

# STUDI TENTANG PENGGUNAAN LARVA CACING *ECHINOSTOMA REVOLUTUM* SEBAGAI AGEN KONTROL BIOLOGIS CACING *FASCIOLA GIGANTICA*

SARWITRI ENDAH ESTUNINGSIH

Balai Penelitian Veteriner  
Jalan R.E. Martadinata 30, P.O. Box 151, Bogor 16114, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 28 November 1997)

## ABSTRACT

ESTUNINGSIH, SARWITRI ENDAH. 1998. Studies on the use of *Echinostoma revolutum* larvae as an agent for biological control of *Fasciola gigantica*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (2): 129-134.

The use of *Echinostoma revolutum* larvae as an agent for biological control of *Fasciola gigantica* has been studied in the laboratory of Parasitology, Balitvet. Infection of *Lymnaea rubiginosa* with *Echinostoma revolutum* increased the growth and mortality rates of the snails and completely suppressed their egg production. These effects were attributed to a destruction of gonads and other organs of the snails by echinostome rediae, production of which commenced during the second week after the infection. From laboratory studies with *L. rubiginosa*, there was an evidence of strong antagonism between larvae of *E. revolutum* and larvae of *F. gigantica*. Concurrent infection of *L. rubiginosa* with miracidia of *F. gigantica* and *E. revolutum* resulted in that all snails were infected with *E. revolutum* only, when they were dissected 30 days later. In contrast, 94% of the snails which were exposed to miracidia of *F. gigantica* only, were infected with larvae of this species after 30 days. When *L. rubiginosa* were infected with *F. gigantica* 20 days previously were exposed to infection with *E. revolutum* and examined 30 days later, it was found that 77% of the snails had a single infection with *E. revolutum*, 16% were infected with *F. gigantica* only, and the remaining 7% had common infection. It was concluded that the dominant antagonism of *E. revolutum* over *F. gigantica* in *L. rubiginosa* and the reduction of fecundity and longevity of snails infected with *E. revolutum* could be useful for biological control of *F. gigantica*.

**Key words:** *Echinostoma revolutum*, *Fasciola gigantica*, biological control, ducks, chickens

## ABSTRAK

ESTUNINGSIH, SARWITRI ENDAH. 1998. Studi tentang penggunaan larva cacing *Echinostoma revolutum* sebagai agen kontrol biologis cacing *Fasciola gigantica*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (2): 129-134.

Penggunaan larva cacing *Echinostoma revolutum* sebagai agen kontrol biologis cacing *Fasciola gigantica* telah diteliti di laboratorium Parasitologi, Balitvet. Siput *Lymnaea rubiginosa* yang diinfeksi dengan *E. revolutum* mempunyai tingkat pertumbuhan dan tingkat kematian yang tinggi, serta produksi telurnya terhambat. Pengaruh ini ada hubungannya dengan rusaknya gonad dan organ lainnya di dalam tubuh siput oleh redia *Echinostoma* yang terbentuk 2 minggu setelah infeksi. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa antagonisme yang kuat antara larva *E. revolutum* dan larva *F. gigantica* telah terjadi di dalam tubuh siput *L. rubiginosa*. Antagonisme terjadi dengan cara mengeluarkan *F. gigantica* ketika siput diinfeksi bersamaan, juga dengan cara menggantikan infeksi *F. gigantica* yang sudah ada. Siput *L. rubiginosa* yang diinfeksi dengan mirasidium *F. gigantica* dan *E. revolutum* pada waktu yang bersamaan, 30 hari kemudian setelah diseksi siput tersebut hanya terinfeksi oleh *E. revolutum*. Sebaliknya, kelompok siput yang hanya diinfeksi dengan mirasidium *F. gigantica*, 94% terinfeksi oleh cacing tersebut setelah siput diseksi pada hari ke-30. *L. rubiginosa* yang diinfeksi dengan *F. gigantica*, 20 hari kemudian diinfeksi lagi dengan *E. revolutum* dan diperiksa pada hari ke-30, ditemukan bahwa 77% terinfeksi tunggal oleh *E. revolutum*, 16% terinfeksi oleh *F. gigantica* saja, dan 7% terinfeksi oleh kedua larva tersebut. Disimpulkan bahwa antagonisme yang kuat dari *E. revolutum* atas *F. gigantica* pada *L. rubiginosa* dan turunnya kesuburan dan umur siput yang terinfeksi *E. revolutum*, dapat digunakan sebagai kontrol biologis terhadap *F. gigantica*.

**Kata kunci:** *Echinostoma revolutum*, *Fasciola gigantica*, kontrol biologis, itik, ayam

## PENDAHULUAN

Pada umumnya cacing trematoda memerlukan jenis siput tertentu sebagai inang antara untuk kelangsungan hidupnya.

Siput yang terinfeksi biasanya mempunyai tingkat pertumbuhan dan tingkat kematian yang lebih cepat dibandingkan dengan siput yang tidak terinfeksi (JOOSSE dan ELK, 1986). Persaingan antara

jenis-jenis cacing trematoda dapat terjadi di dalam tubuh siput. Jenis yang lebih kuat (dominan) akan memakan atau menghambat pertumbuhan jenis cacing trematoda yang lemah (LIE, 1966). Persaingan antara jenis-jenis cacing trematoda, penurunan kesuburan dan tingginya kematian pada siput yang terinfeksi dapat diartikan sebagai kontrol biologis terhadap cacing trematoda (LIM dan HEYNEMAN, 1972).

Cacing trematoda yang banyak digunakan untuk kontrol biologis cacing trematoda lain adalah dari jenis *Echinostoma*. Larva cacing *Echinostoma* mampu mendominasi larva cacing trematoda jenis lain dengan cara menyingkirkannya dari tubuh siput (LIE *et al.*, 1965; LIE, 1966). *Echinostoma revolutum* adalah cacing kosmopolitan, terutama pada burung air, yang memerlukan siput sebagai inang antara yang salah satunya adalah siput *Lymnaea rubiginosa* (SCHIMDT dan ROBERTS, 1989). Seperti diketahui, siput *L. rubiginosa* adalah inang antara cacing *Fasciola gigantica*, yaitu penyebab fasciolosis yang merupakan penyakit penting secara ekonomis yang menyerang sapi dan kerbau di Indonesia (EDNEY dan MUCHLIS, 1962; BROUWIDJOJO, 1986).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan *E. revolutum* sebagai agen kontrol biologis *F. gigantica* dengan melihat pertumbuhan, kesuburan dan daya hidup siput *L. rubiginosa* yang diinfeksi dengan *E. revolutum*. Selain itu, juga dilihat kemampuan daya saing antara larva *Echinostoma* dan larva *F. gigantica* di dalam *L. rubiginosa*.

## MATERI DAN METODE

### Percobaan 1

Dua ratus ekor siput *L. rubiginosa* yang mempunyai panjang rumah siput antara 3,4-5,3 mm yang diperoleh dari tempat pemeliharaan di laboratorium telah digunakan dalam penelitian ini. Siput-siput tersebut dibagi menjadi 4 kelompok yang masing-masing kelompok terdiri atas 50 ekor. Dua kelompok diinfeksi dengan 15 mirasidium *E. revolutum* per siput dan dua kelompok lainnya tidak diinfeksi sebagai kontrol. Masing-masing kelompok siput dipelihara dalam akuarium kaca berukuran 80x60x20 cm dan diberi tanah yang sudah disterilisasi dengan oven terlebih dahulu. Tanah diatur sedemikian rupa sehingga posisinya miring dengan ketinggian 15 cm pada sisi yang tinggi dan 1 cm pada sisi yang rendah (WIDJAYANTI, 1989). Kemudian, setiap akuarium diberi air dengan ketinggian 12 cm dari sisi tanah yang paling rendah, dan dilengkapi dengan aerator. Suhu air pada

setiap akuarium berkisar antara  $26,2^{\circ} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . Satu minggu sekali selama 5 bulan semua siput yang masih hidup dihitung dan diukur panjangnya, telur diambil dan dihitung jumlahnya.

### Percobaan 2

Tiga ratus dua puluh ekor siput *L. rubiginosa* dari tempat pemeliharaan di laboratorium yang mempunyai panjang antara 3,7-5,4 mm dipilih secara acak menjadi 2 kelompok yang sama @ 160 ekor. Masing-masing kelompok dibagi menjadi 4 perlakuan @ 40 ekor siput sebagai berikut :

- Perlakuan I : 40 ekor siput diinfeksi pada hari ke-0 dengan *F. gigantica* dan *E. revolutum* (15 mirasidium per ekor siput)
- Perlakuan II : 40 ekor siput diinfeksi pada hari ke-0 dengan *F. gigantica* (15 mirasidium per ekor siput)
- Perlakuan III : 40 ekor siput diinfeksi pada hari ke-0 dengan *E. revolutum* (15 mirasidium per ekor siput)
- Perlakuan IV : 40 ekor siput diinfeksi dengan *F. gigantica* pada hari ke-0, dan 20 hari kemudian diinfeksi dengan *E. revolutum* (15 mirasidium per ekor siput)

Masing-masing kelompok yang mendapat perlakuan sama dipelihara dalam akuarium berukuran 80x60x40 cm yang disekat bagian tengahnya menjadi dua ruangan yang sama. Suhu air di dalam akuarium adalah sekitar  $26^{\circ} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , dan dilengkapi dengan aerator. Pengamatan dilakukan selama 30 hari untuk kelompok yang mendapat perlakuan I, II dan III, sedangkan untuk yang mendapat perlakuan IV pengamatan dilakukan selama 50 hari. Untuk perlakuan I, pada hari ke-25 setelah infeksi beberapa ekor siput sebagai sampel diambil dan diletakkan di dalam cawan Petri yang berisi air. Kemudian, cawan Petri yang berisi siput diperiksa di bawah mikroskop stereo untuk melihat jenis serkaria yang sudah keluar dari tubuh siput tersebut. Serkaria *Echinostoma* dapat dibedakan dari serkaria *F. gigantica* dengan melihat ada tidaknya tonjolan yang menyerupai duri pada lehernya. Pada akhir penelitian semua siput yang masih hidup dihitung dan diseksi untuk menentukan status infeksi.

Semua siput pada kedua percobaan tersebut di atas diberi makan setiap hari dengan daun kubis (kol) yang direbus, ditambah dengan campuran bubuk kacang

kedelai, kacang hijau dan selada air yang sudah dikeringkan (BORAY, 1985; ESTUNINGSIH, 1991). Air dalam akuarium diganti satu minggu sekali.

**Penyiapan mirasidium**

Mirasidium *E. revolutum* yang digunakan untuk menginfeksi siput diperoleh dengan cara menetasakan telur cacing *E. revolutum* dewasa. Adapun telur cacing tersebut diperoleh dengan cara membuka uterus cacing dewasa yang diambil dari usus ayam yang terinfeksi secara alami. Selanjutnya, mirasidium *F. gigantica* diperoleh dengan cara menetasakan telur cacing yang dikumpulkan dari cairan empedu sapi yang terinfeksi *Fasciola* dari rumah potong hewan di Bogor, Jawa Barat. Telur-telur cacing tersebut kemudian dicuci dengan air suling dan disimpan di tempat yang gelap pada suhu kamar (26° - 29°C) sampai mirasidium keluar (menetas). Mirasidium tersebut segera diinfeksi kepada siput dengan cara siput ditempatkan secara individual di dalam tabung gelas yang berisi 15 mirasidium dalam 10 ml air suling, dan ditunggu selama 5 jam. Siput-siput yang sudah diinfeksi dipelihara dalam akuarium yang sudah disiapkan sebelumnya.

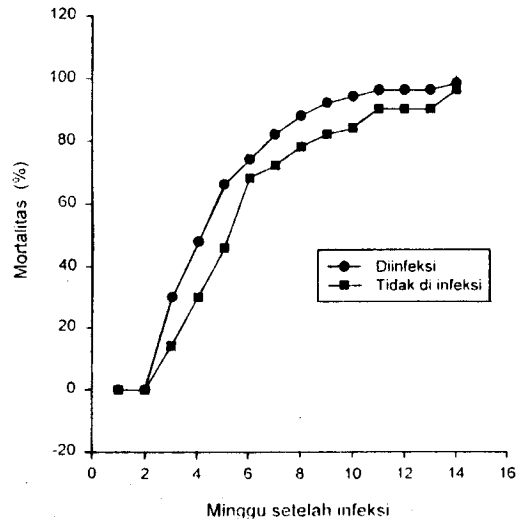
**Analisis statistik**

Data tingkat pertumbuhan dan kematian siput yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji-t.

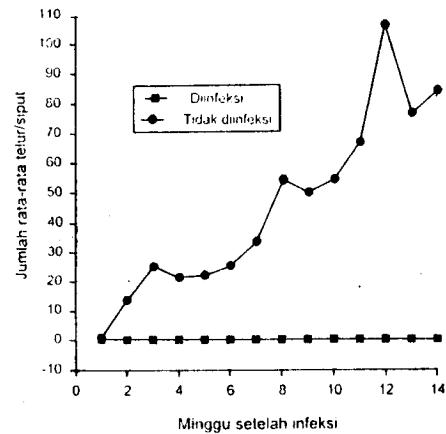
**HASIL**

**Percobaan 1**

Perbedaan ukuran panjang rumah siput, produksi telur dan tingkat kematian antara siput yang diinfeksi dan siput yang tidak diinfeksi (kontrol) dari gabungan 2 ulangan, masing-masing dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3. Pada Gambar 1, terlihat bahwa tingkat pertumbuhan siput yang diinfeksi lebih cepat daripada siput yang tidak diinfeksi. Perbedaan ini terjadi antara minggu ke-3 dan ke-4, juga antara minggu ke-7 dan ke-9 setelah infeksi (uji-t, P<0,05). Tingkat kematian siput yang diinfeksi juga lebih tinggi dibandingkan dengan siput yang tidak diinfeksi (Gambar 3). Pada Gambar 2 tampak bahwa siput yang diinfeksi tidak memproduksi telur, sedangkan siput yang tidak diinfeksi mulai memproduksi telur 1-2 minggu setelah infeksi dan produksinya meningkat terus sampai akhir percobaan (12 minggu).



Gambar 1. Panjang rumah siput rata-rata *L. rubiginosa* yang diinfeksi dengan *E. revolutum*



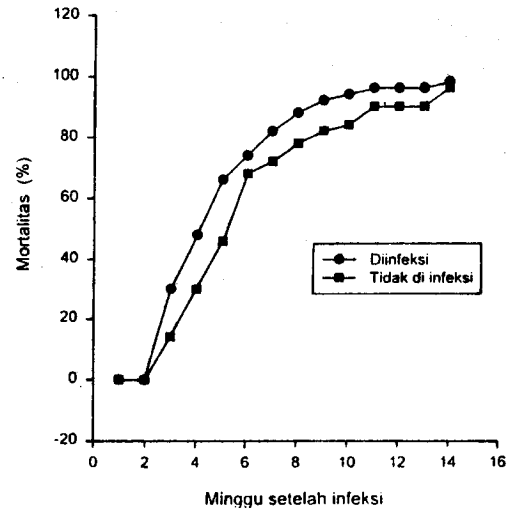
Gambar 2. Jumlah rata-rata telur yang diproduksi oleh siput *L. rubiginosa* yang diinfeksi dan yang tidak diinfeksi dengan *E. revolutum*

**Percobaan 2**

Terjadinya antagonisme antara larva *F. gigantica* dan larva *E. revolutum* pada siput *L. rubiginosa*, baik yang diinfeksi pada waktu yang bersamaan maupun yang diinfeksi pertama kali dengan *F. gigantica*, selang 20 hari kemudian diinfeksi lagi dengan *E. revolutum*, dapat dilihat pada Tabel 1. Pada perlakuan I, yaitu siput yang diinfeksi dengan mirasidium *F. gigantica* dan *E. revolutum* pada waktu yang bersamaan, hanya serkaria *Echinostoma* saja yang keluar dari siput yang masih hidup pada 25 hari setelah infeksi. Selanjutnya, larva *F.*

*gigantica* tidak ditemukan di dalam siput pada saat siput diseksi pada hari ke-30 setelah infeksi. Sebaliknya, 94% dari siput yang masih hidup pada perlakuan II yang hanya diinfeksi dengan *F. gigantica*, ketika diseksi pada hari ke-30 ditemukan serkaria *F. gigantica*.

Hasil dari perlakuan IV memperlihatkan kemampuan larva *E. revolutum* menggeser atau menggantikan infeksi *F. gigantica* pada siput *L. rubiginosa*, tetapi infeksi ganda dari kedua jenis larva cacing tersebut masih juga ditemukan pada 4 ekor dari 57 ekor siput yang masih hidup dari kedua ulangan tersebut. Akan tetapi, ke-4 ekor siput tersebut mengandung redia dan serkaria *Echinostoma* yang masih aktif dalam jumlah yang banyak, sedangkan redia dan serkaria *F. gigantica* ditemukan sudah tidak aktif lagi dan dalam jumlah yang sedikit.



Gambar 3. Mortalitas *L. rubiginosa* yang diinfeksi dan yang tidak diinfeksi dengan *E. revolutum*

Tabel 1. Antagonisme antara *Fasciola gigantica* dan *Echinostoma revolutum* di dalam tubuh *Lymnaea rubiginosa*

Perlakuan	Jarak antara infeksi I dan II (hari)	Jumlah siput (ekor)					
		Diinfeksi dengan		Hidup saat diseksi	Terinfeksi saat diseksi		
		<i>F. gig.</i>	<i>E. rev.</i>		<i>F. gig. dan E. rev.</i>	<i>F. gig.</i>	<i>E. rev.</i>
Ulangan 1							
I	0	40	40	38 <sup>1)</sup>	0	0	38 (100%)
II	-	40	-	32 <sup>1)</sup>	-	30 (93,7)	-
III	-	-	40	32 <sup>1)</sup>	-	-	29 (87,9%)
IV	20	40	40	28 <sup>2)</sup>	1 (3,6%)	5 (17,8%)	22 (78,6%)
Ulangan 2							
I	0	40	40	28 <sup>1)</sup>	0	0	28 (100%)
II	-	40	-	36 <sup>1)</sup>	-	34 (94,4%)	-
III	-	-	40	34 <sup>1)</sup>	-	-	33 (97%)
IV	20	40	39	29 <sup>2)</sup>	3 (10,3%)	4 (13,8%)	22 (75,9%)

Keterangan :

*F. gig.* = *Fasciola gigantica*

*F. rev.* = *Echinostoma revolutum*

<sup>1)</sup> Siput dibunuh dan diseksi pada hari ke-30 setelah infeksi

<sup>2)</sup> Siput dibunuh dan diseksi pada hari ke-50 setelah infeksi

## PEMBAHASAN

Beberapa penulis melaporkan bahwa siput yang terinfeksi dengan larva cacing trematoda tumbuh lebih besar dibandingkan dengan siput yang tidak terinfeksi (SLUITERS *et al.*, 1980; JOOSSE dan ELK, 1986; FRYER *et al.*, 1990). Dalam penelitian ini juga terlihat gejala "gigantism" pada *L. rubiginosa* yang diinfeksi dengan *E. revolutum*. Penulis lain juga menyebutkan bahwa siput yang terinfeksi mempunyai tingkat kematian yang lebih tinggi daripada siput normal, sedangkan kapasitas reproduksinya dihambat (BAYER, 1954; BORAY, 1964; WILSON dan DENISON, 1980). Kecepatan pertumbuhan pada siput yang diinfeksi terlihat pada minggu ke-3 setelah infeksi. Pertumbuhan pada siput yang diinfeksi lebih cepat dibandingkan dengan siput yang tidak diinfeksi dan terlihat pada minggu ke-3 setelah infeksi. Hal ini mungkin terjadi karena redia yang berkembang pertama kalinya pada minggu ke-2 setelah infeksi pada *L. rubiginosa* yang diinfeksi *E. revolutum*, memakan gonad dan mungkin organ lain dalam tubuh siput, selanjutnya metabolisme yang akan digunakan di dalam aktivitas reproduksi disalurkan untuk pertumbuhan siput itu sendiri. Informasi yang sama juga telah dilaporkan oleh WRIGHT (1971) untuk siput yang diinfeksi *Echinostoma*.

Tidak diproduksinya telur pada siput yang diinfeksi dengan *E. revolutum* dalam penelitian ini menandakan bahwa gonad dihambat oleh adanya cacing tersebut. Selanjutnya, organ vital yang penting untuk kelangsungan hidup siput dirusak oleh redia, yang dengan itu siput yang terinfeksi mempunyai tingkat kematian tinggi yang terjadi antara minggu ke-2 dan ke-4 setelah infeksi. Penelitian ini memperlihatkan bahwa larva *E. revolutum* mempunyai sifat antagonis yang dominan terhadap larva *F. gigantica* di dalam tubuh siput *L. rubiginosa*. Mekanisme larva *E. revolutum* menghambat *F. gigantica* tidak diteliti. Namun, diperkirakan antagonisme secara langsung atau tidak langsung sangat berperan. Lebih dari setengah jumlah siput yang terinfeksi oleh *F. gigantica* mampu digantikan oleh larva *E. revolutum* dalam waktu 20 hari. Dalam menggantikan atau menyingkirkan *F. gigantica* ini diperkirakan larva *E. revolutum* memakan secara aktif larva *F. gigantica* tersebut.

Antagonisme secara langsung oleh *Echinostoma* dengan cara memakan redia dari jenis trematoda lain telah dilaporkan oleh LIE *et al.* (1965); LIE *et al.* (1966) dan LIE (1966). Antagonisme secara tidak langsung juga terjadi dalam penelitian ini, yakni pada kelompok perlakuan IV kedua jenis larva dapat ditemukan di dalam tubuh 4 ekor siput pada waktu siput diseksi, tetapi larva *F. gigantica* terlihat tidak aktif dan ditemukan dalam jumlah sedikit, sedangkan redia dan

serkaria *E. revolutum* terlihat sangat aktif dalam jumlah yang banyak. Kejadian antagonisme secara tidak langsung juga dilaporkan oleh beberapa peneliti (BASCH *et al.*, 1969; VASSILEV dan SAMNALIEV, 1976; CHIPEV *et al.*, 1985), termasuk juga HOA *et al.* (1970), yang melaporkan terjadinya antagonisme secara tidak langsung dari *F. gigantica* di dalam tubuh siput *L. rubiginosa* oleh larva *E. audyi* yang namanya sekarang telah disamakan dengan *E. revolutum*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sifat antagonis *E. revolutum* terhadap *F. gigantica* di dalam tubuh siput *L. rubiginosa* dapat digunakan untuk kontrol biologis fasciolosis di Indonesia. Infeksi susulan oleh *E. revolutum* setelah infeksi *F. gigantica* diharapkan tidak hanya untuk menekan jumlah populasi *L. rubiginosa* dengan adanya tingkat kematian yang tinggi dan rendahnya tingkat kesuburan siput, tetapi juga mempunyai sifat antagonis dengan *F. gigantica*.

Kontrol biologis fasciolosis dapat diterapkan di lapangan dengan cara melepas sekawan itik dan ayam kampung di sawah setelah padi dipanen. Dalam hal ini, itik (unggas air) berfungsi sebagai inang utama cacing *E. revolutum* dan sawah akan terkontaminasi dengan telur *E. revolutum* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- BASCH, P. F., K.J. LIE, and C. HEYNEMAN. 1969. Antagonistic interaction between strigeid and schistosoma sporocysts within a snail host. *J. Parasitol.* 48:753-758.
- BAYER, F.A.H. 1954. Larval trematodes found in some freshwater snails : A suggested biological method of Bilharzia control. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 48:414-418.
- BORAY, J.C. 1964. Studies on the ecology of *Lymnaea tomentosa* the intermediate host of *Fasciola hepatica* L. History, geographical distribution and environment. *Aust. J. Zool.* 12:217-230.
- BORAY, J.C. 1985. Trematodes of Indonesia. Final and revised report on a short term Assignment in Indonesia, 29 April-24 May, 1985. 43 pp.
- BROTOWIDJOJO, M.D. 1986. *Lymnaea auricularia rubiginosa*, snail intermediate host for the liver fluke *Fasciola gigantica* in the Yogyakarta district. I. External characteristics of the shell of the snail. *Bull. FKH UGM* 6:20-22.
- CHIPEV, N., I. VASSILEV, and P. SAMNALIEV. 1985. Interaction between *Paramphistomum c.f. daubneyi* Dinnik, 1962 and *Fasciola hepatica* L. in successive cross invasions of *Lymnaea (Galba) truncatula*. *Khelmintologija* 20:80-88.

- EDNEY, N.M. and A. MUCHLIS. 1962. Fascioliasis in Indonesian livestock. *Comm. Vet.* 2:49-62.
- ESTUNINGSIH, S.E. 1991. Studies on Trematodes Infecting *Lymnaea rubiginosa* in West Java. MSc. Thesis, Graduate School of Tropical Veterinary Science, James Cook University of North Queensland, Townsville, Australia. 82 pp.
- FRYER, S.E., R.C. OSWALD, A.J. PROBERT, and N.M. RUNHAM. 1990. The effect of *Schistosoma haematobium* infection on the growth and fecundity of three sympatric species of Bulinid snails. *J. Parasitol.* 76:557-563.
- HOA, K.E., K.J. LIE, and O-Y. C. KONG. 1970. Predation of sporocysts of *Fasciola gigantica* by rediae of *Echinostoma audyi*. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Health* 1:429.
- JOOSSE, J. and R.V. ELK. 1986. *Trichobilharzia ocellata* : Physiological characterization of giant growth, glycogen depletion and absence of reproductive activity in the intermediate snail host, *Lymnaea stagnalis*. *Exp. Parasitol.* 62:1-13.
- LIE, K.J. 1966. Antagonistic interaction between *Schistosoma mansoni* sporocysts and echinostome rediae in the snail *Australorbis glabratus*. *Nature* 211:1213-1215.
- LIE, K.J., P.F. BASCH, and T. UMATHEVY. 1965. Antagonism between two species of larval trematodes in the same snail. *Nature* 206:422-423.
- LIE, K.J., P.F. BASCH, and T. UMATHEVY. 1966. Studies on Echinostomatidae (Trematoda) in Malaya XII. Antagonism between two species of echinostome trematodes in the same lymnaeid snail. *J. Parasitol.* 52:454-457.
- LIM, H.K. and D. HEYNEMAN. 1972. Intramolluscan inter-trematode antagonism : A review of factors influencing the host parasite system and its possible role in biological control. *Adv. Parasitol.* 10:191-268.
- SCHIMDT, G.D. and L.S. ROBERTS. 1989. *Foundations of Parasitology*, 4th ed, Mosby Company, Missouri, USA.
- SLUITERS, J.F., C.M. BRUSSAARD-WUST., and E.A. MEULEMAN. 1980. The relationship between miracidial dose, production of cercariae, and reproductive activity of the host in the combination *Trichobilharzia ocellata* and *Lymnaea stagnalis*. *Zeitsch. Parasit.* 63:13-16.
- VASSILEV, I. and P. SAMNALIEV. 1976. Simultaneous experimental invasion of *Galba truncatula* with *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum microbothrium*. *Doklad Bolgarskoi Akademii Nauk* 29:723-725.
- WIDJAJANTI, S. 1989. Studies on the Biology of *Lymnaea rubiginosa*. MSc. Thesis, Graduate School of Tropical Veterinary Science, James Cook University of North Queensland, Townsville, Australia.
- WILSON, R.A. and J. DENISON. 1980. The parasitic castration on gigantism of *Lymnaea rubiginosa* infected with the larval stages of *Fasciola hepatica*. *Zeitsch Parasit.* 61:109-119.
- WRIGHT, C.A. 1971. Flukes and snails. In *Science of Biology Series No.4* (Edited by Cathay J.D. and J.F. Sutcliffe), 168 pp. George Allen and Unwin Ltd., London.