



## Persebaran Agens Hayati *Neochetina* spp. (Coleoptera: Curculionidae) Di Jawa Barat Dan DKI Jakarta

**SAPDI, D. BUCHORI, U. KARTOSUWONDO, S. TJITROSEMITO DAN B. SAHARI**

Alumnus Program S3, Program Studi Entomologi-Fitopatologi, IPB  
Jl. Kamper, Kampus Darmaga, IPB, Bogor

(diterima September 2005, disetujui Februari 2006)

### ABSTRACT

**The Distribution of Biocontrol Agents *Neochetina* spp. (Coleoptera: Curculionidae) in West Java and DKI Jakarta.** The establishment of *Neochetina* spp. as biocontrol agent of waterhyacinth are related to the weevil's ability to disperse and to increase their population sizes. The objective of this research was to study the distribution and abundance of *Neochetina* spp. at several areas in West Java and DKI Jakarta. The field research was done in several freshwater ecosystem infested by waterhyacinth, including Cibinong and Lido lakes in Bogor, irrigation canal in Karawang, Muara Angke Sanctuary in North Jakarta, and Citarum Hulu river in Purwakarta, during April to August 2004. Coordinate and elevation of the research sites where *N. eichborniae* and *N. bruchi* found were reported, while their abundances were observed by direct hand-collection technique. The results of the research showed that *N. eichborniae* was widely distributed and established in most sampling sites, except in Karawang, whereas *N. bruchi* was not found in any sampling sites. Our observations also indicated that *N. eichborniae* was distributed passively so that the weevil couldn't colonize isolated habitats or locations.

**KEY WORDS:** *Neochetina* spp., waterhyacinth, biological control, invasivesp.

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan kumbang moncong, *Neochetina* spp. (Coleoptera: Curculionidae) sebagai agens pengendali hayati eceng gondok telah banyak dilakukan (Grodowitz 1998; Kasno *et al.* 2001; Ochiel *et al.* 2001; Fayad *et al.* 2001). Di Indonesia, pengendalian hayati eceng gondok menggunakan agens hayati ini telah dikembangkan sejak tiga dekade yang lalu (Kasno *et al.* 2001). Kegiatan ini dimulai dengan diintroduksinya dua spesies *Neochetina* yaitu *N. eichborniae* Warner pada tahun 1975 (Subagyo *et al.*

1977) dan *N. bruchi* Hustache pada tahun 1994 (Widayanti *et al.* 1999).

Setelah suatu agens pengendalian hayati gulma dilepas di alam terbuka, tidak berarti kegiatan pengendalian hayati telah selesai, tetapi masih harus diikuti dengan kegiatan pemantauan dan evaluasi (Kasno 2003). Kegiatan ini sangat diperlukan untuk mengetahui sejauh mana kemapanan agens hayati introduksi tersebut pada ekosistem yang baru. Demikian juga halnya dengan introduksi *Neochetina* spp. sebagai agens hayati eceng gondok. Tingkat kemapanan

agens hayati ini sangat berhubungan dengan kemampuannya untuk menyebar dan meningkatkan populasinya.

Dalam dua puluh tahun terakhir, kebanyakan penelitian di Indonesia terfokus pada pengembangan metode pembiakan massal dalam upaya pemanfaatan *N. eichborniae* dan *N. bruchi* untuk mengendalikan eceng gondok. Sayangnya, belum banyak dilakukan upaya monitoring secara terencana untuk mengevaluasi sejauh mana kemapanan agens hayati introduksi tersebut setelah dilepaskan di lapangan. Spesies mana diantara kedua spesies agens hayati tersebut yang telah mapan di lapangan, serta bagaimana perkembangan populasinya juga tidak diketahui.

Bertitik tolak pada uraian di atas, maka perlu dilakukakan evaluasi terhadap penyebaran dan kelimpahan individu *Neochetina* spp. di lapangan, terutama untuk daerah Jawa Barat yang merupakan titik pelepasan agens hayati tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari persebaran *Neochetina* spp. di beberapa daerah di Jawa Barat dan DKI Jakarta, serta kelimpahan individu agens hayati tersebut dan fluktuasinya di lapangan.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada beberapa ekosistem perairan di Jawa Barat dan DKI Jakarta. Lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan *purposive sampling metode*, yaitu meliputi ekosistem

perairan yang terinfestasi eceng gondok. Dari hasil survey pendahuluan maka ditetapkan lima lokasi penelitian, yaitu: Danau Cibinong, saluran irigasi di Karawang, Danau Lido, Suaka Margasatwa Muara Angke, dan sungai Citarum Hulu di Purwakarta. Pengambilan sampel berlangsung sejak April hingga Agustus 2004.

### Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Persebaran *Neochetina* spp.

Pengamatan terhadap persebaran *Neochetina* spp. dilakukan dengan melihat keberadaan agens hayati tersebut pada eceng gondok di lima lokasi yang telah ditetapkan. Setiap lokasi yang ditemukan *N. eichborniae* dan *N. bruchi* dicatat *altitude*, *latitude*, dan *longitude* nya.

#### 2. Kelimpahan individu *Neochetina* spp.

Koleksi imago *Neochetina* spp. dilakukan secara manual dengan tangan (*hand collection*). Untuk setiap lokasi, koleksi kumbang dilakukan pada petak kuadrat berukuran 1 m<sup>2</sup>, dengan 5 kali ulangan. Jarak antar petak sampel  $\pm$  10 m. Jumlah imago yang ditemukan pada setiap petak sampel dihitung berdasarkan jenis kelaminnya. Selain itu, pengamatan juga dilakukan terhadap kelimpahan individu larva. Rara-rata jumlah larva dihitung pada 10 rumpun eceng gondok yang diambil secara diagonal dari setiap petak sampel. Pengamatan terhadap kelimpahan individu imago di-

lakukan setiap bulan hingga 5 kali (April-Agustus 2004), sedangkan kelimpahan individu larva hanya diamati sekali (Juli 2004).

### Analisis Data

Untuk melihat signifikansi perbedaan kelimpahan individu imago dan larva *Neochetina* spp. antar lokasi, di analisis menggunakan ANOVA satu arah (*one-way* ANOVA) dan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada selang kepercayaan 95% dengan program *Statistica for Windows* 6.0. Analisis yang sama juga digunakan untuk melihat signifikansi perbedaan kelimpahan individu imago kumbang tersebut antar waktu pengamatan dan intensitas kerusakan daun eceng gondok antar lokasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### 1. Penyebaran *Neochetina* spp.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Neochetina* spp. telah menyebar luas di wilayah Jawa Barat dan DKI Jakarta. Hampir pada semua lokasi

penelitian ditemukan agens hayati tersebut, kecuali di Karawang. Dari keseluruhan kumbang yang ditemukan diidentifikasi sebagai *Neochetina eichhorniae*, sedangkan *N. bruchi* tidak ditemukan pada penelitian ini (Tabel 1).

#### 2. Kelimpahan Individu *Neochetina* spp.

Kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* secara keseluruhan berbeda nyata antar lokasi. Perbedaan yang nyata terlihat baik dalam jumlah imago per m<sup>2</sup> ( $F_{3,16} = 11,249$ ;  $p < 0,001$ ) maupun jumlah imago per rumpun eceng gondok ( $F_{4,20} = 9,847$ ;  $p < 0,001$ ) (Gambar 1). Secara umum terlihat bahwa kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* dijumpai di dataran tinggi (Cibinong, Muara Angke, dan Purwakarta) lebih tinggi daripada di dataran rendah (Lido).

Kelimpahan individu larva yang diamati pada bulan Juli 2004 juga berbeda nyata antar lokasi ( $F_{3,16} = 22,210$ ;  $p < 0,001$ ). Demikian juga dengan kelimpahan individu imago yang diamati pada bulan yang sama ( $F_{3,16} = 21,049$ ;  $p < 0,001$ ) dan bulan Agustus 2004 ( $F_{3,16} = 9,635$ ;  $p < 0,001$ ) (Tabel 2).

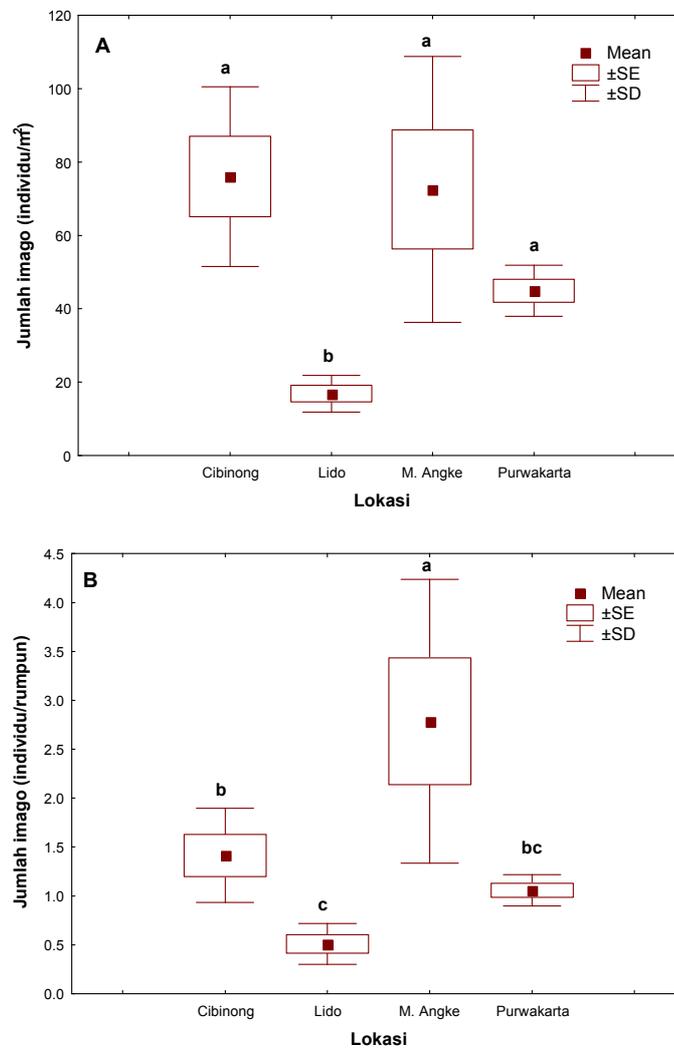
**Tabel 1.** Eksistensi *Neochetina eichhorniae* dan *N. bruchi* di lima lokasi penelitian

Lokasi	Koordinat	Ketinggian	<i>N. eichhorniae</i>	<i>N. bruchi</i>
Cibinong	06,469° LS, 106,858° BT	117 m. dpl.	+	-
Karawang	06,263° LS, 107,591° BT	37 m. dpl.	-	-
Lido	06,736° LS, 106,808° BT	512 m. dpl.	+	-
Muara Angke	06,115° LS, 106,767° BT	28 m. dpl.	+	-
Purwakarta	06,507° LS, 107,392° BT	56 m. dpl.	+	-

Kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* di semua lokasi penyebaran berfluktuasi secara temporal, tetapi polanya tidak konsisten dan tidak berbeda nyata ( $F_{4,15} = 0,287$ ;  $p = 0,882$ ) (Gambar 2). Fluktuasi kelimpahan individu kumbang tersebut yang agak tinggi terjadi di Muara Angke dan Cibinong, sedangkan di Purwakarta dan Lido relatif stabil.

Secara umum kelimpahan individu

imago *N. eichhorniae* juga menggambarkan kelimpahan individu larva. Hal ini ditunjukkan oleh adanya korelasi positif yang nyata antara kelimpahan individu larva agens hayati tersebut dengan kelimpahan individu imagonya ( $r = 0,863$ ;  $p < 0,001$ ) (Gambar 3). Rata-rata kelimpahan individu larva lebih tinggi dibandingkan kelimpahan individu imago, sebagaimana terlihat pada Tabel 2.



**Gambar 1.** Kelimpahan individu imago *Neochetina eichhorniae* per m<sup>2</sup> (A) dan per rumpun eceng gondok (B) di empat lokasi penelitian (huruf yang sama pada gambar yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 0,05, DMRT).

Hasil pengamatan terhadap komposisi imago berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa persentase betina, baik secara total, rata-rata, maupun per bulan selama pengamatan relatif sama, yaitu mendekati 40% (Tabel 3). Dengan kata lain, perbandingan antara imago betina dan jantan adalah mendekati 2:3.

### Pembahasan

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa *N. eichhorniae* dapat berkembangbiak di lapangan, sebaliknya *N. bruchi* tidak mampu mencapai kematangan. Ketidakmatangan *N. bruchi* diduga terjadi karena kegagalan adaptasi spesies tersebut, bukan akibat terjadinya kompetisi interspesifik. Center *et al.* (2002) menyatakan bahwa kecil kemungkinan terjadi kompetisi interspesifik antara *N. eichhorniae* dan *N. bruchi*, sebab kedua spesies tersebut memiliki perilaku yang berbeda, misalnya preferensi untuk tempat peletakan telur. Selain itu, Ochiel

*et al.* (2001) juga melaporkan bahwa kedua spesies agens hayati tersebut sama-sama telah mapan di Danau Victoria, Kenya.

Data yang diperoleh dari penelitian ini juga mengindikasikan bahwa *Neochetina* spp. lebih efektif menyebar secara pasif dibandingkan secara aktif. Hal ini ditunjukkan oleh ketidakmampuan kumbang ini mengkoloni hamparan eceng gondok yang terisolasi, yaitu di Karawang. Hasil ini mendukung beberapa penelitian sebelumnya. Jianqing (2002) melaporkan bahwa di beberapa sungai di Wenzhou, Provinsi Zhejiang, Cina, kumbang ini dapat menyebar dengan eceng gondok yang hanyut melalui aliran sungai hingga 40 km dari titik pelepasan, dalam kurun waktu 4 tahun. Sementara itu, perpindahan aktif terutama terjadi dalam hamparan eceng gondok yang hanya mencapai 100,8 cm dalam periode 15 hari (Tjitrosoedirdjo *et al.* 2003).

**Tabel 2.** Kelimpahan individu larva dan imago *Neochetina eichhorniae* di empat lokasi pengambilan sampel

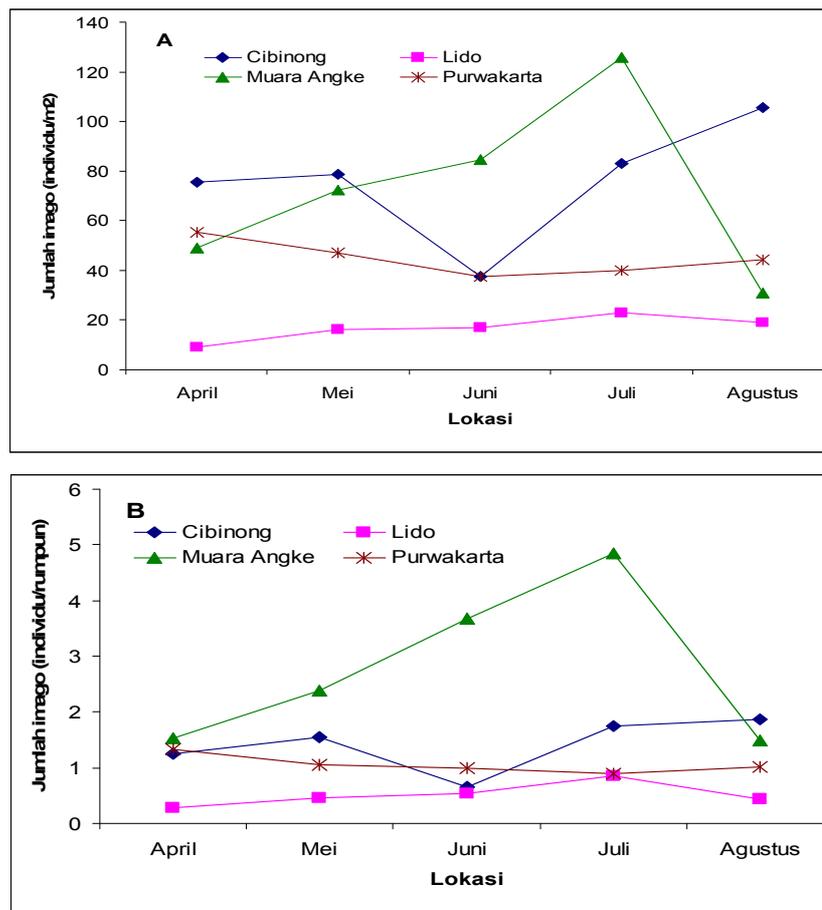
Lokasi	Rata-rata kelimpahan individu/rumpun ± SD		
	Larva (Juli 2004)	Imago (Juli 2004)	Imago (Agustus 2004)
Cibinong	2,12 ± 0,40 b	1,74 ± 0,47 b	1,86 ± 0,41 a
Lido	1,15 ± 0,20 cd	0,85 ± 0,15 b	0,44 ± 0,19 c
Muara Angke	5,91 ± 2,06 a	4,85 ± 1,75 a	1,49 ± 0,72 ab
Purwakarta	1,29 ± 0,27 bc	0,90 ± 0,25 b	1,02 ± 0,22 bc

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 (DMRT)

Berdasarkan kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* terlihat bahwa kelimpahan agens hayati ini di dataran rendah lebih tinggi daripada di dataran tinggi. Hal ini diduga berkaitan dengan cara penyebaran kumbang tersebut yang lebih banyak bersifat pasif mengikuti pergerakan massa eceng gondok dari dataran tinggi ke dataran rendah. Indikasi ini terlihat dengan tingginya kelimpahan *N. eichhorniae* di Muara Angke, yang diduga disebabkan oleh tingginya pergerakan massa eceng gondok melalui sungai yang bermuara ke wilayah tersebut. Sementara itu, tidak

ditemukannya agens hayati tersebut di Karawang, yang merupakan lokasi yang sangat terisolasi karena adanya hamparan persawahan yang luas, telah memperkuat dugaan bahwa penyebaran kumbang tersebut lebih bersifat pasif.

Ada fenomena menarik yang teramati pada fluktuasi kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* di Muara Angke dan Cibinong. Di Muara Angke, kelimpahan imago agens hayati tersebut menurun drastis pada bulan Agustus 2004, padahal kelimpahannya cukup tinggi pada bulan Juli 2004 (Gambar 2).



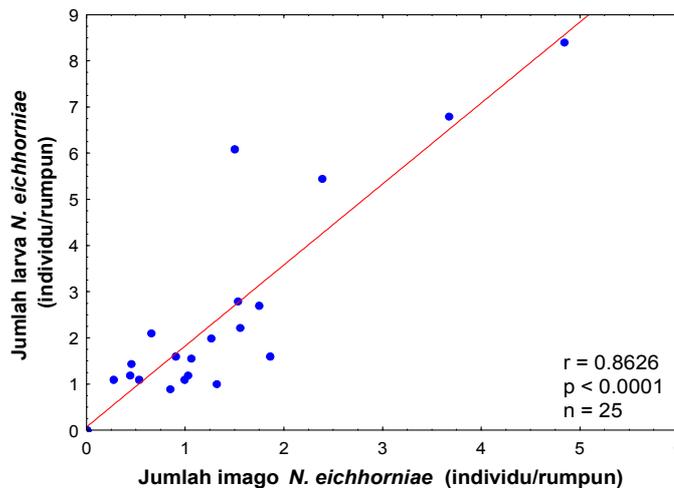
**Gambar 2.** Fluktuasi kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* per m<sup>2</sup> (A) dan per rumpun eceng gondok (B) di empat lokasi (April - Agustus 2004).

Hal ini diduga disebabkan oleh terjadinya kematian massal eceng gondok pada pertengahan bulan Juli, sebagai akibat pasang air laut yang menggenangi hamparan eceng gondok. Sementara itu, di danau Cibinong dilakukan pembersihan selektif terhadap eceng gondok yang sudah besar pada bulan Juni sehingga kelimpahan individu yang teramati pada bulan tersebut lebih rendah daripada bulan-bulan lainnya.

Ada kecenderungan bahwa kelimpahan individu larva *N. eichhorniae* di lapangan lebih tinggi dibandingkan

kelimpahan individu imagonya. Data ini mirip dengan hasil penelitian Kasno *et al.* (2001) yang melaporkan bahwa kelimpahan larva *N. eichhorniae* di Danau Situbagendit pada bulan Juni dan Agustus 1998 relatif lebih tinggi daripada kelimpahan imagonya. Hal ini diduga berkaitan dengan pola reproduksi *N. eichhorniae* yang dapat terjadi sepanjang tahun (Center 1994), sehingga dapat diprediksi bahwa komposisi setiap fase pertumbuhan kumbang tersebut di lapangan relatif stabil.

Berdasarkan hasil yang diperoleh



**Gambar 3.** Korelasi antara kelimpahan individu imago dan larva *Neochetina eichhorniae* yang ditemukan di empat lokasi penelitian.

**Tabel 3.** Fluktuasi kelimpahan individu imago *N. eichhorniae* per m<sup>2</sup> (A) dan per rumpun eceng gondok (B) di empat lokasi (April - Agustus 2004).

Persentase betina	Bulan (2004)	Lokasi			
		Cibinong	Lido	M. Angke	Purwakarta
Per bulan	4	41,23 ± 4,23	38,65 ± 16,40	40,84 ± 6,38	37,24 ± 3,62
	5	40,12 ± 0,62	37,73 ± 4,20	38,35 ± 3,85	39,24 ± 8,16
	6	40,03 ± 6,15	35,60 ± 10,13	37,02 ± 4,96	40,31 ± 13,67
	7	37,26 ± 1,20	38,26 ± 5,56	41,26 ± 4,24	36,82 ± 2,17
	8	40,14 ± 4,49	38,97 ± 8,48	39,28 ± 6,28	33,84 ± 4,78
Rata-rata		39,75 ± 1,48	37,84 ± 1,33	39,35 ± 1,76	37,49 ± 2,49
Total		39,75 ± 3,84	37,84 ± 9,14	39,35 ± 5,05	37,49 ± 7,36

pada penelitian ini dapat dikatakan bahwa kelimpahan individu *N. eichborniae* yang ditemukan sangat rendah (rata-rata kurang dari 3 individu per rumpun) dibandingkan dengan yang ditemukan di Danau Victoria, Uganda. Ogwang (2001) melaporkan bahwa selama tahun 1997, pada hamparan eceng gondok ditemukan rata-rata 25 individu per rumpun pada beberapa bagian Danau Victoria. Rendahnya kelimpahan *N. eichborniae* di Indonesia pada umumnya diduga disebabkan oleh tingginya mortalitas pupa. Perbedaan populasi larva dan imago sebesar 17% hingga 30% (Tabel 2) mengindikasikan adanya mortalitas pada stadium pupa. Angka tersebut diduga lebih tinggi daripada yang teramati sebab ada kemungkinan sebagian larva tidak teramati, terutama larva-larva instar awal.

Mortalitas pupa juga terungkap dari hasil penelitian Kasno *et al.* (2001) yang melaporkan bahwa banyak pupa yang mati karena dimakan oleh ikan predator. Selain itu, bebek juga diketahui dapat berperan sebagai predator larva, pupa, bahkan imago *N. eichborniae* (Sukisman; komunikasi pribadi). Widayanti *et al.* (1999) juga menemukan bahwa laba-laba serigala (wolf spider) memangsa larva *N. bruchi*. Kendala pertumbuhan populasi agens hayati ini juga dapat berupa penyakit yang disebabkan oleh patogen, antara lain misalnya microsporidia. Rebelo dan Center (2001) melaporkan bahwa penyakit yang disebabkan oleh

mikrosporidia biasanya bersifat kronis tanpa manifestasi gejala eksternal pada inangnya. Pengaruh subletal infeksi mikrosporidia pada *N. eichborniae* dapat menurunkan fertilitas sebesar 46,2% dan lama hidup sebesar 41,8%.

Selain mortalitas larva, pupa dan imago, nisbah kelamin imago *N. eichborniae* merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya laju pertumbuhan populasi kumbang tersebut. Perbandingan antara imago betina dan jantan yang diperoleh dalam penelitian ini, yang mendekati 2:3, berbeda dengan laporan Julien *et al.* (1999) yang menemukan bahwa di California, rasio antara betina dan jantan adalah 1:1. Proporsi imago betina yang lebih rendah daripada jantan berpengaruh negatif terhadap perkembangan populasi agens hayati tersebut.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap persentase betina *N. eichborniae*, yang selalu satabil dari waktu ke waktu, dapat diasumsikan bahwa jumlah telur yang diletakkan relatif stabil. Dengan demikian dapat diasumsikan juga bahwa larva yang dihasilkan akan selalu sebanding dengan populasi imago. Fakta ini dapat menjelaskan mengapa populasi kumbang tersebut di lapangan dari waktu ke waktu relatif tidak berfluktuasi. Hasil yang sama juga ditemukan dari penelitian di Amerika Serikat yang menunjukkan bahwa imago *N. eichborniae* dan *N. bruchi* dapat bereproduksi sepanjang tahun, tanpa perbedaan generasi (Center 1994).

## KESIMPULAN

*Neochetina eichhorniae* telah menyebar luas di wilayah Jawa Barat dan DKI Jakarta, kecuali di Karawang. Spesies *N. bruchi* tidak ditemukan pada penelitian ini. Penyebaran *N. eichhorniae* secara pasif lebih efektif dibandingkan secara aktif sehingga habitat yang terisolasi tidak dapat dikolonisasi oleh agens hayati ini.

Kelimpahan individu *N. eichhorniae* di dataran rendah lebih tinggi daripada di dataran tinggi. Kelimpahan individu agens hayati ini secara temporal relatif tidak berfluktuasi. Meskipun *N. eichhorniae* telah mapan di lapangan, namun kelimpahannya sangat rendah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari Disertasi penulis pertama. Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih atas dukungan dana Penelitian dari *Wildlife Trust*, melalui Yayasan Peduli Konservasi Indonesia (PEKA), dan Hibah Penelitian Tim Pascasarjana (HPTP) Angkatan II Tahun 2004-2006.

## DAFTAR PUSTAKA

- Center TD. 1994. Biological control of weeds: waterhyacinth and waterlettuce. Di dalam: Rosen D, Bennet FD, Capinera JL, editor. *Pest management in the subtropics: Biological control—a Florida perspective*. Intercept Ltd, Andover, UK.
- Center TD, Hill MP, Cordo H, Julien MH. 2002. Waterhyacinth. Dalam: Van Driesche R *et al.* *Biological control of invasive plants in the Eastern United States*. USDA Forest Service Publication FHTET.
- Fayad YH, Ibrahim AA, El-Zoghby AA, Shalaby FF. 2001. Ongoing activities in the biological control of waterhyacinth in Egypt. Dalam Julien, M.H., Hill, M.P., Center, T.D., and Jianqing, D. (Eds). *Biological and Integrated Control Of Water Hyacinth, Eichhorniae crassipes*. ACIAR Proceedings 102. hal 43-46.
- Grodowitz MJ. 1998. An active approach to the use of insect biological control for the management of non-native aquatic plants. *J. Aquat. Plant Manage.* 36: 57-61.
- Jianqing D. 2002. The invasion of waterhyacinth in China. Di dalam: IMPECCA. *Biological and Integrated Control Of Eichhornia crassipes. Water Hyacinth News* No. 5. CABI Bioscience, Silwood Park, UK.
- Julien MH, Griffiths MW, Wright AD. 1999. *Biological Control Of Water Hyacinth. The weevils Neochetina bruchi and Neochetina eichhorniae: biologies, host ranges, releasing and monitoring techniques for biological control of Eichhornia crassipes*. ACIAR, Canberra.
- Kasno. 2003. Pengendalian gulma secara biologis. *J Tropical Weeds* 1(1): 13-17.
- Kasno, Putri ASR, Widayanti S, Sunjaya. 2001. Establishment of *Neochaetina* sp.: Their pattern of local dispersal and age structure at release site. *BIOTROPLA* 13:18-29.
- Ochiel GS, Njoka SW, Mailu AM, Gitonga W. 2001. Establishment, spread and impact of *Neochetina* spp. on water hyacinth in Lake Victoria, Kenya. Dalam Julien MH, Hill, MP, Center TD, Jianqing D. (Eds). *Biological and Integrated Control Of Water Hyacinth, Eichhorniae crassipes*. ACIAR Proceedings 102. hal 89-95.
- Ogwang J. 2001. Is there resurgence on Lake Victoria? Dalam IMPECCA. Biological and integrated control of *Eichhornia crassipes*. *Water Hyacinth News* No. 4. CABI Bioscience, Silwood Park, UK.
- Rebelo MT, Center TD. (2001). Microsporidia & *Neochetina*. Di dalam: IMPECCA. Biological and integrated control of *Eichhornia crassipes*. *Water Hyacinth News* No. 4. CABI Bioscience, Silwood Park, UK.
- Subagyo T, Kasno, Mangoendihardjo S. 1977. Masalah dan pengendalian tumbuhan pengganggu air Rawa Pening. *Laporan Akhir* 1976-1977. SEAMEO BIOTROP, Bogor.

- Tjitrosoedirdjo SS, Kasno, Tjitrosemito S. 2003. The biological control of water hyacinth in Indonesia. *J Tropical Weeds* 1(1): 18-23.
- Widayanti S, Kasno, Tjitrosoedirdjo SS, Tjitrosemito S. 1999. Efforts in using water hyacinth weevils to control water hyacinth in Indonesia. Dalam Proceedings of The Workshop on Integrated Weed Management in Managed and Natural Ecosystem. Bogor, 23-25 Juni 1998. *BIOTROP Special Publication* 61: 163-171.
-