidak langsung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan bakteri pada substrat media budidaya cacing yang dipupuk dengan kotoran ayam hasil fermentasi serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan cacing.

## BAHAN & METODE

### Persiapan Substrat dan Wadah Pemeliharaan

Pemeliharaan cacing *Limnodrilus* sp. dilakukan pada substrat berupa campuran kotoran ayam dan lumpur halus dengan perbandingan 1:1. Lumpur tersebut terlebih dahulu dipisahkan dari sampah dan bentos. Sedangkan untuk pupuk digunakan kotoran ayam dari peternakan ayam petelur. Proses fermentasi pupuk menggunakan EM<sub>4</sub> sebagai aktivator fermentasi, gula pasir dan air. Proses ini diawali dengan pembuatan larutan aktivator sebagai berikut;

- Sebanyak 3,75 g gula pasir dan 4 ml EM<sub>4</sub> dimasukkan kedalam 300 ml air
- Campuran tersebut dicampurkan pada 10 kg kotoran ayam dan diaduk secara merata
- kotoran ayam yang telah diberi campuran aktivator tersebut di bungkus dalam plastik untuk proses fermentasi selama 5 hari

Persiapan pemeliharaan dilakukan dengan mengisi wadah uji menggunakan lumpur dan kotoran ayam dengan perbandingan 1:1 sebagai substrat cacing uji. Wadah yang digunakan terbuat dari kayu dengan dimensi 100×20×15 cm<sup>3</sup>. Kedua campuran substrat tersebut diaduk hingga merata dan ditempatkan pada wadah sehingga mencapai ketinggian 4 cm. Kemudian wadah digenangi air setinggi 2 cm dari permukaan substrat selama 10 hari

dengan tujuan agar pupuk awal pada media dapat terurai oleh bakteri dan bakteri tersebut dapat menjadi makanan awal bagi cacing uji. Setelah proses penguraian dilakukan pengaliran air dengan debit 0,6 liter/menit.

### Penebaran Awal

Penebaran cacing dilakukan setelah 10 hari masa penggenangan dengan padat tebar 150 ind/wadah. Sebelum dilakukan penebaran, terlebih dahulu dilakukan penimbangan untuk mengetahui bobot tubuh dan biomassa awal cacing uji. Selain itu juga diukur panjang tubuh cacing menggunakan mistar. Cacing yang ditebar memiliki bobot individu antara 4-6 mg/ekor dan panjang individu berkisar antara 2-4 cm.

### Penambahan Pupuk

Penambahan pupuk dilakukan setiap 2 hari menggunakan kotoran ayam yang telah difermentasi. Dosis pupuk yang diberikan adalah 130 g/wadah, 160 g/wadah dan 190 g/wadah. Pada saat penambahan pupuk, aliran air pada wadah dihentikan terlebih dahulu kemudian pupuk ditebar secara merata dan dibiarkan. Setelah 15 menit, aliran air diaktifkan kembali.

### Pengolahan Air

Pergantian air dilakukan setiap hari untuk menjaga kualitasnya dalam wadah pemeliharaan dengan mengalirkan air sebanyak 0,6 liter/menit. Pengaturan air dilakukan menggunakan klep yang dipasang pada selang plastik. Air yang dialirkan berasal dari sumur yang dipompa dan dialirkan kedalam wadah pemeliharaan.

### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel bakteri, cacing dan parameter kualitas air dilakukan setiap 10 hari. Sedangkan pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi hari. Sampel diambil dari tiga titik pada masing-masing wadah yaitu pada bagian *inlet*, tengah dan *outlet*. Sampling dilakukan dengan memasukkan pipa berdiameter 3 cm kedalam substrat dan diangkat dengan menutup bagian atasnya. Substrat yang diperoleh ditempatkan dalam gelas, dicuci dan dipisahkan cacingnya

menggunakan pipet. Sebagian substrat yang diperoleh ditempatkan dalam wadah terpisah untuk perhitungan jumlah bakteri.

### Metode Penelitian

Rancangan perlakuan yang digunakan dalam perlakuan ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan penambahan pupuk kotoran ayam hasil fermentasi dengan 3 kali ulangan untuk masing-masing perlakuan.

- Perlakuan A : penambahan 130 g/wadah pupuk kotoran ayam terfermentasi
- Perlakuan B : penambahan 160 g/wadah pupuk kotoran ayam terfermentasi
- Perlakuan C : penambahan 190 g/wadah pupuk kotoran ayam terfermentasi

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan populasi dan biomassa dilakukan analisa ragam dengan uji F. Model statistik yang digunakan adalah;

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Steel dan Torrie, 1980})$$

Keterangan :  $Y_{ij}$  : Hasil pengamatan

$\mu$  : Rata-rata umum

$\delta_i$  : Pengaruh tengah perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  : Pengaruh galat akibat perlakuan ke-i ulangan ke-j

Parameter yang diukur selama penelitian adalah kelimpahan bakteri pertumbuhan populasi dan biomassa cacing. Sedangkan parameter penunjang yang diamati adalah panjang tubuh cacing dan kualitas air.

### Kelimpahan bakteri

Perhitungan bakteri dilakukan dengan metode agar tuang. Sampel bakteri yang berasal dari substrat pada masing-masing wadah pemeliharaan diambil sebanyak 1 gr ke dalam tabung reaksi dan diencerkan hingga  $10^{-5}$ . Pengenceran dilakukan menggunakan larutan fisiologis (8,5 gr NaCl dalam 1 liter akuades) sebanyak 9 ml dan diaduk menggunakan vortex sehingga

homogen. Setiap tahapan tersebut dilakukan secara aseptik untuk menghindari kontaminasi oleh bakteri lain.

Pada tiga pengenceran terakhir dilakukan pengambilan larutan sebanyak 0,1 ml secara duplo dan dimasukkan kedalam cawan petri kemudian dituangkan TSA secukupnya hingga menutupi seluruh cawan. Pengamatan bakteri dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam dengan menghitung koloni bakteri dan mengamati ciri morfologinya. Perhitungan koloni bakteri menggunakan metode hitungan cawan dengan rumus;

$$\text{Jumlah bakteri} = \frac{N}{\sum \text{penebaran}} \times \frac{1}{f}$$

(Hadioetomo, 1993)

Keterangan; N : Jumlah koloni bakteri  
F : faktor pengenceran

### Pertumbuhan Cacing Uji

Populasi cacing ditentukan dengan menghitung secara langsung dari pengambilan sampel. Sedangkan pengukuran biomassa cacing dilakukan dengan penimbangan sampel cacing yang diperoleh menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 mg. Pengukuran panjang tubuh cacing dilakukan secara acak dengan mengambil 15 ekor sampel dan diukur menggunakan mistar dengan ketelitian 0,1 cm.

### Parameter Lingkungan

Parameter budidaya yang diukur antara lain suhu, oksigen terlarut, pH dan ammonia. Suhu diukur setiap hari pada pagi hari, sedangkan oksigen terlarut, pH dan ammonia diukur setiap 10 hari. Pengambilan sampel air dilakukan pada bagian *outlet*.

## HASIL & PEMBAHASAN

Perkembangan kelimpahan bakteri pada setiap perlakuan cenderung menurun sejalan dengan lamanya masa pemeliharaan. Kelimpahan bakteri rata-rata pada awal penelitian mencapai  $10^7$  CFU/ml dan  $10^4$  CFU/ml pada akhir penelitian. Terjadinya penurunan laju pertumbuhan ini dikarenakan

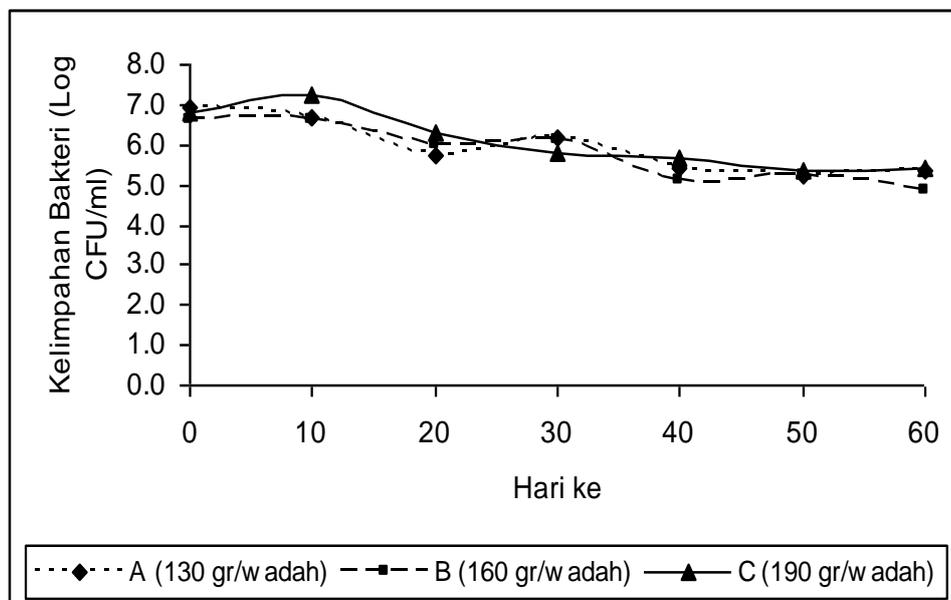
pemanfaatan bakteri tersebut oleh cacing secara optimal pada 20 hari pertama sehingga dicapai populasi tertinggi sebesar 11,948 ind/m<sup>2</sup> pada perlakuan 190 g/wadah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Robinson (2003) bahwa selain memakan ganggang berfilamen, diatome dan detritus, cacing juga memakan bakteri dan partikel organik hasil perombakan bakteri.

Selain itu, penurunan kelimpahan bakteri juga terjadi karena kandungan nutrisi dari pupuk yang diberikan setiap dua hari tidak mencukupi kebutuhan bakteri dalam proses pertumbuhannya. Rendahnya nutrisi dalam pupuk disebabkan karena proses fermentasi pupuk dilakukan hanya sekali selama penelitian. Pupuk tersebut kemudian disimpan dan digunakan sampai akhir penelitian tanpa membuat pupuk fermentasi baru. Hal ini dibuktikan oleh kandungan rasio C/N pada akhir penelitian yang rendah yaitu sebesar 4,8. Alexander (1977) dalam Hadiyah (2003) menyatakan bahwa semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan berkurangnya kandungan N dan C. Pada suatu saat, kecepatan kehilangan C dan N berbanding lurus sehingga diperoleh rasio C/N yang tetap. Hal ini menunjukkan bahwa

proses dekomposisi sudah mencapai tingkat akhir.

Penyebab lain terjadinya penurunan kelimpahan bakteri adalah adanya *Chironomus* yang merupakan larva serangga semacam nyamuk dalam media budidaya. Keberadaan *Chironomus* disebabkan oleh penempatan media kultur di tempat terbuka dan nyamuk sebagai fase dewasanya merupakan organisme yang aktif berpindah tempat sehingga keberadaannya tidak dapat dihindari. *Chironomus* mulai berkembang pada hari ke-20 dan mencapai puncak pada akhir penelitian yaitu pada hari ke-50. Menurut Geerts (1999), *Chironomus* bersifat predator sehingga keberadaannya dalam media budidaya dapat mengurangi kelimpahan bakteri. Selain itu, *Chironomus* juga dapat merusak substrat media budidaya yang merupakan tempat hidup bakteri sehingga pertumbuhan bakteri menjadi terganggu.

Pengamatan terhadap morfologi koloni bakteri didapatkan bahwa koloni bakteri yang dominan ditemukan dalam wadah budidaya cacing adalah berbentuk bulat dengan permukaan cembung, tepi koloni utuh, berwarna krem dan berdiameter 0,4 - 0,5 cm serta konsistensi lengket.



Gambar 1. Kelimpahan Bakteri (CFU/ml) pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan Cacing.

Pola pertumbuhan populasi dan biomassa cacing pada penelitian ini relatif sama untuk setiap perlakuan yang mencapai pertumbuhan tertinggi pada hari ke-20 masing-masing 5151 – 11948 ind/m<sup>2</sup> dan 6,316 – 14, 649 g/m<sup>2</sup>. Setelah itu mengalami penurunan laju pertumbuhan sampai akhir penelitian sebesar 3400 – 5303 ind/m<sup>2</sup> dan 4,168 – 7,955 g/m<sup>2</sup>. Semakin tingginya dosis pemupukan sampai 190 g/wadah akan meningkatkan jumlah bahan organik didalamnya sehingga populasi dan biomassa cacing secara deskriptif meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brinkhurst dan Cook (1974) bahwa tubificid dapat tumbuh subur pada media yang kaya akan bahan organik.

Cacing yang ditebar pada penelitian ini merupakan stadia cacing dewasa dan sudah matang gonad sehingga segera meletakkan kokonnya dan waktu pencapaian puncak populasi relatif lebih awal. Puncak populasi terjadi pada hari ke-20 atau lebih cepat 20 hari dibandingkan hasil yang diperoleh Fadillah (2004) dan Febriani (2004). Hal ini terlihat dari ukuran panjang tubuh cacing yang berkisar antara 2 – 4 cm. Pophenco (1967) menyatakan bahwa cacing *Tubifex* sp. dewasa yang siap kawin berukuran sekitar 3 cm dengan bobot tubuh antara 2 – 5 mg. Kosiorek (1970) juga mengemukakan bahwa telur *Tubifex* sp. meninggalkan kokonnya selama 10 – 12 hari dan setelah menetas akan tumbuh secara intensif selama 30 hari.

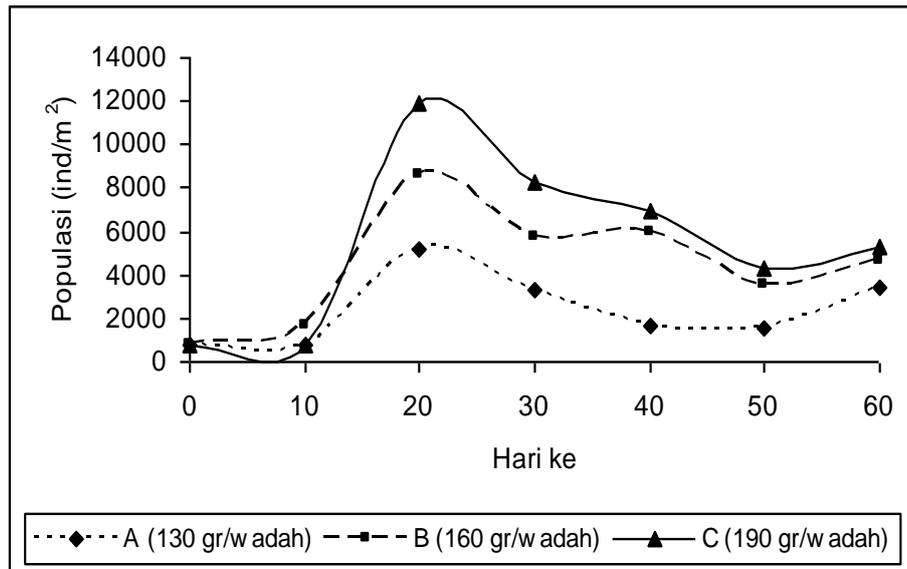
Penurunan populasi dan biomassa pada hari ke-30 sampai hari ke-50 diduga karena tingginya populasi cacing pada hari ke-20 menyebabkan terjadinya persaingan untuk mendapatkan makanan. Selain itu, penurunan populasi dapat pula disebabkan oleh mortalitas cacing tua yang dibuktikan dengan tidak ditemukannya cacing dewasa pada saat pengambilan sampel. Penurunan bobot biomassa berhubungan dengan penurunan jumlah individu dari setiap perlakuan. Setelah tercapai populasi tertinggi, jumlah individu dewasa mulai berkurang karena adanya kematian, sedangkan individu muda belum mampu bereproduksi sehingga setelah titik tertinggi tercapai individu yang terdapat

dalam wadah sebagian besar adalah individu muda.

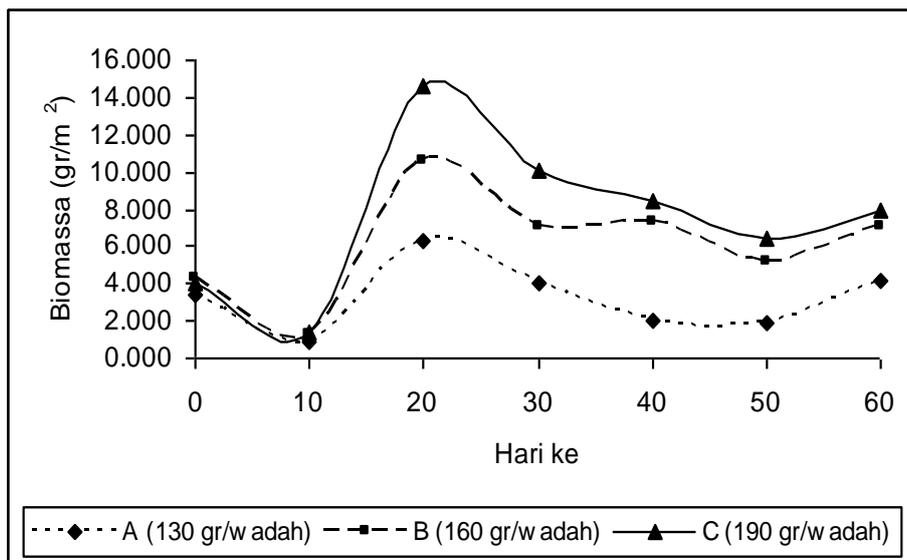
Pada saat puncak populasi jumlah individu mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena adanya kelahiran individu baru dari individu dewasa yang telah matang gonad. Dengan bertambahnya jumlah individu baru, bobot biomassapun meningkat. Namun bobot biomassa cenderung berkurang setelah individu dewasa mengalami kematian dan individu baru belum mencapai stadia dewasa sehingga dominasi populasi oleh individu muda. Lebih lanjut penurunan bobot biomassa cacing ini disebabkan oleh kegagalan kelangsungan hidup individu cacing muda yang digambarkan oleh rendahnya laju pertumbuhan panjang rata-rata tubuh setelah puncak populasi.

Pada penelitian ini juga terdapat *Chironomus* sebagai kompetitor dan predator yang mulai berkembang pada hari ke-20. Menurut Balci dan White (2003), siklus hidup *Chironomus* terjadi selama 5 minggu. Keberadaan *Chironomus* pada media sebagai kompetitor karena juga memakan bakteri, mikroalga dan detritus (Geerts, 1999). Pada instar pertama, *Chironomus* bersifat detritivor dan berubah menjadi karnivor pada stadia instar empat sehingga cenderung lebih kuat untuk memangsa larva yang lebih lemah (Wetzel, 1993 dalam Tridayanti, 2000). Hasil pengamatan Tridayanti (2000) menunjukkan bahwa perubahan sifat menjadi karnivor sudah terjadi sejak stadia larva baru mencapai instar dua.

Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar antara 27 – 28 °C. Perubahan suhu pada media budidaya dipengaruhi oleh perubahan suhu lingkungan pada saat penelitian. Pada setiap pengamatan terlihat bahwa perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap suhu. Perubahan suhu yang terjadi selama penelitian masih dalam kisaran yang layak bagi pertumbuhan *Tubifex* sp. Hal ini sesuai dengan pendapat Aston (1973) dalam Ajiningsih (1992) bahwa kisaran suhu air yang diperbolehkan untuk cacing berkisar antara 25 – 30°C.



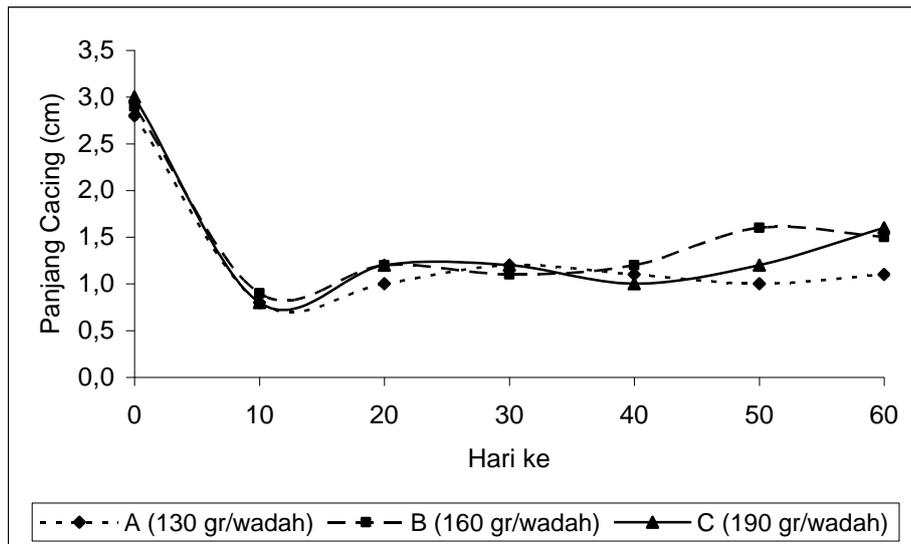
Gambar 2. Pertumbuhan Populasi Rata-rata Cacing (ind/m<sup>2</sup>) pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan.



Gambar 3. Pertumbuhan Biomassa Rata-rata Cacing (g/m<sup>2</sup>) pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan.

Tabel 1. Hasil Analisa terhadap Kotoran Ayam yang Digunakan dalam Penelitian

Kotoran ayam	Kandungan (%)			
	Air	N-Organik	C-Organik	C/N Ratio
Sebelum fermentasi	34,00	0,92	7,34	7,98
Setelah fermentasi (5 hari)	59,00	0,63	9,29	14,75
Setelah fermentasi (60 hari)	57,00	0,81	3,9	4,81



Gambar 4. Panjang Rata-rata *Limnodrilus* (cm) pada Setiap Perlakuan Selama Masa Pemeliharaan.

Tabel 2. Kualitas Air Selama Masa Pemeliharaan *Limnodrilus*

Parameter	Perlakuan		
	A (130 gr/wadah)	B (160 gr/wadah)	C (190 gr/wadah)
Oksigen terlarut (ppm)	1,99 - 6,49	2,09 - 6,73	2,68 - 6,38
pH	5,70 - 7,48	5,44 - 7,45	5,67 - 7,46
Suhu ( $^{\circ}$ C)	27 - 28	27 - 28	27 - 28
NH <sub>3</sub> (ppm)	<0,00100 - 0,01207	<0,00100 - 0,00934	<0,00100 - 0,01206

Kisaran pH yang diperoleh selama masa pemeliharaan berkisar 5,44 – 7,48. Kisaran pH ini masih layak bagi pertumbuhan cacing karena famili tubificidae mampu beradaptasi terhadap pH 6 – 8. Pada pH netral bakteri dapat memecah bahan organik dengan normal menjadi bahan organik yang lebih sederhana dan siap dimanfaatkan oleh cacing (Whitley, 1968).

Peningkatan aktifitas bakteri dalam menguraikan bahan organik dapat menurunkan kandungan oksigen karena proses dekomposisi membutuhkan oksigen. Kisaran oksigen terlarut dalam media adalah 1,99 – 6,73 ppm. Kandungan oksigen rata-rata pada awal penelitian tergolong tinggi berkisar antara 5,66 – 6,49 ppm dan mulai menurun selama penelitian. Penurunan

terjadi pada hari ke-10 dan terjadi kenaikan pada hari ke-20 lalu diikuti dengan penurunan kembali pada hari ke-40. Pada akhir pemeliharaan terdapat perbedaan kandungan oksigen terlarut untuk setiap perlakuan. Penurunan terjadi karena adanya aktifitas bakteri dalam merombak bahan organik dan disebabkan oleh respirasi cacing uji akibat peningkatan populasi cacing uji.

Kandungan ammonia berasal dari hasil perombakan bahan organik maupun sisa-sisa hasil metabolisme cacing yang terdapat dalam media kultur. Besarnya kandungan ammonia selama masa penelitian berkisar antara <0,00100 – 0,01207 ppm. Kisaran tersebut masih layak untuk pertumbuhan cacing. Penurunan oksigen dan peningkatan kadar ammonia dalam media pemeliharaan

dapat diatasi dengan adanya penambahan debit air. Debit air yang masuk dapat mensuplai kembali kandungan oksigen dan mencuci bahan-bahan toksis pada media.

### KESIMPULAN

Pemupukan setiap dua hari dengan menggunakan kotoran ayam hasil fermentasi menghasilkan perkembangan kelimpahan bakteri yang cenderung menurun selama masa pemeliharaan cacing dari  $10^7$  CFU/ml menjadi  $10^4$  FU/ml. Peningkatan kelimpahan bakteri diikuti dengan peningkatan laju pertumbuhan *Limnodrilus* sehingga tercapai populasi dan biomassa tertinggi pada hari ke-20 pada perlakuan 190 g/wadah masing-masing sebesar 11.948 ind/m<sup>2</sup> dan 14,649 g/m<sup>2</sup>. Peningkatan dosis pemupukan sampai 190 g/wadah tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan bakteri maupun pertumbuhan cacing *Limnodrilus* sp.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ajiningsih, D. W. 1992. Peranan Tinggi Substrat Terhadap Kualitas Tubificids pada Ketinggian Air Budidaya 2 cm. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Balci, P. B. and D. W. White. 2003. Ecology and Life Cycle of *Chironomus* Major Wuller and Buttler (Dipteria: Chironomidae) in Kentucky Lake, USA. North America Benthological Society. <http://www.Benthos.org>. 15 Maret 2005.
- Brinkhurst, R. O. dan D. G. Cook. 1974. Aquatic Earthworms (Annelida: oligochaeta) dalam C. W. Hart, Jr dan Samuel, L. H. Fuller. Population Ecology of Freshwater Invertebrates. Academic Press. New York: 142 – 155.
- Fadillah, R. 2004. Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing *Limnodrilus* pada Media yang Dipupuk Kotoran Ayam Hasil Fermentasi. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Geerts, S. 1999. Gut Loading, Bloodworm, Life Foods Encyclopedia. San Fransisco Bay Brand. <http://fins.actwin.com/live-food/month.9901/msg0045.html>. 15 Maret 2005.
- Hadihah, S. 2003. Kualitas Kompos dari Kotoran Domba dan Sisa Pakan dengan Menggunakan Tiga Macam Aktivator. Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hadioetomo, R. S. 1993. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. Penerbit Pt. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hadiroseyani, Y. dan D. Dana. 1994. Penyediaan Cacing Bebas Penyakit Sebagai Makanan Ikan Sehat, Melalui Sistem Budidaya yang Diperbaiki. Laporan Penelitian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indriani, Y. H. 2004. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kosiorek, D. 1974. Development Cycle of *Tubifex tubifex* Muller in Experimental Culture. Pol. Arch. Hydrobiol. 21 (3/4/0: 411 – 422).
- Pophenco, V. I. 1967. Oligochaeta Fauna of The Lake of The Solovets Archipelago. In Aquatic Oligochaeta. Amerind Publishing Co. New York. 45 hal.
- Robinson, D. L. 2003. Info About *Tubifex*, Discus Breeders Website. <http://www.discusarticles.com>. 28 Mei 2005.

- Steel, R. G. D. And J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw-Hill International Book Company. Tokyo. 633p.
- Tridayanti, S. 2000. Daur Hidup dan Pertumbuhan *Chironomus* sp. (Chironomidae: Diptera) pada Kondisi Laboratorium. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Whitley, L. S. 1968. The Resistance of Tubificid Worms to Three Common Pollutans. *Hydrobiologia*. 32 : 193 – 205.