

e/BDP
2002
024

PENGARUH WAKTU INOKULASI *Daphnia* sp. PADA MEDIA AIR YANG MENGANDUNG 9 g/L KOTORAN AYAM DAN 6,75 g/L TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KELIMPAHAN *Daphnia* sp.

a Hic cupa mitis IPB University

Oleh:
WIDODO DAROJATUN
C01497037

SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2002

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) dan merupakan hak milik IPB. Semua hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang keras untuk menyalin, mendistribusikan, atau memperjualbelikan dokumen ini tanpa izin tertulis dari IPB. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian pustaka IPB.

SKRIPSI

Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Inokulasi *Daphnia* sp. Pada Media Air Yang Mengandung 9 g/L Kotoran Ayam dan 6,75 g/L Tepung Tapioka Terhadap Kelimpahan *Daphnia* sp.

Nama Mahasiswa : Widodo Darojatun

Nomor Pokok : C01497037

Program Studi : Budidaya Perairan

Menyetujui:

I. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Kusman Sumawidjaja, M.Sc

II. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc
Pembantu Dekan I

Tanggal Lulus: 23 Mei 2002

RINGKASAN

Widodo Darajatun, C01497037. **Pengaruh Waktu Inokulasi *Daphnia* sp. Pada Media Air Yang Mengandung 9 g/L Kotoran Ayam dan 6,75 g/L Tepung Tapioka Terhadap Kelimpahan *Daphnia* sp.** Dibimbing oleh Dr. Ir. Kusman Sumawidjaja, M.Sc.

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui waktu penebaran *Daphnia* terbaik pada media yang mengandung 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka. Kotoran ayam merupakan bahan organik sumber nitrogen sedangkan tepung tapioka merupakan sumber karbon.

Percobaan dilakukan dari bulan November 2001 sampai dengan bulan Januari 2002 di Laboratorium Sistem dan Teknologi Budidaya Perairan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Media percobaan yang digunakan mengandung 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka. Hewan uji yang digunakan adalah *Daphnia* dewasa berukuran lebih dari 2 mm dengan padat penebaran 20 ekor/L. Semua wadah (satuan percobaan) diletakkan di dalam wadah besar yang terstabilisasi suhunya. Penebaran dilakukan pada hari ke-0, ke-6, ke-12, dan ke-18 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri.

Parameter yang diamati meliputi kelimpahan *Daphnia*, jumlah *Daphnia* yang mengandung epipium, kelimpahan bakteri planktonis, dan kualitas air. Pengamatan kualitas air dilakukan secara ek-situ. Penghitungan kelimpahan bakteri menggunakan metode cawan tuang (*plate count*).

Pada saat penebaran hari ke-0, kelimpahan rata-rata bakteri yang ada di dalam media adalah $8,32 \times 10^7$ cfu/mL, sedangkan untuk penebaran hari ke-12, dan ke-18 masing-masing adalah $3,33 \times 10^{10}$ cfu/L dan $2,00 \times 10^8$ cfu/L. Penebaran hari ke-6 tidak diukur. Suhu perairan berkisar antara 26,6°C sampai 27,9°C. Keasaman berkisar antara 7,46 sampai 9,59. Kelarutan oksigen berkisar antara 1,91 mg/L sampai 8,64 mg/L. Oksigen terlarut bernilai rendah sampai hari ke-6 setelah pemupukan, yaitu kurang dari 2,90 mg/L.



Kelimpahan *Daphnia* tertinggi terjadi pada penebaran hari ke-12 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri, rata-rata sebanyak 2237,8 individu/L. Penebaran pada hari ke-18 menghasilkan kelimpahan rata-rata sebanyak 1020,0 individu/L. Tidak ada perbedaan kelimpahan maksimum *Daphnia* antara penebaran hari ke-12 dan hari ke-18, sehingga waktu penebaran yang paling tepat adalah antara hari ke-12 dan hari ke-18.

Terdapat korelasi positif antara kelimpahan *Daphnia* (X) dan jumlah epipium (Y) dengan persamaan $Y = 0,0954X - 52,83$. Semakin tinggi kelimpahan *Daphnia*, epipium akan semakin banyak ditemukan.

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari Institut Pertanian Bogor. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian administrasi di alamat email: admin@ipb.ac.id

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Purbalingga pada tanggal 20 Juni 1979, anak pertama dari tiga bersaudara dari ayah bernama Sukirno dan ibu bernama Rusinah.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Panusupan 3 pada tahun 1991. Pada tahun 1994 penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Purbalingga. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMU Negeri 1 Purbalingga pada tahun 1997, penulis melanjutkan pendidikan tinggi ke Institut Pertanian Bogor pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan melalui jalur USMI (undangan seleksi masuk IPB).

Selama kuliah, penulis aktif pada beberapa organisasi kemahasiswaan dan non-kemahasiswaan, baik intrakampus maupun ekstrakampus, di antaranya KOMTI, KOPMARIKAN, IKAMAHAMAS, Resimen Mahasiswa, HIMAKUA, BEM-C, HIMAPIKANI, RMI-*The Indonesian Institute for Forest and Environment*, dan INSTY-*The Indonesian Institute of Science and Society*. Penulis juga berhasil meraih prestasi sebagai Juara I beregu Lomba Riset Perikanan dan Kelautan tingkat nasional pada tahun 2001, kemudian berhasil meraih predikat sebagai Mahasiswa Teladan III di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB pada tahun 2001. Untuk memperdalam wawasan di bidang budidaya perairan, penulis menjalani magang kerja di Laboratorium Kualitas Tanah dan Air, Balai Budidaya Air Payau, Jepara. Untuk menambah pengabdian terhadap aktivitas akademik, penulis menjadi asisten pada mata kuliah Fisiologi dan Tingkah Laku Larva pada tahun ajaran 2001/2002 program studi Teknologi Akuakultur, dan pada mata kuliah Teknik Budidaya Air Tawar pada tahun ajaran 2001/2002 dan Dasar-Dasar Budidaya Perairan pada tahun yang sama di program Diploma III, Teknologi Reproduksi Ikan.

Untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, penulis menyusun skripsi hasil

percobaan dengan judul “Pengaruh Waktu Inokulasi *Daphnia* sp. Pada Media Air Yang Mengandung 9 g/L Kotoran Ayam dan 6,75 g/L Tepung Tapioka Terhadap Kelimpahan *Daphnia* sp.” di bawah bimbingan Dr. Ir. Kusman Sumawidjaja, MSc.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmatNya kepada seluruh ummatNya di jagat raya. Manusia yang diturunkan sebagai khalifah dituntut untuk mampu memanfaatkan sumber daya alam yang diberikanNya. Pemanfaatan haruslah ditekankan untuk kemaslahatan manusia.

Di bidang perikanan, organisme perairan merupakan objek kajian yang terus mendapat perhatian. Pemanfaatan organisme perairan telah meningkat sebagaimana peningkatan kebutuhan masyarakat. Kelebihannya sebagai penyedia protein seimbang merupakan alasan bagi para peneliti untuk selalu mengkaji potensi organisme perairan, ikan.

Daphnia sebagai salah satu organisme perairan yang selama ini digunakan sebagai pakan alami, telah mengalami pengembangan fungsi, yaitu sebagai filter biologis dalam penjernihan suatu perairan. Usaha-usaha untuk meningkatkan produksi *Daphnia* terus dilakukan. Disesuaikan dengan kebutuhan pakan *Daphnia*, segala bentuk media diteliti kecocokannya untuk memproduksinya. Pakan terbaik untuk *Daphnia* adalah bakteri. Dengan demikian perlu suatu penelitian yang menghubungkan antara jenis media, pertumbuhan bakteri, dan pertumbuhan *Daphnia*.

Kotoran ayam dan tepung tapioka merupakan bahan baku yang murah yang dapat digunakan untuk menumbuhkan bakteri. Kandungan nitrogen yang tinggi pada kotoran ayam dan kandungan karbon yang tinggi pada tepung tapioka merupakan kombinasi yang baik untuk menyediakan media tumbuh bakteri di dalam kegiatan kultur *Daphnia*.

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui waktu penebaran *Daphnia* terbaik dalam media dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka. Saya menyadari akan berbagai kekurangan di dalamnya.

Untuk itu saya menerima berbagai kritik maupun saran yang membangun dem. hasil yang lebih baik.

Bogor, Mei 2002
Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT atas segala petunjuk-Nya dan Yang telah mengizinkan saya menyelesaikan penulisan skripsi berjudul "Pengaruh Waktu Inokulasi *Daphnia* sp. Pada Media Air Yang Mengandung 9 g/L Kotoran Ayam dan 6,75 g/L Tepung Tapioka Terhadap Kelimpahan *Daphnia* sp." dengan baik.

Penyelesaian skripsi ini telah melibatkan banyak pihak. Untuk itu saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan Bapak yang saya hormati atas segala pengorbanan besarnya,
2. Adik-adik saya yang membuat saya selalu berpikir untuk menjalani hidup lebih gesit,
3. Bapak Dr. Ir. Kusman Sumawidjaja, MSc atas kesediaan dan kearifannya dalam membimbing saya sehingga skripsi ini terselesaikan,
4. Bapak Dr. Ir. Agus Oman Sudrajat, M.Sc yang bersedia menjadi penguji pada ujian skripsi saya,
5. Pak Odang yang dengan kata-katanya membuat saya merasa percaya diri, Ibu Widanarni dan Pak Irzal yang bersedia menerima konsultasi ilmiah dari saya,
6. Pak Ranta, Jajang, Wasjan, dan Mbak Lina yang telah memudahkan saya menggunakan alat-alat laboratorium, serta Aulia dengan kebaikannya merelakan peralatan ujinya sebagai jaminan kecelakaan praktek,
7. Pak Rohmat dan Mas Asep atas kesediaannya mengantarkan draft saya,
8. Catur, Dedi, Heni, dan Cece yang selalu sabar bekerja sama selama penelitian,
9. Pogot, Indah, Ari, Adi F, Doni, dan Jason atas bantuannya dalam pengamatan bakteri. Kepada Pogot, Dedi, dan Chacha, saya ucapkan terima kasih atas kesediaannya meminjamkan komputer,
10. Linda dan Anis yang telah meminjamkan buku dan memberikan konsultasi statistika,



11. Tri Harso, Rina, Ela, Eno, Linda, Rahmat, Budi, dan Eka Gandara atas kesediaannya menerima konsultasi ilmiah dari saya,
12. Pak Suseno yang selalu memberikan motivasi dan pencerahan akan masa depan yang lebih baik,
13. Kusdiantoro, Amin, Ipung, Darwin, dan Widar yang selalu setia berjuang bersama menggapai masa depan,
14. Pak Catur, Pak Marwan, Mbak Asih, Mbak Susi, Akh Surono, dan Himawan yang telah memberikan saya lingkungan yang baik untuk menjalani perjuangan hidup yang nyata,
15. Warga Al-Quds yang bersedia menerima saya untuk menjadi PGT,
16. Resti Widiyati yang telah memberikan perhatiannya, dan
17. Teman-teman saya di BDP'34 dan RMI-*The Indonesian Institute for Forest and Environment* yang dengan dinamika hidupnya telah membuat saya semakin dewasa, serta
18. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak.

Semoga mereka mendapat hidayah dari Allah SWT dan mendapatkan balasan yang berlipat dari-Nya atas segala perbuatannya.

DAFTAR ISI

RINGKASAN iii

RIWAYAT HIDUPv

KATA PENGANTARvii

UCAPAN TERIMA KASIHix

DAFTAR TABELxiii

DAFTAR GAMBARxiv

DAFTAR LAMPIRANxv

I. PENDAHULUAN1

 1.1 Latar belakang 1

 1.2 Tujuan2

II. TINJAUAN PUSTAKA3

 2.1 *Daphnia* 3

 2.1.1 Biologi *Daphnia* 3

 2.1.2 *Daphnia* secara ekologis 4

 2.1.3 Pakan dan kebiasaan makan *Daphnia* 6

 2.1.4 Rasio karbon:nitrogen pada *Daphnia* 6

 2.1.5 Reproduksi *Daphnia* 6

 2.2 Bakteri 7

 2.2.1 Biologi bakteri 7

 2.2.2 Rasio karbon:nitrogen terhadap pertumbuhan bakteri 8

 2.3 Pupuk organik9

 2.3.1 Kotoran ayam 9

 2.3.2 Tepung tapioka9

 2.4 Kualitas air 10

 2.4.1 Oksigen terlarut10

 2.4.2 Amonia 12

 2.4.3 Alkalinitas 12

 2.4.4 Keasaman 13

 2.5 Epipium dan produktivitas *Daphnia* 13

III. BAHAN DAN METODE 15

 3.1 Tempat dan waktu percobaan 15

3.2	Penyiapan benih <i>Daphnia</i>	15
3.3	Penyiapan media pemeliharaan	15
3.4	Perancangan perlakuan percobaan	16
3.5	Pengamatan	17
3.4.1	<i>Daphnia</i>	17
3.4.2	Penghitungan bakteri	17
3.4.3	Pengukuran peubah fisika dan kimia air	18
3.6	Rancangan percobaan	18
3.7	Analisis data	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Hasil	20
4.1.1	Kelimpahan <i>Daphnia</i>	20
4.1.2	Kelimpahan bakteri	21
4.1.3	Kualitas air	21
4.2	Pembahasan	22
4.2.1	Media pemeliharaan <i>Daphnia</i>	22
4.2.2	Produktivitas <i>Daphnia</i>	24
4.2.3	Keberadaan epipium sebagai indikator biologis	26
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1	Kesimpulan	28
5.2	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA	29
	LAMPIRAN	32



DAFTAR TABEL

1. Persentase karbon dan nitrogen dan efisiensi asimilasi karbon (persentase konversi karbon substrat menjadi karbon mikroba)	9
2. Komposisi kimia pati tapioka per 100 gram bahan	10
3. Pengaruh kelarutan oksigen terhadap organisme perairan tropis	11
4. Cara, alat, dan frekuensi penentuan nilai-nilai fisika dan kimia air	18
5. Kelimpahan bakteri pada saat penebaran <i>Daphnia</i> (cfu/mL).....	21
6. Kualitas air pada hari ke dua setelah penebaran <i>Daphnia</i>	21

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan merupakan hak cipta IPB University. Tidak diperbolehkan untuk menyalin, mendistribusikan, atau melakukan tindakan lain yang melanggar hukum tanpa izin tertulis dari IPB University.



DAFTAR GAMBAR

1.	Morfologi <i>Daphnia retrocurva</i> menurut Balcer et al. (1984)	3
2.	Skema proses kematian <i>Daphnia</i>	5
3.	Kurva disosiasi oksihemoglobin	11
4.	Pengaruh pH terhadap ikan di kolam	13
5.	Sketsa instalasi percobaan	16
6.	Kelimpahan <i>Daphnia</i> selama percobaan	20

Hal Cetak: Hibridologi, Universitas Linceum
 1. Diakses melalui: <http://www.balcer.com>
 2. Diakses melalui: <http://www.daphnia.com>
 3. Diakses melalui: <http://www.daphnia.com>
 4. Diakses melalui: <http://www.daphnia.com>
 5. Diakses melalui: <http://www.daphnia.com>
 6. Diakses melalui: <http://www.daphnia.com>

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Kelimpahan <i>Daphnia</i> dan epipium pada media air dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka setelah inokulasi <i>Daphnia</i> (individu/L)	32
2.	Analisis ragam waktu kelimpahan puncak <i>Daphnia</i> setelah inokulasi bakteri (hari ke-).....	42
3.	Analisis ragam waktu kelimpahan puncak <i>Daphnia</i> setelah inokulasi <i>Daphnia</i> (hari ke-)	43
4.	Analisis ragam kelimpahan puncak <i>Daphnia</i> (individu/L)	44
5.	Kelimpahan bakteri pada media pemeliharaan <i>Daphnia</i> (cfu/mL)	45
6.	Kualitas air media pemeliharaan <i>Daphnia</i> setelah inokulasi <i>Daphnia</i>	46
7.	Kualitas media dan tingkah laku <i>Daphnia</i> pada saat penebaran	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pakan alami banyak menentukan keberhasilan usaha pembenihan ikan mengingat kandungan gizinya yang seimbang. *Daphnia magna* merupakan salah satu jenis zooplankton yang mampu memberikan peran cukup penting dalam kegiatan pembenihan ikan sebagai pakan alami. Ukuran *Daphnia* juga sangat bervariasi sehingga dapat digunakan sebagai pakan ikan pada berbagai stadia, bergantung kepada ukuran bukaan mulut pemangsa.

Dengan kelebihanannya mempunyai enzim-enzim pencernaan seperti protease, amilase, lipase, dan selulase, *Daphnia* dapat berfungsi sebagai eksoenzim di usus juvenil ikan (Delbare dan Dhert, 1996) sehingga dapat membantu pencernaan juvenil ikan. Hal ini akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pencernaan ikan sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan. Pada pengujian oleh Haryati (1995), larva ikan gurami (*Osphromenus gouramy Lac.*) yang diberi pakan berupa artemia dengan penambahan *Daphnia* mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tanpa penambahan *Daphnia*.

Daphnia juga mempunyai tingkat reproduksi yang cepat. Sifatnya yang non-selektif filter feeder (Delbare dan Dhert, 1996) akan memudahkan proses pembudidayaan dalam skala masal, sehingga menjadi nilai tambah bagi berpotensi *Daphnia* sebagai pakan ikan. *Daphnia* menyeleksi pakannya berdasarkan ukurannya saja (Dinges, 1973; Delbare dan Dhert, 1996). Bayly et al. (1967) menyebutkan bahwa *Daphnia* dapat dibudidayakan hanya dengan menggunakan bakteri saja sebagai pakannya. Hal ini diperkuat juga dengan pernyataan BPPP (1990) bahwa *Daphnia* akan tumbuh baik dengan menggunakan bakteri sebagai pakannya.

Untuk menumbuhkan bakteri diperlukan media dengan kandungan bahan organik tinggi dan mempunyai komposisi yang sesuai dengan kebutuhan bakteri. Karbon dan nitrogen merupakan unsur penentu bagi

pertumbuhan bakteri. Karbon berfungsi sebagai sumber energi sedangkan nitrogen berfungsi sebagai unsur pembentuk protoplasma. Untuk itu diperlukan rasio karbon:nitrogen yang sesuai sehingga diperoleh pertumbuhan bakteri optimum. Menurut Avnimelech (1999), rasio karbon:nitrogen tertentu mampu menumbuhkan bakteri secara optimal.

Untuk memperoleh media pemeliharaan dengan rasio karbon:nitrogen yang optimum bagi pertumbuhan bakteri serta dapat ditumbuhi *Daphnia*, dapat digunakan campuran antara kotoran ayam dan tepung tapioka. Kotoran ayam merupakan bahan buangan metabolisme ayam yang banyak mengandung nitrogen sedangkan tepung tapioka merupakan bahan yang kaya akan karbon. Pada percobaan Juhaeni (inprep.), media air dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka mampu menumbuhkan bakteri yang memuncak pada hari ke-19.

Untuk memperoleh laju pertumbuhan populasi *Daphnia* yang tinggi perlu dilakukan penebaran pada waktu yang tepat. Penebaran harus disesuaikan dengan populasi bakteri, sebagai pakan *Daphnia*, yang ada di air media. Mengingat adanya perbedaan jumlah bakteri pada waktu yang sama di dalam media yang berbeda maka perlu dilakukan penelitian mengenai waktu yang tepat untuk inokulasi *Daphnia* pada setiap media.

1.2 Tujuan

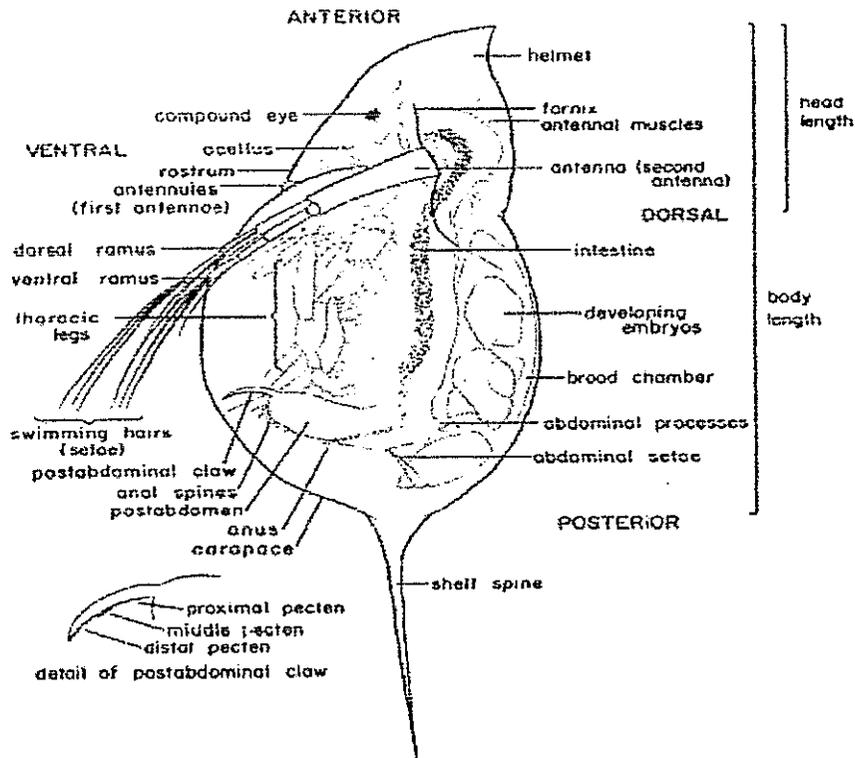
Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui waktu penebaran *Daphnia* terbaik dalam media dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Daphnia*

2.1.1 Biologi *Daphnia*

Daphnia merupakan salah satu anggota dari ordo Cladocera yang biasa juga disebut dengan kutu air (Pennak, 1989; Siregar, 1996). Fox (1994) menyebutkan bahwa Cladocera mempunyai ukuran 0,2-6 mm. Menurut Pennak (1989), *Daphnia* berukuran 500-1000 mikron, namun dalam Dinges (1973), *Daphnia similis* dan *Daphnia pulex* digambarkan berukuran 3 mm (3000 mikron). Secara umum, struktur tubuh *Daphnia* dapat dilihat pada Gambar 1. *Daphnia* mencerna pakannya melalui mulut, kemudian melewati torak bagian dorsal, lalu melalui postabdomen, dan berakhir di anus pada bagian ujung postabdomen (Fox, 1994). Bagian saluran pencernaan yang terisi dengan fitoplankton akan terlihat kehijauan atau kecoklatan.



Gambar 1. Morfologi *Daphnia retrocurva* menurut Balcer et al. (1984)

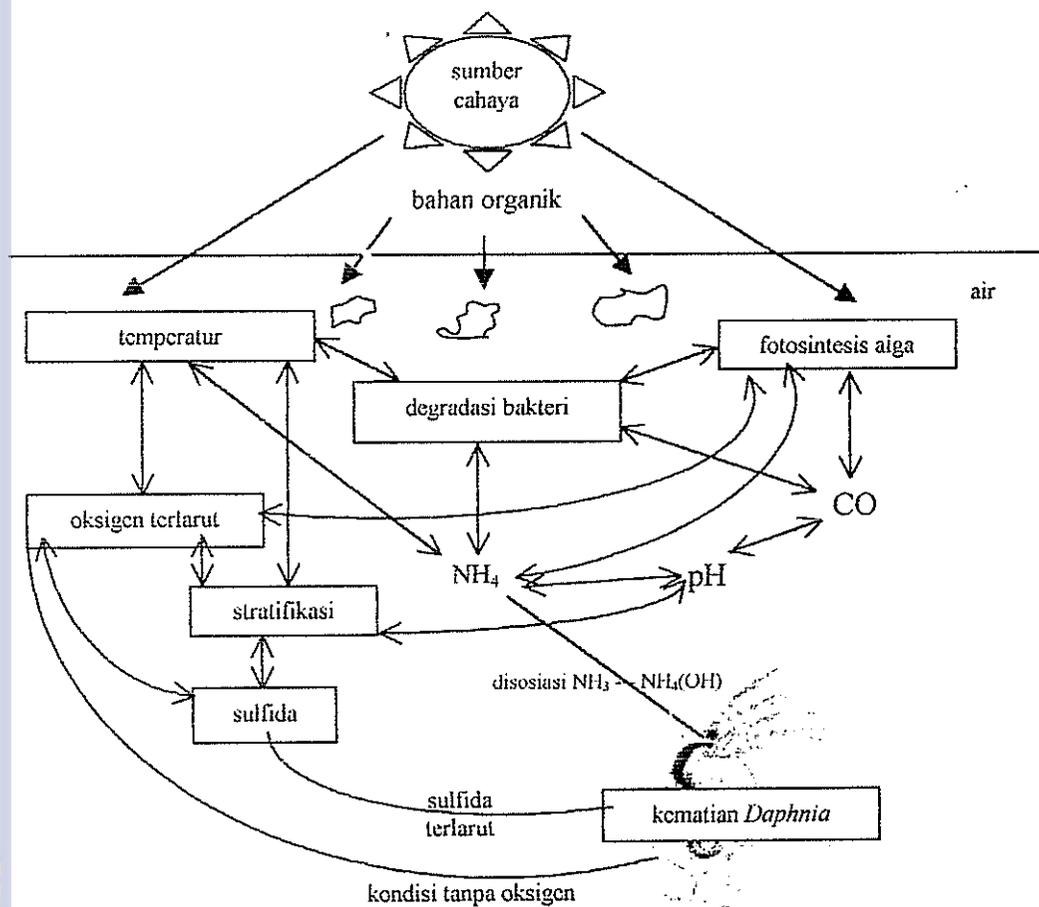
Individu betina mempunyai sebuah kantung pengeraman yang luas, terletak di bawah karapas dorsal (Gambar 1). Kantung pengeraman ini merupakan tempat di mana telur berkembang menjadi embrio lalu menjadi juvenil *Daphnia* (Fox, 1994). Di kantung pengeraman ini dapat ditemui dua jenis telur, yaitu telur partenogenesis yang mempunyai kuning telur kecil dan telur seksual yang mempunyai kuning telur besar. Beberapa telur seksual dilindungi oleh sebuah lapisan kutikula yang disebut epipium. Epipium dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim. Epipium dapat terapung atau tenggelam, bergantung kepada spesiesnya.

2.1.2 *Daphnia* secara ekologis

Daphnia merupakan zooplankton yang tidak banyak pesaingnya. *Daphnia* akan menekan zooplankton lainnya yang mempunyai ukuran yang lebih kecil (Jack dan Gilbert, 1994). Di alam, *Daphnia* mampu mengubah kestabilan komunitas bakteri (Massana et al. 1994). Namun demikian ada beberapa faktor pembatas yang dapat mengakibatkan kematian *Daphnia* (Dinges, 1973), antara lain: (1) tidak adanya oksigen terlarut, (2) senyawa sulfida terlarut yang toksik, dan (3) disosiasi amonia menjadi bahan-bahan beracun akibat dari naik turunnya keasaman dan suhu perairan. Hubungan antarfaktor tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Pada kondisi sebenarnya terdapat kompleksitas yang lebih tinggi.

Cahaya sebagai faktor terbesar kehidupan mempunyai dampak terhadap kehidupan *Daphnia*. Lamanya waktu terang dan waktu gelap akan mempengaruhi suhu perairan yang pada akhirnya akan mempengaruhi kehidupan *Daphnia*. Fluktuasi tersebut biasa terjadi di daerah-daerah bermusim empat sedangkan untuk daerah tropis, fenomena tersebut tidak terjadi. Populasi *Daphnia* sangat menurun ketika durasi cahaya sinar matahari minimum. Peningkatan suhu sampai batas tertentu akan meningkatkan populasi *Daphnia* secara langsung (Dinges, 1973). Terdapat tiga respon *Daphnia* terhadap cahaya yaitu fototaksis positif, negatif, dan intermediet (Meester, 1994).

Oksigen terlarut merupakan parameter penting bagi *Daphnia*. Namun demikian, *Daphnia* masih mampu hidup baik pada perairan dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah dan bahkan mampu hidup beberapa saat tanpa adanya oksigen. Untuk beberapa kali *Daphnia* akan bergerak menuju permukaan perairan untuk mengambil oksigen. Bila *Daphnia* hidup pada perairan yang kaya akan fitoplankton dan mengkonsumsi fitoplankton tersebut maka gelembung oksigen dalam sel fitoplankton akan mengisi usus *Daphnia* dan akan mengakibatkan *Daphnia* terapung sehingga pada akhirnya mati. Namun kondisi seperti ini jarang ditemui (Dinges, 1973). Untuk pembudidayaannya diperlukan oksigen dengan kelarutan lebih atau sama dengan 6,0 mg/L.



Gambar 2. Skema proses kematian *Daphnia*

2.1.3 Pakan dan kebiasaan makan *Daphnia*

Bayly et al. (1967) menyebutkan bahwa *Daphnia* mempunyai sifat *non-selective feeder*. *Daphnia* menseleksi pakannya berdasarkan ukurannya saja (Dinges, 1973; Delbare dan Dhert, 1996), bukan berdasarkan rasanya (Delbare dan Dhert, 1996). Hanya pakan yang berukuran kecil saja yang dikonsumsi (Delbare dan Dhert, 1996). Bahan tersuspensi yang berkonsentrasi tinggi juga dapat bercampur dengan partikel pakan dan akhirnya termakan *Daphnia* (Dinges, 1973; Delbare dan Dhert, 1996). Untuk itu, *Daphnia* menyukai perairan yang mengandung bahan organik tersuspensi (Russel-Hunter, 1979). *Daphnia* juga dapat dibudidayakan hanya dengan menggunakan bakteri saja sebagai pakannya (Bayly et al. 1967; Russel-Hunter, 1979). Akan tetapi, satu sel bakteri mempunyai ukuran yang terlalu kecil untuk dimangsa oleh zooplankton, seperti rotifera, apalagi *Daphnia*. Bakteri memungkinkan untuk dimangsa *Daphnia* apabila menempel pada detritus atau membentuk koloni sehingga berukuran relatif besar (Hino dan Yu, 1991). Nutrien dalam sel bakteri selalu seimbang karena dalam perkembangannya, bakteri tidak mengalami diferensiasi sel seperti halnya makhluk hidup tingkat tinggi. Untuk itulah bakteri menjadi pakan yang baik bagi zooplankton.

Tingkat konsumsi *Daphnia* dipengaruhi oleh suhu perairan (Bliss et al. 1983). Faktor-faktor lain yang mempengaruhi tingkat konsumsi *Daphnia* adalah konsentrasi pakan, intensitas dan kualitas cahaya, serta keasaman.

2.1.4 Rasio karbon:nitrogen pada *Daphnia*

Pada *Daphnia*, rasio karbon:nitrogen dalam tubuhnya merefleksikan umur dari *Daphnia* tersebut. Nilai rasio tertinggi terjadi pada sesaat setelah *Daphnia* keluar dari induknya (Manca et al. 1994).

2.1.5 Reproduksi *Daphnia*

Daphnia bereproduksi dengan dua cara, yaitu secara seksual dan partenogenesis. Reproduksi secara partenogenesis dapat ditemui hampir di

semua kawasan sepanjang tahun dan hanya menghasilkan individu betina (Pennak, 1989). Telur akan matang dengan sendirinya di organ ovarium yang kemudian secara tidak bersamaan akan masuk ke kantung pengeraman (*brood chamber*) melalui oviduk. Jumlah telur sangat bervariasi bergantung kepada kondisi lingkungan dan jenis *Daphnia*. Jumlah telur berkisar antara 2-40 butir, namun biasanya berkisar antara 10-20 butir. Telur partenogenesis tersebut matang di kantung pengeraman dan menetas menjadi *Daphnia* dengan bentuk yang sama dengan induknya. *Daphnia* dapat tumbuh dari fase naupli sampai fase dewasa melalui 4-5 kali molting. Pada suhu 10°C, *Daphnia* membutuhkan waktu 11 hari untuk menjadi dewasa dan 2 hari pada suhu 25°C (Delbare dan Dhert, 1996)

Di kawasan yang bermusim empat, ketika musim semi tiba, *Daphnia* akan ditemui dalam jumlah sedikit. Kebanyakan daripadanya berkelamin jantan yang telah mampu melewati musim dingin atau karena baru menetas dari telur dorman. Sistem reproduksi akan dimulai kembali ketika suhu perairan mencapai 6 hingga 12°C.

Tingkat reproduksi *Daphnia* juga dipengaruhi oleh jumlah pakan (Bliss et al. 1983). Lampert (1978) dalam Bliss et al. (1983) menyebutkan bahwa produksi telur *Daphnia* (kelompok *longispina*) menurun ketika jumlah pakan kurang dari 0,2 mg karbon/L dan meningkat serta stabil ketika konsentrasi pakan 0,7 mg karbon/L.

2.2 Bakteri

2.2.1 Biologi bakteri

Bakteri mampu hidup pada berbagai kondisi lingkungan (kosmopolit), bergantung kepada jenis bakterinya. Hal ini dapat dilihat dari berbagai macam tipe bakteri berdasarkan kemampuan fisiologisnya seperti psikrofil, mesofil, termofil, aerob, anaerob, anaerob fakultatif, mikroaerofil, autotrof, heterotrof, kemoautotrof, halofil, dll. Namun ada kondisi optimum di mana

bakteri akan tumbuh dengan baik¹, misalnya pH, kebanyakan bakteri akan tumbuh optimum pada pH 6,5-7,5 (Pelczar dan Chan, 1988) sedangkan suhu pertumbuhan optimum bakteri adalah suhu yang memungkinkan bakteri tumbuh dalam waktu singkat yaitu 12-24 jam (Pelczar dan Chan, 1988).

2.2.2 Rasio karbon:nitrogen terhadap pertumbuhan bakteri

Mengontrol kandungan nitrogen anorganik di dalam suatu sistem akuakultur dapat dilakukan dengan memanipulasi rasio karbon:nitrogen (Avnimelech, 1999). Penambahan karbohidrat sebagai sumber karbon merupakan cara yang cukup efektif untuk mereduksi kandungan nitrogen anorganik di dalam suatu sistem akuakultur yang dijalankan secara intensif.

Semua bentuk kehidupan, dari mikroorganisme sampai pada manusia, mempunyai persamaan dalam hal persyaratan nutrisi tertentu dalam bentuk zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan fungsinya secara normal (Pelczar dan Chan, 1986).

Tidak seperti tumbuhan yang menggunakan nitrogen dalam bentuk garam-garam nitrogen anorganik saja, atau hewan yang hanya menggunakan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrogen organik seperti protein dan derivatnya, kemampuan bakteri mempunyai kisaran yang sangat luas. Beberapa jenis bakteri menggunakan nitrogen atmosferik, dan yang lain membutuhkan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrogen organik (Pelczar dan Chan, 1986). Demikian juga dengan kebutuhan akan karbon. Bakteri membutuhkan karbon dalam jumlah tertentu. Pemenuhannya dapat menggunakan karbon organik maupun karbon anorganik (Pelczar dan Chan, 1986).

Nutrisi yang dibutuhkan bakteri berbeda-beda jumlahnya. Demikian pula dengan karbon dan nitrogen. Biasanya untuk memudahkan, komposisi karbon dan nitrogen disebut rasio C/N. Disebutkan oleh RWSJ (2000) bahwa

¹ Istilah *pertumbuhan* umum digunakan untuk bakteri dan mikroorganisme lain dan biasanya mengacu pada perubahan di dalam hasil panen sel (pertambahan total massa sel) dan bukan perubahan individu organisme.

rasio C/N optimum untuk pengomposan adalah 10, namun kestabilan diperoleh pada rasio 30. Pada rasio 10, aktivitas bakteri meningkat begitu cepat sehingga akhirnya membunuh diri sendiri, sedangkan pada rasio 30, bakteri tetap tumbuh tanpa adanya kematian atau peluruhan. Bakteri sendiri mempunyai komposisi karbon dan nitrogen tertentu (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase karbon dan nitrogen dan efisiensi asimilasi karbon (Persentase konversi karbon substrat menjadi karbon mikroba)

Mikroba	Persentase bobot kering (%)		Efisiensi asimilasi karbon
	C	N	
Bakteri anaerob	50	10	2-5
Bakteri aerob	50	10	5-10
<i>Actinomycetes</i>	50	10	15-30
Fungi	50	5	30-40

Sumber: Boyd, (1982).

2.3 Pupuk organik

2.3.1 Kotoran ayam

Kotoran ayam mempunyai kadar hara dan bahan organik yang tinggi serta kadar air yang rendah. Besar kecilnya kandungan hara yang terdapat dalam kotoran ayam bergantung kepada kadar air, jenis ayam, dan jenis pakan ayam. Menurut U.K Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food (1976) dalam Gunawan (1998) kotoran ayam mempunyai kandungan hara yang lebih tinggi daripada pupuk kandang lain terutama unsur N, P dan bahan organik. Unsur hara pada kotoran ayam meliputi 5,0% N, 4,0% CaO, 3,0% P₂O₅, 2,0% SO₄ dan 1,0% MgO (Ignatieff dan Page, 1958 dalam Gunawan, 1998).

2.3.2 Tepung tapioka

Tapioka adalah pati yang berasal dari hasil ekstraksi umbi ketela pohon (*Manihot utilissima* Pohl) yang telah mengalami pencucian dan pengeringan (Haryanto dan Pangloli, 1991 dalam Wikantiasi, 2001).

Komponen terbesar pati adalah karbohidrat (Tabel 2). Bentuk granula pati bulat telur yang ujungnya terpotong. Besar granula berkisar antara 3-35 mikron (Ruddle et al. 1976 dalam Wikantiasi, 2001).

Tabel 2. Komposisi kimia pati tapioka per 100 gram bahan

Komponen	Satuan	Jumlah
Kalori	kcal	362
Air	g	11
Karbohidrat	g	86,9
Protein	g	0,5
Lemak	g	0,5
Fosfor	mg	125
Kalsium	mg	84
Besi	mg	1

Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan (1981) dalam Wikantiasi (2001)

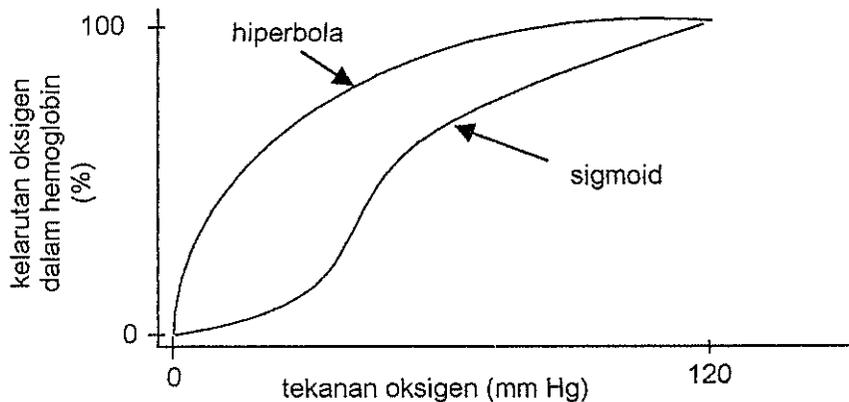
2.4 Kualitas air

2.4.1 Oksigen terlarut

Oksigen terlarut merupakan faktor penentu dalam budidaya ikan secara intensif. Keberhasilan suatu usaha budidaya ditentukan oleh berhasil tidaknya mengatasi masalah rendahnya kelarutan oksigen di dalam air. Kelarutan oksigen di air akan menjelaskan tentang proses biologis dan biokimia yang terjadi di dalam air (Wetzel dan Likens, 1979). Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh suhu, tekanan, dan konsentrasi ion-ion di dalam air. Oksigen mempunyai kelarutan terbesar di air pada suhu 0°C dan akan menurun seiring dengan naiknya suhu (Boyd, 1982).

Konsumsi oksigen oleh ikan melalui hemoglobin ditentukan oleh tekanan oksigen (Boyd, 1982). Jika tekanan oksigen di air lebih tinggi daripada tekanan oksigen di insang maka oksigen akan terikat oleh hemoglobin dan akan masuk ke dalam tubuh ikan. Di dalam tubuh, sel-sel dalam jaringan akan mengkonsumsi oksigen pada saat tekanan oksigen di

dalam sel lebih rendah daripada tekanan oksigen dalam hemoglobin sehingga pada akhirnya oksigen terlepas dari hemoglobin. Hubungan antara tekanan oksigen dengan persentase kelarutan oksigen di dalam hemoglobin dinamakan kurva disosiasi oksihemoglobin (Boyd, 1982). Terdapat dua jenis kurva yaitu kurva hiperbola dan sigmoid (Gambar 3). Pada umumnya ikan-ikan tropis mempunyai kurva sigmoid.



Gambar 3. Kurva disosiasi oksihemoglobin

Lebih lanjut Swingle (1969) dalam Boyd (1982) membuat taksiran tentang kebutuhan oksigen terlarut untuk ikan-ikan tropis (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh kelarutan oksigen terhadap organisme perairan tropis.

Oksigen terlarut	Pengaruh
< 1 mg/L	letal, jika berlangsung cukup lama
1-5 mg/L	ikan dapat bertahan hidup, namun susah untuk tumbuh dan bereproduksi
> 5 mg/L	ikan bereproduksi dan tumbuh secara normal

Konsumsi oksigen oleh ikan secara umum dirumuskan oleh Schroeder (1975) dalam Boyd (1982) sebagai berikut:

$$Y = 0,001W^{0,82}$$

di mana Y = konsumsi oksigen per gram ikan per jam dan W = bobot ikan dalam gram. Menurut Ellis et al. (1948) dalam Boyd (1982), untuk

pertumbuhan berbagai jenis ikan diperlukan oksigen dengan konsentrasi minimal 5,0 mg/L.

2.4.2 Amonia

Amonia berasal dari pupuk, ekskretan ikan, dan degradasi bahan-bahan organik yang mengandung nitrogen. Tumbuhan menyerap amonia secara cepat, beberapa jenis bakteri mengoksidasi amonia menjadi nitrat sedangkan amonia yang lain dapat berubah bentuk menjadi senyawa nitrogen lainnya (Boyd, 1982). Amonia yang tak terionisasi sangat beracun bagi ikan. Amonia akan lebih berbahaya lagi ketika kandungan oksigen terlarut dalam air rendah (Markens dan Downing, 1957 dalam Boyd, 1982). Kandungan amonia yang tak terionisasi dipengaruhi oleh keasaman dan suhu perairan. Pengaruh keasaman lebih besar daripada pengaruh suhu (Boyd, 1982). The European Inland Fisheries Advisory Commission (1973) dalam Boyd (1982) mengungkapkan bahwa konsentrasi toksik amonia dalam jangka waktu pendek berkisar antara 0,6-2 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ untuk hampir semua spesies ikan.

Salah satu derivat amonia adalah nitrit. Nitrit akan bereaksi dengan hemoglobin membentuk methemoglobin dalam darah. Methemoglobin tidak dapat membawa oksigen sehingga akan mengakibatkan hipoksia dan sianosis. Nitrit akan menumpuk akibat proses nitrifikasi yang tidak seimbang. Penambahan kalsium (Wedemeyer dan Yasutake, 1978 dalam Boyd, 1982) dan klorida (Tomasso et al. 1979; Perrone dan Meade, 1977 dalam Boyd, 1982) dapat menurunkan toksisitas nitrit terhadap ikan.

2.4.3 Alkalinitas

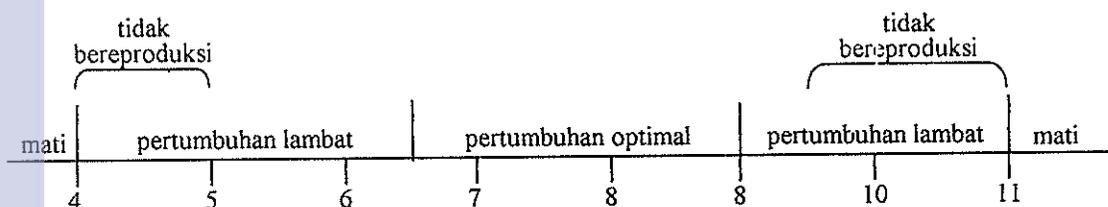
Alkalinitas total didefinisikan sebagai jumlah total basa-basa dalam perairan dalam satuan miligram per liter setara kalsium karbonat (Boyd, 1982). Perairan yang mempunyai 40 mg/L setara CaCO_3 atau lebih akan mempunyai produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan yang mempunyai alkalinitas lebih rendah (Moyle, 1946 dalam Boyd, 1982).

Pada kolam ikan yang dipupuk, nilai alkalinitas total berkisar antara 20-120 mg/L dan tidak mempunyai pengaruh terhadap produktivitas ikan (Boyd dan Walley, 1975 dalam Boyd, 1982). Boyd (1982) mengatakan bahwa pada perairan yang mempunyai alkalinitas 0-20 mg/L, produktivitas ikan akan naik seiring dengan naiknya alkalinitas.

Perairan akan mempunyai produktivitas terbaik bila mempunyai alkalinitas yang berkisar antara 200-300 mg/L. Namun demikian, kadang-kadang terjadi komplikasi yaitu kurangnya CO_2 di perairan dan tingginya CaCO_3 di dalam lumpur atau dasar perairan sehingga menurunkan produktivitas (Wetzel, 1975 dalam Boyd, 1982).

2.4.4 Keasaman

Keasaman didefinisikan sebagai logaritma negatif dari aktivitas ion hidrogen (Boyd, 1982). Aktivitas ion hidrogen ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen. Jadi secara tidak langsung keasaman dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen. Salah satu faktor yang menyebabkan naik-turunnya keasaman adalah CO_2 , yaitu ketika CO_2 bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Namun secara umum, CO_2 tidak akan menurunkan keasaman sampai di bawah 4,5. Hubungan antara pH dengan ikan budidaya disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap ikan di kolam.

2.5 Epipium dan produktivitas *Daphnia*

Produktivitas *Daphnia* akan terlihat dengan adanya telur dalam kantung pengeraman (*brood chamber*). Bila terlihat banyak, maka pada saat

itulah produktivitasnya tinggi. Sedangkan bila hanya sedikit telur dalam kantong pengeraman maka produktivitas pada saat itu rendah. Jumlah telur sangat bervariasi bergantung kepada kondisi lingkungan dan jenis *Daphnia*. Jumlah telur berkisar antara 2-40 butir, namun biasanya berkisar antara 10-20 butir (Pennak, 1989). Namun pada kondisi buruk, kantong pengeraman hanya berisi dua buah telur dorman. Lingkungan yang buruk juga memicu *Daphnia* betina untuk menghasilkan telur seksual. Ditambahkan bahwa telur seksual itu bersifat haploid dan dapat dibuahi oleh jantan. Telur tersebut berjumlah satu atau dua yang berada dalam kantong pengeraman dan dibungkus kantong tebal dan gelap yang disebut epipium.

Pennak (1989) menyebutkan bahwa lingkungan - yang kurang mendukung tersebut disebabkan oleh: (1) terlalu banyaknya populasi betina yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya akumulasi limbah hasil ekskresi, (2) suhu perairan yang terlalu rendah (14-17°C), dan (4) intensitas cahaya yang rendah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan waktu percobaan

Percobaan ini dilakukan pada bulan November 2001 sampai dengan Januari 2002 di Laboratorium Sistem dan Teknologi Budidaya Perairan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

3.2 Penyiapan benih *Daphnia*

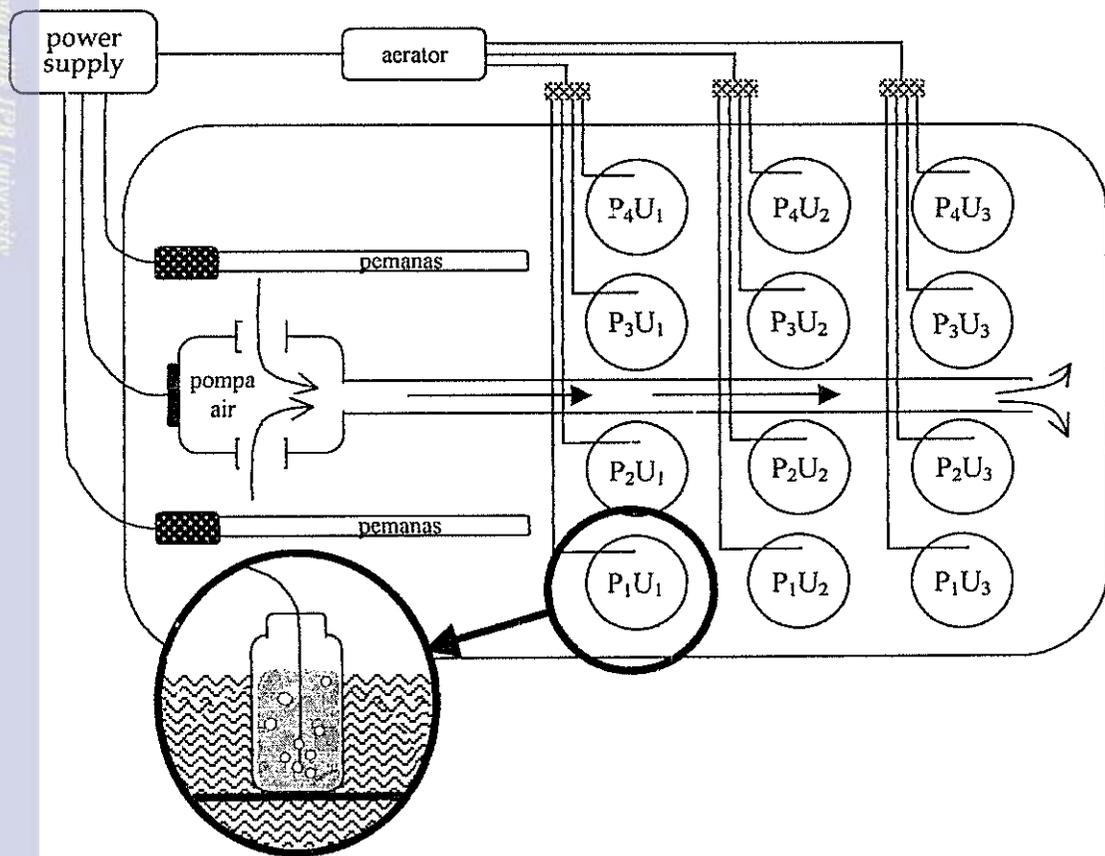
Benih diambil dari Balai Budidaya Air Tawar, Sukabumi. Untuk memperoleh benih dengan kondisi prima, *Daphnia* dipelihara dalam rendaman kotoran ayam yang dikombinasikan dengan fitoplankton yang melimpah selama sepuluh hari untuk memperoleh generasi ke tiga yang diperkirakan sudah mengalami adaptasi dengan media pemeliharaan. Kandungan oksigen terlarut media juga dipertahankan untuk tetap tinggi. *Daphnia* ini kemudian digunakan dalam percobaan. Inokulasi awal menggunakan *Daphnia* betina yang dicirikan dengan ukurannya yang besar dan warnanya yang pucat. Kepadatan awal adalah 20 Individu/L (Suprayitno, 1986).

3.3 Penyiapan media pemeliharaan

Air yang digunakan sebagai media adalah air sumur yang telah diberi kapur pertanian (CaCO_3) secara berlebih, sehingga alkalinitasnya tinggi, yaitu sebesar 52,434 mg/L setara CaCO_3 . Air yang telah diberi kapur pertanian tersebut dibiarkan selama 24 jam untuk pengendapan. Air yang telah jernih diambil dan dimasukkan ke dalam wadah (stoples) dengan volume masing-masing 2,5 L. Sebagai sumber nutrisi bagi *Daphnia*, dilarutkan ke dalamnya 9,00 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka. Untuk menumbuhkan bakteri, setiap 1 liter air media diinokulasi dengan air kolam sebanyak 1 ml.

Untuk menjaga agar tidak terjadi fluktuasi kualitas air media, stoples diletakkan dalam wadah besar yang diisi dengan air sampai ketinggiannya

sama dengan ketinggian air media di dalam stoples. Untuk menekan fluktuasi suhu harian, diletakkan dua buah pemanas elektrik. Agar suhu air di wadah besar merata di setiap bagian, air diaduk setiap saat dengan menggunakan pompa (Gambar 5) sehingga air bersirkulasi secara merata ke seluruh bagian.



Gambar 5. Sketsa instalasi percobaan

3.4 Perancangan perlakuan percobaan

Terdapat empat perlakuan percobaan yang dibedakan atas waktu penebaran benih *Daphnia*, yaitu hari ke-0, 6, 12, dan 18 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri. Hal tersebut didasarkan pada kurva fase pertumbuhan bakteri pada media dari hasil penelitian sebelumnya. Menurut percobaan Juhaeni (inprep.), kelimpahan rata-rata bakteri pada hari ke-0 adalah $2,82 \times$

10^8 , hari ke-6 adalah $7,55 \times 10^{13}$, hari ke-12 adalah $1,01 \times 10^{16}$, dan hari ke-18 adalah $2,71 \times 10^{16}$ cfu/mL.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tiga peubah, yaitu peubah fisika, kimia, dan biologi. Peubah fisika yang diukur yaitu suhu. Peubah kimia yang diamati yaitu oksigen terlarut, alkalinitas, dan keasaman. Sedangkan peubah biologi yang diamati adalah jumlah bakteri dan *Daphnia*. Data kualitatif juga diambil sebagai informasi pendukung yang meliputi kondisi air media dan tingkah laku *Daphnia* secara visual.

3.5.1 *Daphnia*

Daphnia diamati setiap dua hari. Peubah-peubah yang diamati terdiri atas peubah kualitatif dan kuantitatif. Peubah kualitatif yang diamati yaitu warna punggung. Warna punggung diamati sebagai indikator biologis. Warna punggung yang berbercak putih dan hitam menandakan terdapatnya epipium pada *brood chamber* (kantong pengeraman) yang artinya terdapat ketidakcocokan *Daphnia* terhadap kualitas lingkungan hidupnya.

Peubah kuantitatif yang diamati yaitu jumlah *Daphnia* yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhannya. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan mata telanjang. Dilakukan tiga kali ulangan dengan pengembalian untuk setiap satuan percobaan. Pada setiap satuan ulangan diambil sebanyak 128 mL dari wadah pemeliharaan.

3.5.2 Penghitungan bakteri

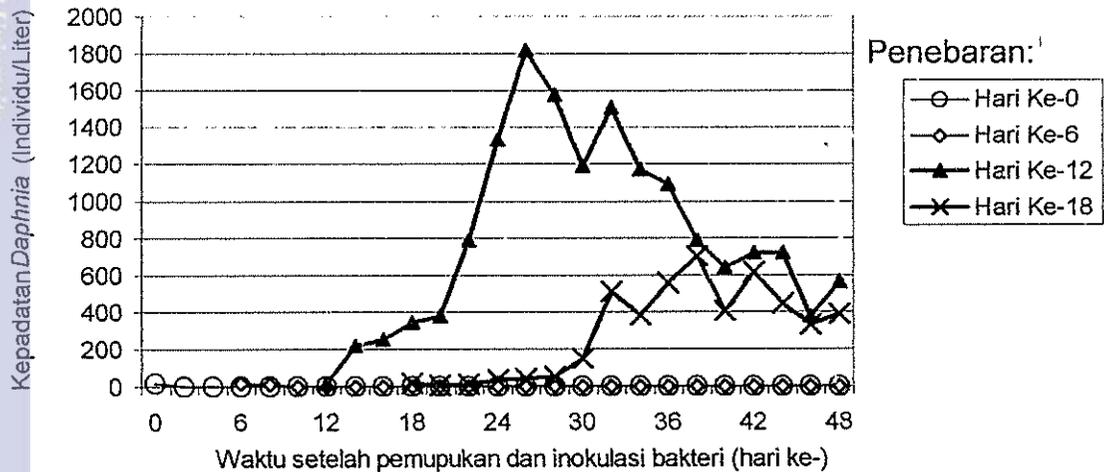
Data pertumbuhan bakteri pada media air dengan kandungan bahan organik sebanyak 9,00 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka dengan tanpa ditumbuhi *Daphnia* telah dilakukan sebelumnya oleh Juhaeni (inprep.), yaitu dengan frekuensi pengambilan contoh setiap tiga hari. Untuk percobaan kali ini, data yang diperoleh digunakan sebagai pembanding antara media yang ditumbuhi *Daphnia* dengan media yang tidak ditumbuhi *Daphnia*. Pengambilan contoh dilakukan setiap enam hari.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kelimpahan *Daphnia*

Kelimpahan *Daphnia* total dalam berbagai ukuran selama percobaan terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kelimpahan *Daphnia* selama percobaan

Terdapat respon *Daphnia* yang berbeda antarperlakuan. Respon pada penebaran hari ke-12 dan hari ke-18 berbeda dengan respon pada penebaran hari ke-0 dan hari ke-6. *Daphnia* pada penebaran hari ke-0 dan hari ke-6 mati semua. Pada penebaran hari ke-0 *Daphnia* mati semua pada hari ke-2 sedangkan pada penebaran hari ke-6 *Daphnia* mati semua pada hari ke-4 setelah penebaran *Daphnia*. Kelimpahan *Daphnia* yang ditebar pada hari ke-12 dan ke-18 mula-mula naik kemudian menurun (Lampiran 1).

Daphnia memuncak pada waktu yang berbeda pada tiap ulangan di setiap perlakuan (Lampiran 2 dan 3). Kelimpahan *Daphnia* maksimum rata-rata 2237,8 individu/L pada penebaran hari ke-12 dan 1020,0 individu/L pada penebaran hari ke-18. Analisis ragam untuk kelimpahan puncak *Daphnia* (Lampiran 4) dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kelimpahan

Daphnia puncak setelah inokulasi bakteri (Lampiran 2) dan setelah inokulasi *Daphnia* (Lampiran 3) yang hanya dilakukan untuk penebaran hari ke-12 dan ke-18 menunjukkan bahwa keduanya tidak berbeda ($P>0,05$).

4.1.2 Kelimpahan bakteri

Bakteri yang terukur merupakan bakteri planktonis. Kelimpahan bakteri pada awal pemupukan masih relatif rendah dibandingkan dengan duabelas dan delapanbelas hari setelahnya (Tabel 5) (Lampiran 5). Kelimpahan tertinggi terjadi pada hari ke-12 setelah pemupukan.

Tabel 5. Kelimpahan bakteri pada saat penebaran *Daphnia* (cfu/mL)

	Penebaran <i>Daphnia</i> (hari ke-)			
	0	6	12	18
Rata-rata	$9,45 \times 10^{07}$	-	$4,38 \times 10^{11}$	$6,10 \times 10^{09}$
Deviasi standar	$5,05 \times 10^{07}$	-	$2,93 \times 10^{11}$	$5,98 \times 10^{09}$

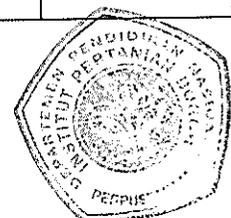
- = tidak diukur

4.1.3 Kualitas air

Media pemeliharaan *Daphnia* merupakan media hasil campuran antara kotoran ayam dengan konsentrasi 9 g/L dan tepung tapioka 6,75 g/L. Alkalinitas air media sebelum diberi kotoran ayam dan tepung tapioka adalah 52,434 mg/L setara CaCO_3 . Kualitas air pada saat penebaran *Daphnia* berbeda-beda (Tabel 6), sedangkan setelah penebaran *Daphnia* kualitas air berada pada kisaran normal untuk pertumbuhan *Daphnia*. Oksigen terlarut sampai 6 hari setelah pemupukan bernilai sangat rendah (Lampiran 6).

Tabel 6. Kualitas air pada hari ke dua setelah penebaran *Daphnia*

Parameter	Penebaran <i>Daphnia</i> (hari ke-)			
	0	6	12	18
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$27,27 \pm 0,15$	$27,90 \pm 0,00$	$27,00 \pm 0,00$	$27,13 \pm 0,06$
pH (unit)	$8,85 \pm 0,12$	$7,63 \pm 0,16$	$9,19 \pm 0,26$	$9,44 \pm 0,10$
Oksigen terlarut (mg/L)	$2,89 \pm 0,86$	$0,33 \pm 0,05$	$7,07 \pm 1,24$	$6,67 \pm 0,26$



4.2 Pembahasan

4.2.1 Media pemeliharaan *Daphnia*

Pada alkalinitas sebesar 52,434 mg/L setara CaCO_3 diharapkan keasaman (pH) media akan terjaga dan tidak fluktuatif sehingga dapat digunakan untuk menumbuhkan *Daphnia*. Menurut Boyd (1982), alkalinitas total yang berada di atas 20 mg/L sudah cukup untuk membudidayakan ikan. Ion-ion karbonat akan mengikat ion-ion hidrogen yang menyebabkan penurunan pH sehingga pH akan tetap stabil. Pada percobaan ini, keasaman atau pH tidak terlalu berfluktuasi dan selalu berada di atas nilai 7. Menurut Pelczar dan Chan (1986), pH optimum bagi pertumbuhan bakteri secara umum berkisar antara 6,5 dan 7,5. Pada percobaan ini, kelimpahan bakteri mempunyai peranan penting terhadap pertumbuhan *Daphnia*.

Kotoran ayam berperan terhadap penurunan keasaman media karena mengandung amonia. Penurunan pH terjadi pada hari ke-8 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri, yaitu sampai di bawah nilai 8. Ini terjadi karena adanya dekomposisi bahan-bahan organik oleh bakteri yang menghasilkan senyawa-senyawa asam (Boyd, 1982). Namun keasaman media selalu berada di atas nilai 7. Pada hari ke-0, 12, dan 18 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri, nilai pH (Lampiran 6) berada di atas ambang batas optimum untuk pertumbuhan bakteri (Pelczar dan Chan, 1986). Pertumbuhan bakteri akan terhambat dalam kondisi terlalu basa. Namun bakteri masih dapat ditemukan karena sifatnya yang kosmopolit-

Oksigen terlarut selama percobaan berfluktuasi sangat signifikan. Di awal pemupukan dan inokulasi bakteri, kandungan oksigen turun hingga berada di bawah 1 mg/L. Oksigen yang rendah pada awal pemupukan terjadi akibat adanya oksidasi bahan organik. Jumlah bahan organik pada awal pemupukan sangat tinggi karena belum dimanfaatkan oleh bakteri dan organisme renik lainnya. Oksigen juga dimanfaatkan untuk respirasi bakteri. Pada awal pemupukan, kelimpahan bakteri masih relatif rendah, rata-rata $9,45 \times 10^7$ cfu/mL yang setara dengan $9,45 \times 10^7$ sel bakteri/mL. Oksigen

terlarut berada di atas 7 mg/L (Lampiran 6) pada saat kelimpahan bakteri memuncak hingga kelimpahan 10^{11} cfu/mL pada hari ke-12 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa rendahnya oksigen terlarut pada awal pemupukan tidak disebabkan oleh kelimpahan bakteri akan tetapi oleh banyaknya kandungan bahan organik pada awal pemupukan.

Rendahnya oksigen terlarut di awal pemupukan tidak mempengaruhi kelimpahan bakteri secara signifikan di dalam media karena bakteri merupakan organisme kosmopolit yang mampu hidup pada setiap kondisi, termasuk kondisi anaerob. Bakteri hasil inokulasi tumbuh seiring berjalannya waktu. Pada percobaan ini, kelimpahan bakteri berkisar pada 10^7 cfu/mL di awal pemupukan dan memuncak dengan kelimpahan berkisar pada 10^{11} cfu/mL pada hari ke-12 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri (Lampiran 5). Percobaan ini dilakukan di luar ruang namun tidak terkena cahaya matahari langsung. Pada percobaan Juhaeni (inprep.) yang dilakukan di dalam ruang, bakteri pada media dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka memuncak pada kelimpahan 10^{16} cfu/mL pada hari ke-19 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri. Perbedaan kelimpahan bakteri ini disebabkan oleh adanya perbedaan cahaya akibat perbedaan tempat percobaan.

Terdapat dua mekanisme di dalam air yang akan menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen, yaitu oksidasi bahan kimia (COD= *chemical oxygen demand*) dan respirasi organisme perairan (BOD= *biological oxygen demand*). Bahan kimia di sini adalah kotoran ayam dan tepung tapioka. Jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan kimia pada awal pemupukan membuat kandungan oksigen terlarut menurun drastis. Proses lain yang membutuhkan oksigen adalah pengubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri nitrifikasi. Hasil nitrifikasi adalah nitrit dan nitrat. Nitrit dimanfaatkan oleh *Nitrobacter* menjadi nitrat. Nitrat akan digunakan lagi oleh organisme lain. Oksigen yang diperlukan untuk proses biologi (BOD) akan

meningkat ketika laju pertumbuhan bakteri meningkat. Pada percobaan ini, peningkatan pertumbuhan bakteri terjadi sampai hari ke-12 sehingga sampai hari tersebut, kebutuhan oksigen terlarut untuk proses biologi akan meningkat.

Pada hari ke-12 setelah pemupukan, kelimpahan bakteri memuncak, namun oksigen terlarut tinggi yaitu melebihi 7 mg/L (Lampiran 6). Oksigen terlarut justru bernilai rendah pada saat kelimpahan bakteri rendah, yaitu pada awal pemupukan. Di awal pemupukan dan inokulasi bakteri, kelimpahan bakteri rendah sedangkan bahan kimia yang menjadi sumber nutrisi bakteri melimpah. Sebaliknya pada saat kelimpahan bakteri tinggi, jumlah bahan kimia sedikit. Ini menunjukkan bahwa oksigen terlarut lebih banyak dimanfaatkan untuk oksidasi bahan-bahan kimia dibandingkan untuk respirasi organisme perairan. Karena kelimpahan bakteri berbanding terbalik dengan jumlah bahan-bahan kimia terlarut, khususnya bahan-bahan organik, maka oksigen terlarut akan tinggi pada saat bakteri tinggi.

Suhu media berada pada kisaran optimum bagi pertumbuhan *Daphnia* (Suprayitno, 1986). Suhu tertinggi media adalah 27,90°C dan suhu terendah adalah 26,60°C (Lampiran 6). Fluktuasi terjadi akibat adanya perubahan cuaca selama percobaan. Lokasi percobaan yang berada di luar ruang namun tidak terkena sinar matahari langsung juga memberikan andil terhadap perubahan suhu media. Dengan kisaran seperti ini maka pertumbuhan bakteri, *Daphnia*, dan hewan renik lainnya yang berada pada media tidak terganggu.

4.2.2 Produktivitas *Daphnia*

Daphnia mampu memakan apa saja yang ukurannya sesuai dengan ukuran saluran pencernaannya karena sifatnya yang *non-selective filter feeder*. Partikel kotoran ayam dan tepung tapioka yang ukurannya kecil akan termakan oleh *Daphnia*. Demikian pula dengan organisme perairan yang ukurannya kecil juga akan termakan *Daphnia*. *Daphnia* tidak punya kemampuan untuk menyeleksi pakan yang dimangsanya. Apa pun yang

berukuran kecil dan berada di bawah ventralnya akan tersedot oleh gerakan kaki *Daphnia* dan masuk ke dalam saluran pencernaan *Daphnia*. Mata faset *Daphnia* tidak difungsikan untuk mengidentifikasi mangsa.

Terdapat dua respon *Daphnia* pada percobaan ini. *Daphnia* pada penebaran hari ke-0 dan ke-6 mempunyai respon yang sama, yaitu mati semua dalam waktu kurang dari empat hari. Respon berbeda terjadi pada *Daphnia* yang ditebar pada hari ke-12 dan ke-18 yang tumbuh pesat hingga mencapai kelimpahan maksimum rata-rata 2237,83 individu/L pada penebaran hari ke-12 dan 1020,00 individu/L pada penebaran hari ke-18. Kelimpahan *Daphnia* yang ditebar pada hari ke-12 rata-rata memuncak pada hari ke-17 sedangkan yang ditebar pada hari ke-18 memuncak pada hari ke-20 setelah inokulasi *Daphnia*. Akan tetapi, populasi puncak *Daphnia* tidak berbeda antara penebaran hari ke duabelas dan hari ke delapanbelas. Waktu yang dibutuhkan *Daphnia* untuk mencapai puncak populasi juga tidak berbeda pada taraf nyata 95% ($P > 0,05$). Penebaran *Daphnia* antara hari ke-12 dan hari ke-18 menghasilkan kelimpahan yang sama dan membutuhkan waktu yang sama untuk mencapai kelimpahan maksimum.

Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab kematian *Daphnia* yang ditebar di awal pemupukan, yaitu beberapa parameter kualitas air media pemeliharaan yang belum cukup mendukung untuk pertumbuhan *Daphnia*. Partikel tersuspensi yang terlalu banyak membuat *Daphnia* sulit bergerak (Lampiran 7) dan memicu stres sehingga pertumbuhan *Daphnia* terganggu. Oksigen terlarut juga sangat rendah, yaitu berada di bawah 1 mg/L. Menurut Swingle (1969) dalam Boyd (1982), kelarutan oksigen yang lebih rendah dari 1 mg/L akan membuat ikan, termasuk *Daphnia*, mati. Bakteri yang masih rendah pada awal pemupukan, yaitu berkisar pada 10^7 cfu/mL tidak akan menimbulkan kematian *Daphnia* karena partikel tersuspensi lainnya yang berukuran relatif kecil akan menjadi pakan *Daphnia*. Bakteri yang menempel pada partikel kecil tersebut juga akan menjadi pakan zooplankton, termasuk *Daphnia*. (Hino dan Yu, 1991). Pada penebaran ke-0

dan ke-6, bakteri pada media yang berfungsi sebagai pakan *Daphnia* masih relatif rendah, baru berkisar 10^7 cfu/mL (Lampiran 5). Kotoran ayam dan tepung tapioka juga belum mengalami pengendapan sempurna. Masih banyak bahan-bahan tersuspensi yang melayang-layang. Hal tersebut menyulitkan aktivitas *Daphnia*.

Kualitas air pada awal-awal pemupukan juga belum cukup mendukung. Pada saat penebaran hari ke-0, oksigen terlarut masih sangat rendah, yaitu berkisar antara 1,91 sampai 3,55 mg/L. Sampai hari ke-6, media biakan *Daphnia* mengalami penurunan oksigen terlarut sampai di bawah satu miligram per liter yaitu berkisar antara 0,30 sampai 0,39 mg/L yang dapat menimbulkan kematian massal ikan (Swingle, 1969 dalam Boyd, 1982). Untuk pembudidayaan *Daphnia* diperlukan oksigen terlarut lebih dari 6,0 mg/L.

Kelimpahan *Daphnia* terbaik tercapai antara penebaran hari ke-12 dan ke-18 setelah pemupukan dan inokulasi bakteri, menjelang kelimpahan bakteri puncak. Bakteri merupakan pakan yang baik bagi *Daphnia* (BPPP, 1990). Namun pertumbuhan *Daphnia* tidak hanya dipengaruhi oleh bakteri saja sebagai pakannya. Akan tetapi ada faktor lain yaitu kualitas air media. Faktor utama pertumbuhan hewan air adalah pakan dan oksigen. Apabila kedua faktor ini terpenuhi dengan baik pada media kultur, pertumbuhan *Daphnia* pun akan optimal. Pada perlakuan ke-3, yaitu penebaran hari ke-12, kelimpahan bakteri dan oksigen terlarut tinggi. Kelimpahan rata-rata bakteri mencapai 10^{11} cfu/mL sedangkan oksigen terlarut pada saat penebaran mencapai kisaran 5,75-8,21 dan bahkan memuncak pada hari ke-14 setelah penebaran yaitu mencapai kisaran 8,09-8,30 mg/L. Tingginya oksigen terlarut menjadi faktor yang berpengaruh besar terhadap kelimpahan *Daphnia*.

4.2.3 Keberadaan epipium sebagai indikator biologis

Terdapat hubungan antara kelimpahan *Daphnia* (X) dan keberadaan epipium (Y) yaitu ditunjukkan oleh persamaan regresi $Y = 0,0954X - 52,83$ dengan koefisien korelasi sebesar 0.6114. Artinya, kenaikan populasi

Daphnia akan memicu pembentukan epipium. Pembentukan epipium merupakan reaksi fisiologis *Daphnia* terhadap kondisi lingkungan yang dianggap kurang menguntungkan. Dengan memproduksi epipium, eksistensi *Daphnia* dapat berlanjut walaupun melewati situasi yang buruk sekalipun. Hal ini karena telur epipium tahan terhadap tekanan lingkungan yang ekstrim. Telah diketahui bahwa terkadang epipium mampu lolos melewati saluran pencernaan ikan (Pennak, 1989).

Epipium adalah kantung pengeraman yang mengeras yang berisi dua butir telur. Pada saat epipium muncul, di dalam kantung pengeraman *Daphnia* hanya terdapat dua butir telur. Ini akan mengakibatkan produktivitas *Daphnia* menurun. Bahkan dapat terjadi kekosongan generasi apabila seluruh *Daphnia* di dalam populasi menghasilkan epipium secara bersamaan. Hal ini karena epipium yang terlepas dari induknya tidak langsung menetas. Pada umumnya, kantung pengeraman *Daphnia* berisi 10 sampai 20 butir telur. Untuk mencegah penurunan populasi *Daphnia* maka pengendalian kepadatan harus dilakukan dengan melakukan pemanenan pada waktu yang tepat. Kemunculan epipium merupakan pertanda yang paling tepat untuk melakukan pemanenan. ✓





V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Waktu penebaran *Daphnia* terbaik pada media dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75g/L tepung tapioka terjadi antara hari ke duabelas dan delapanbelas setelah pemupukan dan inokulasi bakteri.

5.2 Saran

Untuk memperoleh kelimpahan *Daphnia* terbaik dengan cepat pada media dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75g/L tepung tapioka, sebaiknya *Daphnia* ditebar pada hari ke duabelas setelah pemupukan dan inokulasi bakteri.

Hal Cetak: Ditanggung Universitas
1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa izin pencetakan dan reproduksi untuk:
a. Pengalihan fungsi atau kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kitab atau terjemahan lain.
b. Pengalihan tidak menyetujui kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperjual belikan atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176: 227-235
- Balcer, M. D., N. L. Korda, and S. I. Dodson. 1984. Zooplankton of the great lakes. University of Wisconsin Press, USA. <http://www.killifish.net/> tanggal kunjungan 1 Maret 2001.
- Bayly, I. A. E., J. A. Bishop., and I. D. Hiscock. 1967. An illustrated key to the genera of the crustacea of Australian inland waters. Australian Society for Limnology. Sydney.
- Bliss, D. E., F. J. Vernberg, and W. B. Vernberg. 1983. Environmental adaption: the biology of crustacea. Academic Press, London.
- Boyd, C. E. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- BPPP. 1990. Petunjuk teknis budidaya pakan alami. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan.
- Delbare, D. and P. Dhert. 1996. Cladocerans, nematodes, and trochophora larvae. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO. P 283-295.
- Dinges, R. R. S. 1973. Ecology of *Daphnia* in stabilization ponds. Texas States Department of Health, Division of Wastewater Technology and Surveylance, USA.
- Fox, R. 1994. Invertebrate anatomy. Department of Biology, Lander University. Greenwood. <http://www.science.lander.edu/rsfox/Daphnia.html>.
- Gunawan, E. 1998. Pengaruh berbagai taraf pengapuran dan kotoran ayam terhadap pertumbuhan bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schults f.) Backer ex Heyne). Skripsi, Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Hadioetomo, R. S. 1993. Mikrobiologi dasar dalam praktek: teknik dan prosedur dasar laboratorium. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta.
- Haryati. 1995. Pengaruh penggantian *Artemia salina* dengan *Daphnia* sp. terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurame, *Osphronemus gouramy* Lacepede. Tesis, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Indonesia.

- Hino, A. and J. P. Yu. 1991. The present status of mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*, a primary food for seedling production, and the role of bacteria. in K. Sumawidjaja and I. Hanyu, editors. Improvement of inland aquaculture. JSPS-DHGE Program, Tokyo University of Agriculture, NODAI, Center for International Program.
- Jack, J. D. and J. J. Gilbert. 1994. Effect of *Daphnia* on microzooplankton communities. J. Plankton Res. 16(11):1499-1512.
- Juhaeni, H. Inprep. Penambahan tepung tapioka yang berbeda terhadap kelimpahan bakteri dan waktu mencapai kelimpahan maksimum pada larutan kotoran ayam 100% jenuh (9 g/L). Skripsi, Program Studi Budidaya Perairan, FPIK, IPB.
- Manca, M., T. Spagnuolo, and P. Comoli. 1994. Variations in carbon and nitrogen content with body length of *Daphnia hyalina-galeata s.l.* from laboratory and field observations. J. Plankton Res. 16(10):1303-1314.
- Massana, R., J. M. Gasol, K. Jurgens, and C. Pedros-Alio. 1994. Impact of *Daphnia pulex* on a metalimnetic microbial community. J. Plankton Res. 18(6): 863-880.
- Mattjik, A. A. dan M. Sumbertajaya. 2000. Perancangan percobaan; dengan aplikasi SAS dan minitab. Jilid I. IPB Press, Bogor, Indonesia.
- Meester, L. D. 1994. Life histories and habitat selection in *Daphnia*: divergent life histories of *D. magna* clones differing in phototactic behaviour. Oecologia 97: 333-341.
- Pelczar, M. J. Jr., dan E. C. S. Chan. 1986. Dasar-dasar mikrobiologi 1. UI-Press, Jakarta.
- Pelczar, M. J. Jr., dan E. C. S. Chan. 1988. Dasar-dasar mikrobiologi 2. UI-Press, Jakarta.
- Pennak, R. W. 1989. Freshwater invertebrates of the united states: protozoa to mollusca. 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc. Singapore.
- Russel-Hunter, W. D. 1979. A life of invertebrates. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.
- RWSJ. 2000. The effect of C:N ratio on a thermodynamics of a compost pile. [http://www.cat.nyu.edu/murfin/ice2000/projects/room66/-20k-/tanggal kunjungan 1 Maret 2001](http://www.cat.nyu.edu/murfin/ice2000/projects/room66/-20k-/tanggal%20kunjungan%201%20Maret%202001)
- Siregar, D. A. 1996. Pakan ikan alami. Penerbit Kanisius, Jakarta.



- Steel, R. G. D. dan James H. Torrie. 1991. Prinsip dan prosedur statistika: suatu pendekatan biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suprayitno, S. H. 1986. Kultur makanan alami. Jaringan Informasi Perikanan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan dan International Development Research Center. INFIS Manual 34.
- Wetzel, R. G. and G. E. Likens. 1979. Limnological analysis. W. B. Saunders Co., Philadelphia.
- Wikantiasi, A. 2001. Uji sifat fisik pakan ikan jenis pelet tenggelam dengan proses pengukusan dan tingkat penambahan tepung tapioka sebagai perekat. Skripsi, Program Studi Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Visi Cita: Menghadirkan Universitas Unggul

1. *Objektivitas* mengacu pada objek atau subjek yang bisa terungkap secara akurat dan terukur melalui metode ilmiah.

2. *Kepercayaan* mengacu pada keyakinan yang didasarkan pada pengalaman, pengetahuan, dan keterampilan yang dimiliki oleh individu atau kelompok.

3. *Kepercayaan* mengacu pada keyakinan yang didasarkan pada pengalaman, pengetahuan, dan keterampilan yang dimiliki oleh individu atau kelompok.

Lampiran 1. Kelimpahan *Daphnia* dan epipium pada media air dengan kandungan 9 g/L kotoran ayam dan 6,75 g/L tepung tapioka setelah inokulasi *Daphnia* (individu/L)

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-0					Hari ke-2					
		1	2	3	Rata-rata	DS*	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1*	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2*	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3*	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	8	8	8	7,8	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	23	23	23	23,4	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	47	23	31	33,9	11,93
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	383	367	414	388,0	23,87
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	273	234	195	234,4	39,06
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	8	0	2,6	4,51
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	20	20	20	20,0	0,00	16	0	16	10,4	9,02
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-4					Hari ke-6					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	16	16	23	18,2	4,51	16	16	16	15,6	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	359	406	273	346,4	67,36	555	344	289	395,8	140,26
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	344	328	500	390,6	95,04	547	664	648	619,8	63,63
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	0	8	8	5,2	4,51	8	16	8	10,4	4,51
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	55	23	23	33,9	18,04	117	63	109	96,4	29,58
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-8					Hari ke-10					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	39	0	16	18,2	19,66	78	117	39	78,1	39,06
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	609	648	469	575,5	94,51	1359	1438	1336	1377,6	53,18
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	133	47	47	75,5	49,62
	U3	<i>Daphnia</i>	492	680	477	549,5	113,03	805	1211	695	903,6	271,68
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	0	8	8	5,2	4,51	31	31	23	28,6	4,51
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	94	102	141	112,0	25,11	234	86	63	127,6	93,21
		Epipium	0	8	0	2,6	4,51	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-12					Hari ke-14					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	203	117	94	138,0	57,59	508	516	383	468,8	74,53
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	1609	1555	2680	1947,9	634,32	2852	2875	2039	2588,5	476,01
		Epipium	39	31	39	36,5	4,51	23	78	47	49,5	27,44
	U3	<i>Daphnia</i>	1719	2164	1844	1908,9	229,68	2539	2195	2461	2398,4	180,20
		Epipium	109	320	180	203,1	107,40	63	148	203	138,0	70,89
18	U1	<i>Daphnia</i>	94	164	86	114,6	43,03	305	180	203	229,2	66,44
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	16	16	10,4	9,02	0	8	0	2,6	4,51
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	344	383	258	328,1	63,95	1523	1414	969	1302,1	293,81
		Epipium	0	0	8	2,6	4,51	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke--16					Hari ke-18					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	1047	984	992	1007,8	34,05	1008	906	797	903,6	105,49
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	8	16	31	18,2	11,93
	U2	<i>Daphnia</i>	2102	2016	1453	1856,8	352,20	1133	859	1039	1010,4	138,95
		Epipium	47	78	55	59,9	16,26	23	8	8	13,0	9,02
	U3	<i>Daphnia</i>	1781	1961	1828	1856,8	93,21	1750	1750	1445	1648,4	175,91
		Epipium	219	180	164	187,5	28,17	55	23	39	39,1	15,63
18	U1	<i>Daphnia</i>	523	570	406	500,0	84,51	1313	1313	1523	1382,8	121,78
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	633	617	727	658,9	59,16	328	273	273	291,7	31,57
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Jumlah	Jumlah	Hari ke-20					Hari ke-22					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	1320	1781	2078	1726,6	381,85	1750	1773	1602	1708,3	93,21
		Epipium	39	55	63	52,1	11,93	109	47	47	67,7	36,08
	U2	<i>Daphnia</i>	1211	1602	1750	1520,8	278,45	828	734	977	846,4	122,12
		Epipium	8	0	8	5,2	4,51	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	992	1266	1531	1263,0	269,54	906	992	1008	968,8	54,69
		Epipium	8	0	8	5,2	4,51	0	0	8	2,6	4,51
18	U1	<i>Daphnia</i>	2375	1289	1547	1737,0	567,38	359	891	1055	768,2	363,46
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	328	414	359	367,2	43,50	531	328	516	458,3	113,03
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-24					Hari ke-26					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	2109	1336	1148	1531,3	509,37	1492	797	758	1015,6	413,18
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	578	1242	1063	960,9	343,48	531	547	398	492,2	81,56
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	695	672	1008	791,7	187,55	945	867	727	846,4	110,85
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	914	1484	1344	1247,4	297,11	508	756	664	643,2	126,30
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	8	31	23	20,8	11,93	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	570	563	602	578,1	20,67	781	680	664	708,3	63,63
		Epipium	0	8	8	5,2	4,51	0	8	8	5,2	4,51

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-28					Hari ke-30					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	992	914	898	934,9	50,23	1063	1086	1328	1158,9	147,06
		Epipium	23	0	31	18,2	16,26	78	55	102	78,1	23,44
	U2	<i>Daphnia</i>	508	664	563	578,1	79,29	297	727	750	591,1	255,12
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	438	398	383	406,3	28,17	367	422	430	406,3	34,05
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	258	445	367	356,8	94,18	328	391	445	388,0	58,64
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	750	734	422	635,4	185,10	672	922	773	789,1	125,73
		Epipium	0	8	8	5,2	4,51	8	16	0	7,8	7,81

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-32					.Hari ke-34					
		1	2	3	Rata-rata	DS	1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	1367	1219	1508	1364,6	144,55	602	656	570	609,4	43,50
		Epipium	47	31	31	36,5	9,02	8	0	0	2,6	4,51
	U2	<i>Daphnia</i>	461	523	477	487,0	32,53	281	219	406	302,1	95,47
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	344	289	281	304,7	34,05	195	219	242	218,8	23,44
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
18	U1	<i>Daphnia</i>	578	539	484	533,9	47,09	344	422	430	398,4	47,52
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	727	664	789	726,6	62,50	336	617	531	494,8	144,13
		Epipium	8	8	23	13,0	9,02	0	0	8	2,6	4,51

Lampiran 1. Lanjutan

Waktu tebar (hari ke-)	Jumlah	Hari ke-36					
		1	2	3	Rata-rata	DS	
0	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
6	U1	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
12	U1	<i>Daphnia</i>	695	750	1172	872,4	260,79
		Epipium	0	0	8	2,6	4,51
	U2	<i>Daphnia</i>	578	516	383	492,2	99,74
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	281	359	344	328,1	41,34
		Epipium	8	31	23	20,8	11,93
18	U1	<i>Daphnia</i>	492	469	406	455,7	44,42
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U2	<i>Daphnia</i>	0	0	0	0,0	0,00
		Epipium	0	0	0	0,0	0,00
	U3	<i>Daphnia</i>	398	414	391	401,0	11,93
		Epipium	16	0	8	7,8	7,81

Keterangan:

- *) U1 = Ulangan Ke-1
- U2 = Ulangan Ke-2
- U3 = Ulangan Ke-3
- DS = Deviasi Standar

Lampiran 2. Analisis ragam waktu kelimpahan puncak *Daphnia* setelah inokulasi bakteri (hari ke-)

Ulangan	Waktu penebaran (hari ke-)		Jumlah
	12	18	
1	32	38	
2	26	42	
3	26	32	
Jumlah	84	112	196
Rata-rata	28,0	37,3	
Deviasi Standar	3,5	5,0	

Tabel Sidik Ragam

Sumber keragaman	derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	$F_{(0,05)}$
Perlakuan	1	130,67	130,67	7,00 ^{TN}	7,71
Galat	4	74,67	18,67		
Total	5	205,33			

^{TN}) Tidak berbeda nyata pada taraf 95%

Lampiran 3. Analisis ragam waktu kelimpahan puncak *Daphnia* setelah inokulasi *Daphnia* (hari ke-)

Ulangan	Waktu penebaran (hari ke-)		Jumlah
	12	18	
1	20	20	
2	14	24	
3	14	14	
Jumlah	48	58	112
Rata-rata	16,0	19,3	
Deviasi Standar	3,5	5,0	

Tabel Sidik Ragam

Sumber keragaman	derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	$F_{(0,05)}$
Perlakuan	1	16,67	16,67	0,89 ^{TN}	7,71
Galat	4	74,67	18,67		
Total	5	91,33			

^{TN}) Tidak berbeda nyata pada taraf 95%

Lampiran 4. Analisis ragam kelimpahan puncak *Daphnia* (individu/L)

Ulangan	Waktu penebaran (hari ke-)		Jumlah
	12	18	
1	1726,6	1737,0	
2	2588,5	20,8	
3	2398,4	1302,1	
Jumlah	6713,5	3060,0	9773,4
Rata-rata	2237,83	1020,00	
Deviasi Standar	452,83	892,21	

Tabel Sidik Ragam

Sumber keragaman	derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F _{hitung}	F _(0,05)
Perlakuan	1	2224799	2224799	4,44 ^{TN}	7,71
Galat	4	2002178	500545		
Total	5	4226977			

^{TN}) Tidak berbeda nyata pada taraf 95%

Lampiran 5. Kelimpahan bakteri pada media pemeliharaan *Daphnia* (cfu/mL)

Penebaran hari ke-	Ulangan	Minggu ke- (setelah inokulasi <i>Daphnia</i>)														
		0					2					4				
		Pengenceran ke-				Rata-rata	Pengenceran ke-				Rata-rata	Pengenceran ke-				Rata-rata
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
0	1	4,96 X 10 ⁰⁷	4,56 X 10 ⁰⁷	-	-	4,76 X 10 ⁰⁷	2,00 X 10 ¹⁰	4,00 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹²	0,00 X 10 ⁰⁰	2,65 X 10 ¹¹	1,00 X 10 ⁰⁹	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	2,50 X 10 ⁰⁸
	2	7,20 X 10 ⁰⁷	1,04 X 10 ⁰⁸	-	-	8,80 X 10 ⁰⁷	4,00 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	1,25 X 10 ¹⁰	4,00 X 10 ⁰⁹	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ⁰⁹
	3	1,28 X 10 ⁰⁸	1,68 X 10 ⁰⁸	-	-	1,48 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹²	4,00 X 10 ¹²	1,25 X 10 ¹²	2,00 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ⁰⁶	-	6,70 X 10 ⁰⁷
Deviasi standar		4,04 X 10 ⁰⁷	6,12 X 10 ⁰⁷	-	-	5,05 X 10 ⁰⁷	2,00 X 10 ¹⁰	1,73 X 10 ¹⁰	5,77 X 10 ¹¹	2,31 X 10 ¹²	6,55 X 10 ¹¹	2,00 X 10 ⁰⁹	0,00 X 10 ⁰⁰	5,77 X 10 ⁰⁵	0,00 X 10 ⁰⁰	4,94 X 10 ⁰⁸
Rata-rata		8,32 X 10 ⁰⁷	1,06 X 10 ⁰⁸	-	-	9,45 X 10 ⁰⁷	2,00 X 10 ¹⁰	2,00 X 10 ¹⁰	6,67 X 10 ¹¹	1,33 X 10 ¹²	5,10 X 10 ¹¹	1,73 X 10 ⁰⁹	0,00 X 10 ⁰⁰	3,33 X 10 ⁰⁵	0,00 X 10 ⁰⁰	4,39 X 10 ⁰⁸
6	1	-	-	-	-	-	4,00 X 10 ⁰⁸	2,00 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	1,50 X 10 ⁰⁸	1,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	2,00 X 10 ⁰⁸	7,55 X 10 ⁰⁷
	2	-	-	-	-	-	3,00 X 10 ⁰⁸	2,40 X 10 ⁰⁹	2,00 X 10 ¹⁰	4,00 X 10 ¹⁰	1,57 X 10 ¹⁰	8,00 X 10 ⁰⁶	3,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	1,20 X 10 ⁰⁹	3,28 X 10 ⁰⁸
	3	-	-	-	-	-	3,00 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	2,00 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	5,08 X 10 ⁰⁹	3,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁶	2,00 X 10 ⁰⁶	2,00 X 10 ⁰⁸	1,01 X 10 ⁰⁸
Deviasi standar		-	-	-	-	-	5,77 X 10 ⁰⁷	1,33 X 10 ⁰⁸	1,15 X 10 ¹⁰	2,31 X 10 ¹⁰	7,93 X 10 ⁰⁹	3,61 X 10 ⁰⁶	1,15 X 10 ⁰⁶	5,77 X 10 ⁰⁷	5,77 X 10 ⁰⁸	1,39 X 10 ⁰⁸
Rata-rata		-	-	-	-	-	3,33 X 10 ⁰⁸	8,67 X 10 ⁰⁸	1,33 X 10 ¹⁰	1,33 X 10 ¹⁰	6,97 X 10 ⁰⁹	4,00 X 10 ⁰⁶	1,67 X 10 ⁰⁶	1,33 X 10 ⁰⁸	5,33 X 10 ⁰⁸	1,68 X 10 ⁰⁸
12	1	0,00 X 10 ⁰⁰	2,00 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ¹²	2,55 X 10 ¹¹	0,00 X 10 ⁰⁰	1,60 X 10 ⁰⁷	1,50 X 10 ⁰⁷	3,00 X 10 ⁰⁸	8,00 X 10 ⁰⁸	4,08 X 10 ⁰⁸				
	2	3,00 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹¹	1,00 X 10 ¹²	0,00 X 10 ⁰⁰	2,83 X 10 ¹¹	0,00 X 10 ⁰⁰	1,30 X 10 ⁰⁷	9,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	2,00 X 10 ⁰⁸	8,05 X 10 ⁰⁷				
	3	7,00 X 10 ¹⁰	3,00 X 10 ¹⁰	2,00 X 10 ¹²	1,00 X 10 ¹²	7,75 X 10 ¹¹	2,00 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	2,00 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	5,05 X 10 ⁰⁹	1,00 X 10 ⁰⁶	2,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	1,00 X 10 ⁰⁸	5,08 X 10 ⁰⁷
Deviasi standar		3,51 X 10 ¹⁰	4,36 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹²	5,77 X 10 ¹¹	2,93 X 10 ¹¹	1,15 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	1,15 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	2,92 X 10 ⁰⁸	7,94 X 10 ⁰⁶	6,51 X 10 ⁰⁶	4,04 X 10 ⁰⁸	3,79 X 10 ⁰⁸	1,98 X 10 ⁰⁸
Rata-rata		3,33 X 10 ¹⁰	5,00 X 10 ¹⁰	1,00 X 10 ¹²	6,67 X 10 ¹¹	4,38 X 10 ¹¹	6,67 X 10 ⁰⁷	0,00 X 10 ⁰⁰	6,67 X 10 ⁰⁹	0,00 X 10 ⁰⁰	1,68 X 10 ⁰⁹	1,00 X 10 ⁰⁷	8,67 X 10 ⁰⁶	3,33 X 10 ⁰⁸	3,67 X 10 ⁰⁸	1,80 X 10 ⁰⁸
18	1	0,00 X 10 ⁰⁰	1,20 X 10 ⁰⁸	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ¹⁰	2,80 X 10 ⁰⁹	7,00 X 10 ⁰⁷	3,00 X 10 ⁰⁶	9,80 X 10 ⁰⁹	1,50 X 10 ⁰⁹	2,84 X 10 ⁰⁹	7,00 X 10 ⁰⁶	4,00 X 10 ⁰⁶	0,00 X 10 ⁰⁰	5,00 X 10 ⁰⁸	1,28 X 10 ⁰⁸
	2	6,00 X 10 ⁰⁸	1,40 X 10 ⁰⁸	2,00 X 10 ¹⁰	3,00 X 10 ¹⁰	1,30 X 10 ¹⁰	5,90 X 10 ⁰⁷	5,80 X 10 ⁰⁷	9,00 X 10 ⁰⁸	2,50 X 10 ⁰⁹	8,79 X 10 ⁰⁸	1,40 X 10 ⁰⁷	2,00 X 10 ⁰⁷	2,00 X 10 ⁰⁸	3,00 X 10 ⁰⁸	1,34 X 10 ⁰⁸
	3	0,00 X 10 ⁰⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	1,00 X 10 ¹⁰	0,00 X 10 ⁰⁰	2,50 X 10 ⁰⁹	5,00 X 10 ⁰⁶	1,20 X 10 ⁰⁷	5,00 X 10 ⁰⁸	4,00 X 10 ⁰⁸	2,29 X 10 ⁰⁸	8,00 X 10 ⁰⁶	3,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁵	1,00 X 10 ⁰⁸	5,28 X 10 ⁰⁷
Deviasi standar		3,46 X 10 ⁰⁸	7,57 X 10 ⁰⁸	1,00 X 10 ¹⁰	1,53 X 10 ¹⁰	5,98 X 10 ⁰⁹	3,48 X 10 ⁰⁷	2,95 X 10 ⁰⁷	5,26 X 10 ⁰⁹	1,05 X 10 ⁰⁹	1,36 X 10 ⁰⁹	3,79 X 10 ⁰⁶	9,54 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	2,00 X 10 ⁰⁸	4,51 X 10 ⁰⁷
Rata-rata		2,00 X 10 ⁰⁸	8,67 X 10 ⁰⁸	1,00 X 10 ¹⁰	1,33 X 10 ¹⁰	6,10 X 10 ⁰⁹	4,47 X 10 ⁰⁷	2,43 X 10 ⁰⁷	3,73 X 10 ⁰⁹	1,47 X 10 ⁰⁹	1,32 X 10 ⁰⁹	9,67 X 10 ⁰⁶	9,00 X 10 ⁰⁶	1,00 X 10 ⁰⁸	3,00 X 10 ⁰⁸	1,05 X 10 ⁰⁸

- = tidak diukur

Lampiran 6. Kualitas air media pemeliharaan *Daphnia* setelah inokulasi
Daphnia

➤ Oksigen Terlarut (mg/L)

Penebaran hari ke-	Ulangan	Hari ke-				
		2	8	14	20	26
0	U1	3,55	0,39	7,82	6,58	7,05
	U2	1,91	0,30	7,73	6,44	6,09
	U3	3,20	0,30	8,25	6,32	7,90
Deviasi standar		0,86	0,05	0,28	0,13	0,91
Rata-rata		2,89	0,33	7,93	6,45	7,01
6	U1	0,39	7,17	5,87	6,62	7,53
	U2	0,30	8,07	6,72	7,74	5,80
	U3	0,30	8,28	6,87	8,64	6,91
Deviasi standar		0,05	0,59	0,54	1,01	0,88
Rata-rata		0,33	7,84	6,49	7,67	6,75
12	U1	7,24	6,03	8,08	4,75	4,86
	U2	5,75	6,51	8,19	4,65	5,35
	U3	8,21	6,79	8,30	6,71	6,05
Deviasi standar		1,24	0,38	0,11	1,16	0,60
Rata-rata		7,07	6,44	8,19	5,37	5,42
18	U1	6,41	8,32	7,85	5,16	6,16
	U2	6,68	7,88	5,39	5,70	7,32
	U3	6,92	8,09	6,39	5,98	7,31
Deviasi standar		0,26	0,22	1,24	0,42	0,67
Rata-rata		6,67	8,10	6,54	5,61	6,93

Lampiran 6. (Lanjutan)

➤ Keasaman (unit)

Penebaran hari ke-	Ulangan	Hari ke-				
		2	8	14	20	26
0	U1	8,90	7,77	9,41	9,25	9,12
	U2	8,94	7,46	9,45	9,21	9,04
	U3	8,71	7,67	9,59	9,23	9,33
Deviasi standar		0,12	0,16	0,09	0,02	0,15
Rata-rata		8,85	7,63	9,48	9,23	9,16
6	U1	7,46	9,33	9,12	8,93	9,39
	U2	7,77	9,42	9,34	9,26	9,11
	U3	7,67	9,55	9,49	9,67	9,21
Deviasi standar		0,16	0,11	0,19	0,37	0,14
Rata-rata		7,63	9,43	9,32	9,29	9,24
12	U1	9,29	9,11	9,37	8,91	8,64
	U2	8,90	9,25	9,40	8,86	8,84
	U3	9,38	9,30	9,44	9,03	9,27
Deviasi standar		0,26	0,10	0,04	0,09	0,32
Rata-rata		9,19	9,22	9,40	8,93	8,92
18	U1	9,33	9,52	9,52	9,15	8,34
	U2	9,48	9,35	9,09	9,17	8,52
	U3	9,51	9,49	9,07	9,41	8,59
Deviasi standar		0,10	0,09	0,25	0,14	0,13
Rata-rata		9,44	9,45	9,23	9,24	8,48

Lampiran 6. (Lanjutan)

➤ Suhu (°C)

Penebaran hari ke-	Ulangan	Hari ke-				
		2	8	14	20	26
0	U1	27,30	27,90	26,90	27,20	27,20
	U2	27,40	27,90	26,70	27,20	26,60
	U3	27,10	27,90	27,00	27,10	26,60
Deviasi standar		0,15	0,00	0,15	0,06	0,35
Rata-rata		27,27	27,90	26,87	27,17	26,80
6	U1	27,90	27,00	27,10	27,20	27,60
	U2	27,90	27,00	27,10	26,80	27,50
	U3	27,90	27,00	27,10	26,70	27,50
Deviasi standar		0,00	0,00	0,00	0,26	0,06
Rata-rata		27,90	27,00	27,10	26,90	27,53
12	U1	27,00	26,80	27,00	27,40	27,30
	U2	27,00	27,10	27,30	27,50	27,30
	U3	27,00	27,10	27,20	27,60	27,10
Deviasi standar		0,00	0,17	0,15	0,10	0,12
Rata-rata		27,00	27,00	27,17	27,50	27,23
18	U1	27,10	27,30	27,70	27,20	27,30
	U2	27,20	27,30	27,70	27,20	27,30
	U3	27,10	27,40	27,60	27,30	27,30
Deviasi standar		0,06	0,06	0,06	0,06	0,00
Rata-rata		27,13	27,33	27,67	27,23	27,30

Lampiran 7. Kualitas media dan tingkah laku *Daphnia* pada saat penebaran

Waktu penebaran (hari ke-)	Keterangan	
	Kualitas air	Tingkah laku <i>Daphnia</i>
0	Air terlihat keruh, banyak bahan-bahan tersuspensi: Partikel-partikel kotoran ayam dan tepung terigu masih dapat terlihat dengan mata telanjang terapung dan melayang di air. Larutan kotoran ayam dan tepung tapioka belum terbentuk, terlihat dari warna dasar air yang masih cukup jernih.	<i>Daphnia</i> terlihat kesulitan bergerak di antara partikel-partikel besar yang terapung dan melayang di air.
6	Air terlihat lebih keruh, berwarna coklat muda dengan lendir yang cukup banyak	<i>Daphnia</i> lebih sulit lagi untuk bergerak. Lendir-lendir di air terlihat menjerat apendiks untuk bergerak
12	Air terlihat coklat tua dan tidak terlihat adanya partikel-partikel kotoran ayam dan tepung tapioka yang terapung maupun melayang	Pergerakan <i>Daphnia</i> terlihat bebas
18	Sama dengan penebaran hari ke duabelas namun warnanya lebih muda	Pergerakan <i>Daphnia</i> terlihat bebas

