

TABEL KEHIDUPAN *Daphnia pulex* SETELAH APLIKASI PUPUK ORGANIK

Life Table of Daphnia pulex After Organic Fertilizer Application

El Redha¹ dan Jusup Subagja²

Program Studi Biologi

Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Daphnia pulex is one of zooplankton species which has been used frequently in fish larvae rearing as a natural food, because it can be cultured easily, has high reproductive potential, and contain high nutrition value as well. To increase its population growth rate organic fertilizer is necessary. However, the best introducing time of *Daphnia pulex* into culture system after organic fertilizer application is not known yet.

The purpose of this experiment was to assess the best time to introduce *Daphnia pulex* into the culture system after organic fertilizer application.

Neonates of *Daphnia pulex* were individually dispensed into culture tubes (erlenmeyer 50 mL) suspended in aquarium (60 litre). Each culture tubes (contain 10 neonates 0 day old) tied by plankton net 75 mm mesh size around the mouth. Four treatments representing different days (0, 5, 10, and 15 days) after organic fertilizer (cattle manure, poultry droppings, dried rice stalks, stem of banana, 1 : 1 : 1 : 1, at the rate of 0.263 kg.m⁻³) application and control (without organic fertilizer) in four replications were tested.

Daphnia pulex population in the culture tubes were examined daily to construct life table. Water quality parameters measured were temperature, dissolved oxygen, pH, NH₃-N, NO₃-N, PO₄-P, and turbidity.

Application of organic fertilizer into culture media of *Daphnia pulex* resulted in increasing survival rate, intrinsic rate of natural increase (r), net reproductive rate (R_0), and decrease average generation time (T_0) significantly than that of control, but not to time to first reproduction (A), peak reproduction (T), and life span (W). Among the time after organic fertilizer application treatment, except 0 day, there were no significant differences. All *Daphnia pulex* population dynamic parameters in 0 day after application treatment showed low response compared to 5 days after application because of water quality (ammonia, DO, and pH) deterioration. The best time to introduce *Daphnia pulex* after organic fertilizer application was 5 day.

Key words : *Daphnia pulex*, organic fertilizer, introducing time, deterioration.

1. Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru
2. Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

PENGANTAR

Cladocera, terutama *Daphnia*, seringkali dikultur dan diberikan sebagai pakan alami dalam kolam-kolam ikan. Karena selain sudah cukup dikenal, mudah dipelihara, juga cepat berkembang biak, dan memiliki nutrisi cukup tinggi (Ray *et al.*, 1991; Lovell, 1989). Peningkatan produksi *Daphnia* dapat dilakukan dengan pemupukan. Namun, pemberian pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan memburuknya kualitas air (Jana and Chakrabarti, 1993). Oleh karena itu, pemberian pupuk, terutama pupuk organik, dalam jumlah yang sesuai dan tepat waktu, sangat diperlukan.

Pada tahap awal pemberian pupuk organik, proses dekomposisi memerlukan oksigen dan menghasilkan karbondioksida dalam jumlah banyak. Hal ini akan menyebabkan perairan akan kekurangan oksigen terlarut dan keasamannya akan bertambah, sehingga akan mengurangi kelayakannya sebagai media hidup organisme akuatik. Kondisi lingkungan yang demikian akan diperburuk lagi dengan tingginya konsentrasi ion amoniak. Dengan demikian, penebaran *Daphnia pulex* yang terlalu awal akan berakibat kurang baik bagi kehidupan, kebugaran, dan perkembangan populasinya, dan penebaran yang terlalu lama akan mengurangi efisiensi waktu.

Percobaan dengan menggunakan pengamatan terhadap tabel kehidupan ditujukan untuk mengevaluasi respon populasi terhadap faktor-faktor lingkungan atau biologi yang mempengaruhi siklus hidup suatu organisme, dan merupakan sarana yang berdaya guna untuk menemukan pengaruh faktor-faktor biotik dan abiotik (Jana and Chakrabarti, 1993).

CARA PENELITIAN

Akuarium yang sudah dipersiapkan diberi tanah sampai setebal 3 cm dan pupuk organik sejumlah 0,263 kg.m⁻² atau sesuai dengan 2630 kg.ha⁻¹. Pupuk itu terdiri atas campuran kotoran ayam, kotoran sapi, jerami padi, dan pelepah pisang (*gedebog*), dalam perbandingan 1 : 1 : 1 : 1. Selanjutnya ditambahkan air PDAM dan air kolam sehingga volumenya menjadi 60 liter, sebagai media percobaan.

Lama perendaman pupuk organik sebelum *Daphnia pulex* ditebarkan sesuai dengan perlakuan yang diuji. Persiapan media percobaan ini waktunya diatur sedemikian rupa sehingga ketika percobaan dimulai dapat dilakukan pengamatan secara simultan.

Daphnia pulex yang sudah ada ditransfer ke dalam cawan petri

yang berisi air dan dilihat di bawah mikroskop untuk menyeleksi hewan-hewan yang sudah dewasa. Individu-individu dewasa dimasukkan kedalam tabung erlenmeyer (50 mL) dengan densitas 1 individu per tabung. Bagian mulut tabung ditutup dengan jaring plankton (*mesh size* 75 μm) yang diikat melingkari mulut tabung, dan selanjutnya dimasukkan kedalam akuarium. Pada tiap-tiap akuarium dimasukkan 1 tabung yang sudah berisi hewan uji itu.

Bilamana neonata sudah tampak, maka hewan itu segera diintroduksi ke dalam serangkaian tabung kultur baru, dengan densitas 10 neonata per tabung. Masing-masing tabung kemudian ditempatkan ke dalam akuarium pada masing-masing kelompok perlakuan.

Hewan-hewan uji yang berada dalam tabung kultur diamati setiap hari untuk mengumpulkan data tabel kehidupan. Hal itu dilakukan dengan cara mentransfer hewan itu dari tabung kultur ke cawan petri yang berisi air dan selanjutnya ditransfer dengan hati-hati ke dalam *Sedgwick Rafter counter* yang juga mengandung air sedikit. Setelah dilakukan pengamatan, hewan itu dikembalikan lagi ke tabung kultur untuk ditempatkan ke dalam akuarium sesuai dengan perlakuannya. Neonata yang dihasilkan dihitung dengan *direct enumeration* dan tidak ikut dimasukkan kembali ke dalam tabung kultur.

Pengamatan dilakukan setiap hari secara terus menerus untuk waktu yang tidak terbatas sampai seluruh hewan uji (kohor) di dalam tabung kultur mati. Pengamatan kualitas air dilakukan pada interval waktu 5 hari, yang meliputi parameter amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$), oksigen terlarut (DO), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), pH, suhu, dan kekeruhan (turbiditas). Di samping parameter fisika dan kimia di atas, juga dilakukan pengamatan terhadap fitoplankton untuk mengetahui species dan kemelimpahannya

Dalam percobaan ini digunakan 5 perlakuan, yaitu waktu penebaran *Daphnia pulex* 0, 5, 10, dan 15 hari setelah aplikasi pupuk organik serta Kontrol (tanpa menggunakan pupuk organik). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) (Cochran and Cox, 1957).

Data yang diamati adalah mortalitas dan natalitas *Daphnia pulex*. Data itu diperlukan untuk menyusun tabel kehidupan hewan uji. Di samping itu juga dikumpulkan data waktu reproduksi pertama kali (A), jumlah anak (S), *longevity* (W), usia pada puncak reproduksi (T), laju reproduksi bersih (R_b) dihitung dengan rumus:

$$R_0 = \sum_{x=0}^n l_x m_x$$

rata-rata waktu generasi (T_c) dihitung dengan rumus;

$$T_c = \sum X.l_x m_x / \sum l_x m_x$$

dan laju pertumbuhan intrinsik (r), dalam proses perhitungannya dilakukan secara iterasi, dengan rumus;

$$\sum e^{rx}.l_x.m_x = 1$$

l_x adalah probabilitas untuk hidup sampai usia x dan m_x adalah jumlah anak per betina antara usia x dan $x + 1$

Hipotesis diuji dengan ANOVA pada *level of significant* 0.05 dan 0.01. Uji perbandingan dua nilai rata-rata menggunakan uji Wilayah Berganda Duncan (DMRT). Selain itu dilakukan pula pengujian ortogonal polinomial dan analisis regresi (Gomez and Gomez, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelangsungan Hidup

Hasil penelitian memperlihatkan kelangsungan hidup (l_x) semakin menurun dengan bertambahnya waktu hidup, berbanding terbalik dengan laju kematian yang semakin bertambah. Dari data kelangsungan hidup *Daphnia pulex* dapat diplot kurva kelangsungan hidup seperti pada Gambar 1. Terlihat bahwa garis yang ditunjukkannya mengikuti pola jenis II. Kurva kelangsungan hidup berbentuk diagonal atau linear seperti itu menunjukkan bahwa laju mortalitas bersifat ajeg dan tidak tergantung pada usia (Krebs, 1978).

Usia Reproduksi Pertama Kali, Puncak Reproduksi dan Panjang Usia.

Dari Tabel 1 diketahui rerata waktu reproduksi pertama kali bervariasi, yang tercepat terjadi pada populasi *Daphnia pulex* yang dikultur pada perlakuan 5 dan 10, dan yang terlama pada perlakuan 0 hari dan Kontrol. Rerata pencapaian puncak reproduksi tercepat terjadi pada perlakuan 10 dan 15 dan terlama pada perlakuan 0 hari dan Kontrol.

Tabel 1. Rerata usia reproduksi pertama kali (A), puncak reproduksi (T) dan *longevity* (W), laju reproduksi bersih (R_0), rerata waktu generasi (T_c) dan laju pertumbuhan intrinsik (r) *Daphnia pulex*.

PERLAKUAN	A*	T*	W*	R_0	T_c	r
0 hari	6,50	11	50,00	07,97525	14,72845	0,167207
5 hari	5,25	9	57,50	19,75000	11,01002	0,322697
10 hari	5,25	6	51,25	10,85025	13,76644	0,241035
15 hari	5,50	6	46,00	06,85000	9,345764	0,228639
Kontrol	6,50	11	46,75	3,775000	20,30653	0,086212

* Satuan waktu yang dipakai adalah hari.

Rerata panjang usia pada perlakuan 5 hari setelah pemupukan adalah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan Kontrol. Pada Gambar 2 disajikan hubungan antara fekunditas dengan rentang hidup *Daphnia pulex* pada seluruh perlakuan dan Kontrol.

Meskipun usia reproduksi pertama kali, puncak reproduksi, dan panjang usia bervariasi, tetapi keragaman data itu ternyata tidak bermakna (ANOVA, $P > 0,05$) atau bukan disebabkan oleh pemberian pupuk organik dan perbedaan waktu aplikasi pupuk organik.

Laju Reproduksi Bersih

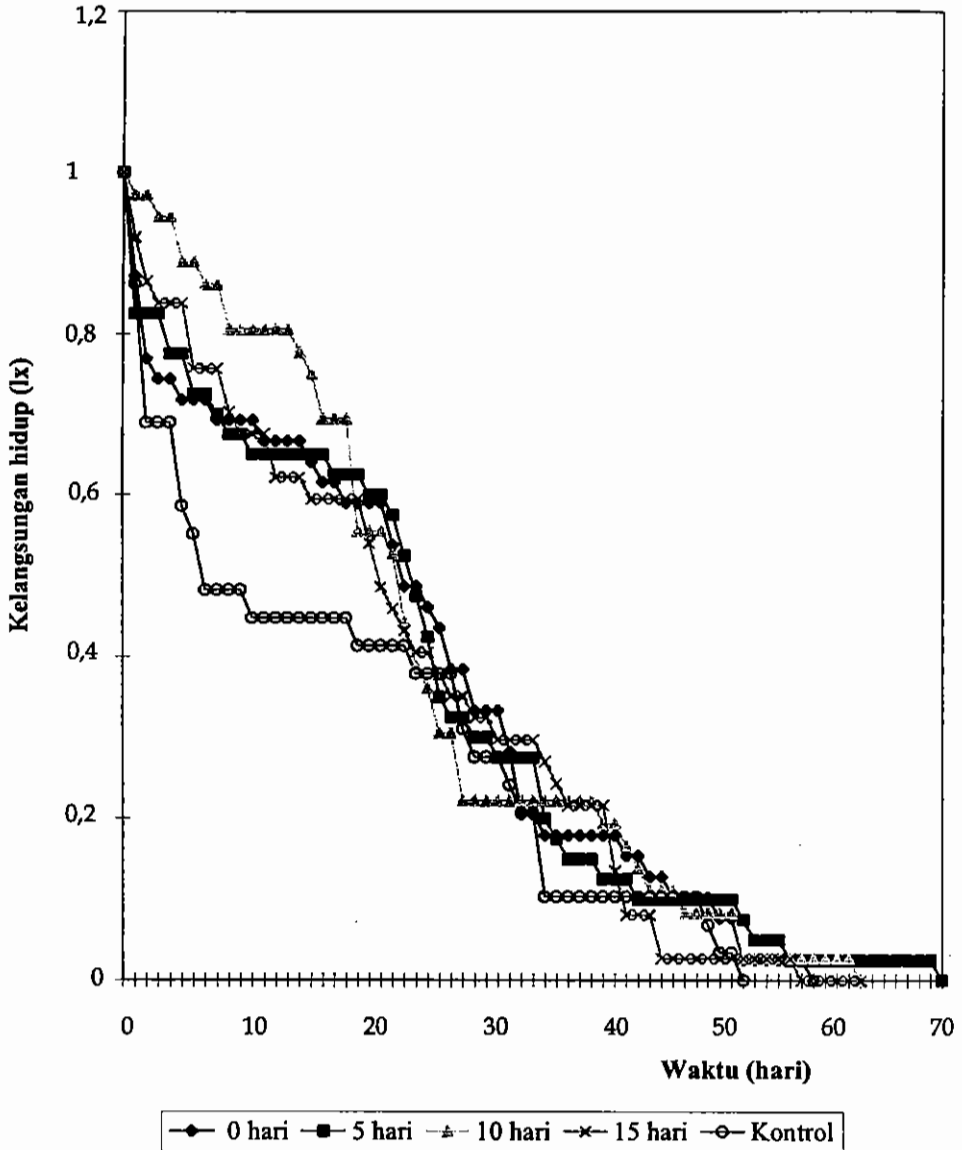
Dari seluruh satuan percobaan yang diamati diketahui rerata nilai R_0 berkisar antara 3,775 sampai 19,75 (Tabel 1). Tanggapan R_0 sebesar 3,775 dan 19,75 berarti populasinya mempunyai laju penggandaan 3,775 dan 19,75 kali selama 1 generasi.

Pengaruh perlakuan yang diberikan sangat nyata terhadap nilai R_0 (ANOVA, $P < 0,01$). Waktu penebaran 5 hari mempunyai nilai R_0 lebih tinggi daripada Kontrol dan waktu penebaran 15 hari, tetapi tidak lebih tinggi daripada waktu penebaran 0 dan 10 hari.

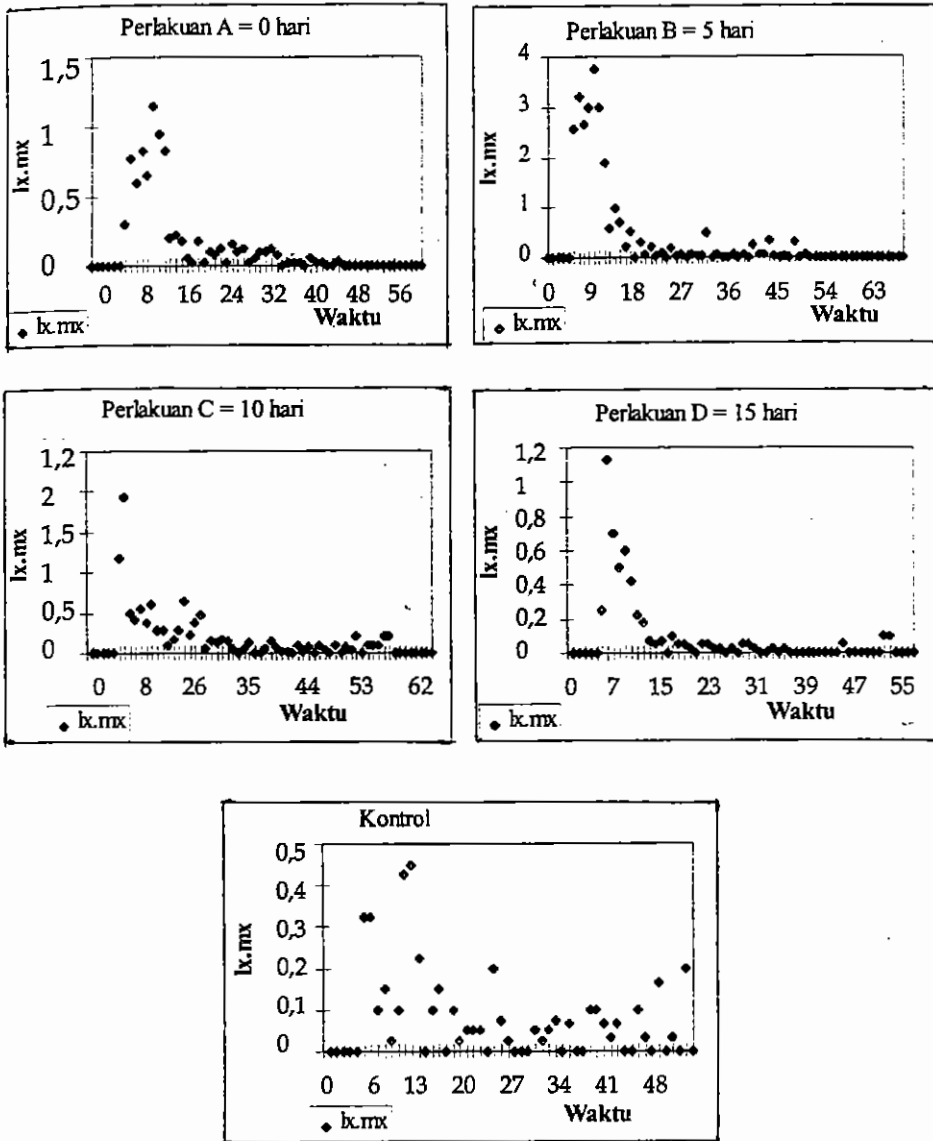
Waktu Generasi

Kisaran nilai T_c dalam penelitian ini adalah antara 8,122 - 29,1667 (Tabel 1). Rerata nilai T_c tertinggi ditemukan pada *Daphnia pulex* yang dikultur pada Kontrol (20,307) dan terendah pada *Daphnia pulex* yang ditebar 10 hari setelah aplikasi pupuk organik (B) (9,345764). Waktu generasi yang panjang pada Kontrol dan pendek pada perlakuan

B sangat berkaitan dengan nilai m_x dan l_x yang dihasilkan yang secara langsung menentukan nilai r .



Gambar 1. Kurva kelangsungan hidup *Daphnia pulex* pada seluruh perlakuan dan kontrol



Keterangan: T = Puncak Reproduksi
 A = Reproduksi Pertama kali
 W = Longevity

Gambar 2. Hubungan antara fekunditas dengan rentang hidup *Daphnia pulex* pada semua perlakuan

Pengaruh perlakuan sangat nyata (ANOVA, $P < 0,01$, terhadap rerata waktu generasi *Daphnia pulex* yang dikultur. Rerata waktu generasi *Daphnia pulex* pada Kontrol lebih panjang daripada perlakuan yang diberi pupuk organik sedangkan antara waktu penebaran tidak ada yang berbeda.

Laju Pertumbuhan Intrinsik

Laju pertumbuhan intrinsik (r) sebagai karakteristik statistik populasi *Daphnia pulex* diperoleh dari perhitungan tabel kehidupan laju fekunditas usia spesifik (Tabel 1). Nilai r yang diperoleh berkisar antara 0,0862 - 0,322697. Nilai terendah terjadi pada Kontrol dan tertinggi pada perlakuan 5 hari setelah aplikasi. Dengan demikian rerata laju pertumbuhan eksponensial harian pada Kontrol dapat diduga sebagai berikut yaitu $N_t = N_0 \cdot e^{(0,0862 \cdot t)}$ dan pada perlakuan B sebagai $N_t = N_0 \cdot e^{(0,322697 \cdot t)}$.

Secara statistik variasi nilai r yang ditemukan itu mempunyai beda yang sangat nyata (ANOVA, $P < 0,01$). Penebaran *Daphnia pulex* 5 hari setelah pemupukan memberikan nilai r lebih tinggi daripada Kontrol dan waktu penebaran 0 hari, tetapi tidak lebih tinggi daripada waktu penebaran 10 hari dan 15 hari setelah aplikasi pupuk organik. Garis regresi yang dihasilkannya adalah kuadrat ($Y = 0.1825 + 0.027236 X - 0.00169 X^2$) dengan nilai maksimum X sebesar 8.111.

Kualitas Air

Sebagai akibat dari aktivitas pemupukan maka terjadi perubahan kualitas air media kultur *Daphnia pulex* sejak dimulainya penelitian.

Berdasarkan pengamatan komunitas fitoplankton didominasi oleh species *Microcystus flosaqua*, *Dactyloccocopsis* sp., *Nitzschia closterium* dalam air akuarium dengan kepadatan yang bervariasi antara 0 - 1250 sel/L. Rerata kepadatan terendah terdapat pada Kontrol, yaitu 60 sel/L dan tertinggi pada perlakuan D (875 sel/L).

Aplikasi pupuk organik ke dalam media hidup *Daphnia pulex* telah memberikan perbedaan berarti terhadap lingkungan hidupnya, sehingga membentuk karakteristik tabel kehidupan dan potensi reproduksi *Daphnia pulex* yang bersifat khas pula. Lingkungan berpengaruh nyata terhadap peningkatan kelangsungan hidup dan fertilitas individu-individu yang hidup pada media yang diberi pupuk organik.

Kemelimpahan fitoplankton yang berkisar antara 0,625 - 0,875 juta

sel/m³, ditambah dengan detritus sebagai hasil dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai, serta kualitas air yang cocok memungkinkan individu-individu untuk hidup lebih baik dan menghasilkan keturunannya ketimbang tanpa diberi pupuk (kemelimpahan fitoplankton 0,063 juta sel/m³).

Produk dekomposisi, seperti oksigen terlarut yang semakin menurun dan amoniak yang meningkat menimbulkan tekanan yang bersifat sinergis terhadap reproduksi *Daphnia pulex* yang ditebar bersamaan dengan pemupukan, sehingga mempunyai nilai r (0,16707) yang secara nyata terkecil di antara perlakuan yang mendapat pupuk dengan rerata waktu generasi (14,72845 hari) terpanjang dan laju reproduksi bersih (7,97525) yang rendah. Fenomena ini membuktikan hipotesis yang sudah dibangun yaitu penebaran *Daphnia pulex* yang terlalu cepat akan menyebabkan laju pertumbuhan populasi berkurang yang disebabkan oleh memburuknya kualitas air akibat pembusukan bahan organik.

Ternyata memperlambat waktu penebaran menyebabkan potensi reproduksi *Daphnia pulex* meningkat, meskipun tidak linear. Selang waktu penebaran 5 hari setelah pemupukan mampu menimbulkan tanggapan pertumbuhan populasi yang lebih baik daripada penebaran bersamaan dengan waktu pemupukan dan cenderung lebih tinggi daripada 10 dan 15 hari setelah pemupukan. Kadar oksigen terlarut, amoniak, dan pH yang layak bagi *Daphnia pulex* diduga menjadi penyebabnya.

Berdasarkan hal tersebut di atas jelas bahwa daya dukung lingkungan dapat ditingkatkan dengan memberi selang waktu 5 hari bagi proses dekomposisi bahan organik untuk menyediakan hara yang dibutuhkan oleh fitoplankton, pasokan oksigen, dan pH yang cukup untuk kehidupan akuatik. Kondisi optimal ini dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya oleh populasi *Daphnia pulex* untuk memperbesar produksi anak pada saat awal masa reproduksi dan mempercepat waktu reproduksi pertama kali (5,25 hari). Anak yang lahir lebih awal akan lebih berharga daripada anak yang lahir kemudian, karena seekor anak yang lahir lebih awal akan menggambarkan fraksi yang lebih besar bagi ukuran populasi (Hasting, 1977; Keeton and Gould, 1986).

Memperpanjang waktu penebaran lebih daripada 5 hari ternyata masih dapat meningkatkan populasi *Daphnia pulex* asalkan jangan melebihi 8 hari. Bila melewati waktu itu laju pertumbuhan intrinsik akan menurun.

Penebaran *Daphnia pulex* 10 dan 15 hari setelah pemupukan menyebabkan populasi tidak mampu meningkatkan r dan R_0 -nya secara

berarti, yang diduga disebabkan oleh pengaruh meningkatnya kekeruhan sebagai akibat proses perombahan bahan organik yang berlangsung secara perlahan-lahan.

Semakin lama perendaman pupuk organik menyebabkan semakin meningkatnya kekeruhan. Air keruh yang disebabkan oleh senyawa organik terlarut diduga selain menyebabkan terhalangnya pandangan *Daphnia pulex* untuk mengambil dan menyeleksi makanan yang berkualitas baik (dugaan ini perlu dibuktikan lebih lanjut) juga mengganggu proses fotosintesis untuk memberikan produktivitas primer.

Dalam penelitian ini, sebagaimana juga ditunjukkan oleh hasil penelitian Hall (1964) dan Tessier (1986), meskipun kondisi lingkungan kurang baik, individu yang sudah berusia tua masih mampu menghasilkan telur, berukuran relatif lebih besar, tetapi dalam jumlah sedikit. Hutchinson (1967), mempostulasikan fenomena itu sebagai adaptasi di bawah kondisi lingkungan yang menimbulkan stress energetik (*energetically stressful conditions*) karena makanan lebih sedikit, telur-telur besar dihasilkan dengan mengorbankan ukuran *clutch* (jumlah telur yang dierami). Penelitian Tessier and Consolatti tahun 1991 dengan memberikan beberapa aras densitas makanan, menunjukkan terjadi peningkatan yang sangat besar pada ukuran *clutch* dan reproduksi *Daphnia pulex* dengan meningkatnya jumlah makanan. Namun, terdapat korelasi negatif antara ukuran anak dengan ketersediaan makanan pada aras sedang.

Hal menarik lain yang perlu dicermati dalam penelitian ini adalah beberapa neonata yang berkembang dari telur tersebut mati dan hancur ketika masih berada dalam rongga telur (*brood chamber*). Pertumbuhan embrionik umumnya terjadi hanya sampai fase perkembangan ke-6 (menurut pembagian Green, 1956 dalam Hutchinson, 1967).

Fenomena tersebut di atas dialami oleh *Daphnia pulex* yang dipelihara pada seluruh perlakuan dan Kontrol, tapi terjadi pada usia yang berbeda. Pada Kontrol, perlakuan 0 hari, 5 hari, 10 hari, dan 15 hari setelah aplikasi pupuk organik masing-masing terjadi setelah individu mencapai usia 7, 24, 16, 12, dan 10 hari. Diduga lingkungan hidup di luar tubuhnya tidak mendukung untuk sampai ke tahap perkembangan 7 dan 8, di samping kualitas telur yang dihasilkan juga kurang baik. Dugaan ini berdasarkan hasil penelitian Brett (1990), yang menunjukkan bahwa kualitas sumber daya tidak hanya mempengaruhi jumlah total telur yang dihasilkan *Daphnia*, tetapi juga kebugaran telur-telur itu.

KESIMPULAN

Penambahan pupuk organik dalam media kultur *Daphnia pulex* telah memperlihatkan karakteristik tabel kehidupan lebih baik daripada tanpa pupuk organik, yang dimanifestasikan dalam bentuk tingginya kelangsungan hidup, laju pertumbuhan intrinsik, laju reproduksi bersih, dan panjang generasi yang pendek. Penebaran *Daphnia pulex* 5 hari setelah aplikasi pupuk organik memperlihatkan tanggapan terbaik ketimbang waktu penebaran lainnya. Waktu penebaran maksimum bagi laju pertumbuhan intrinsik populasi *Daphnia pulex* adalah 8 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Birch, L.C., 1948. The Intrinsic Rate of Natural Increase of An Insect Population. *The Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Brett, M.T., 1990. An Experimental Analysis of Cladoceran Population Dynamics. ACTA Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science 297. Uppsala, Sweden.
- Cochran, W.G. and G.M. Cox, 1957. *Experimental Designs. Second Edition*. JMC. Press, Inc., Quezon City.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez, 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition. An Rice Research Institute Book. A Wiley-Interscience Publication. John International Wiley & Sons, New York.
- Hall, D.J., 1964. An Experimental Approach to the Dynamics of a Natural Population of *Daphnia galeata mendotae*. *Journal; Ecology*, 45. 94 - 112.
- Hastings, A., 1997. *Population Biology. Concepts and Models* Springer- Verlag, New York.
- Hutchinson, G.E., 1967. *A Treatise on Limnology*. Volume II: Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley and Sons. New York.
- Jana, B.B. and R. Chakrabarti, 1993. The Effect of Management Protocols for Juvenil Carp (*Cyprinus carpio*) Culture on Life History Responses of a Zooplankton Food Source, *Moina micrura* (Kurz.). *Journal; Aquaculture*, 110 (1993): 285 - 300.
- Keeton, W.T., and J.L. Gould, 1986. *Biological Science*. Fourth Edition. W.W. Norton & Company, New York.
- Krebs, C.J., 1978. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second Edition. Harper & Row Publishers. New York.
- Lovell, T., 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Ray, S.H., V.K Rajbanshi, W.H. Ho, J. Chew, and E.A. Yap, 1991. Culture of the Cladoceran *Moina micrura* Kurz Using Agroindustri Wastes. In: *Fish Nutrition Research in Asia. Proceedings of the Fourth Asian Fish Nutrition Workshop*: 135 - 141.

- Tessier, A.J., 1986. Comparative Population Regulation of Two Planktonic Cladocera (*Holopedium gibberum* and *Daphnia catawba*). *Journal Ecology*; 67(2): 285 - 302.
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnology*. Second Edition. Saunders College Publishing. Philadelphia.