



PENGARUH WAKTU FERMENTASI LIMBAH BAHAN ORGANIK (KOTORAN BURUNG PUYUH, ROTI AFKIR DAN AMPAS TAHU) SEBAGAI PUPUK UNTUK PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN LEMAK *Daphnia* sp.

Sri Rahayuni Agustin, Pinandoyo, Vivi Endar Herawati *¹²

ABSTRAK

Daphnia sp. merupakan pakan alami yang potensial untuk larva ikan karena mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi. Kandungan nutrisi *Daphnia* sp. tergantung pada pakan yang dimakan dalam media kultur. Kultur *Daphnia* sp. sering dilakukan dengan penggunaan pupuk yang difermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses penguraian atau perombakan suatu bahan organik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu terhadap pertumbuhan dan bobot biomassa *Daphnia* sp. dan mengetahui waktu fermentasi terbaik untuk pertumbuhan, bobot biomassa, dan kandungan lemak *Daphnia* sp. Kepadatan *Daphnia* sp. yaitu 100 ind/L. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan dengan perlakuan kultur *Daphnia* sp. menggunakan pupuk yang difermentasi dengan waktu berbeda yaitu: perlakuan A (pupuk tanpa fermentasi), perlakuan B (pupuk fermentasi 7 hari), perlakuan C (pupuk fermentasi 14 hari), dan perlakuan D (pupuk fermentasi 21 hari). Kombinasi kotoran burung puyuh: roti afkir: ampas tahu yaitu dengan perbandingan 1: 2: 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kombinasi kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu yang difermentasi dengan waktu berbeda dalam media kultur *Daphnia* sp. memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada pertumbuhan *Daphnia* sp. dan berpengaruh sama ($P \geq 0,05$) pada bobot biomassa *Daphnia* sp. Perlakuan B memberikan nilai terbaik dengan kepadatan populasi tertinggi yaitu 99.437,53 ind/L; laju pertumbuhan spesifik yaitu 0,493 /hari; bobot biomassa $118,62 \pm 9,40$ g; dan kandungan lemak 9,50%.

Kata kunci: *Daphnia* sp.; waktu fermentasi; Limbah Organik; produksi

Pendahuluan

Keberadaan pakan alami sangat diperlukan dalam budidaya/pembenihan ikan karena nutrisi yang

terkandung dalam pakan alami belum bisa digantikan oleh pakan lainnya. Pakan alami merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi benih ikan. Salah satu pakan alami yang sering digunakan dalam kegiatan

¹ Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang. Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

² E-mail: anshinvie@yahoo.com

budidaya/pembenihan yaitu *Daphnia* sp. *Daphnia* sp. merupakan sumber pakan alami yang potensial untuk dikembangkan bagi larva ikan (Mubarak *et al.*, 2009). *Daphnia* sp. baik untuk larva ikan, karena ukurannya sesuai dengan bukaan mulut larva, mudah dicerna, dan mempunyai kadar protein yang tinggi (Mokoginta *et al.*, 2003). Kandungan dalam *Daphnia* sp. yaitu kadar air 94,78%; protein 42,65%; lemak 8%; serat kasar 2,58%; dan abu 4% (Darmanto *et al.*, 2000). Kandungan nutrisi *Daphnia* sp. bervariasi tergantung makanan yang dimakan dan tersedia pada media kultur (Pangkey, 2009).

Kultur *Daphnia* sp. dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik sebagai pupuk. Pemanfaatan limbah organik seperti kotoran burung puyuh, roti afkir dan ampas tahu sering digunakan dalam pembuatan pupuk organik. Kotoran burung puyuh memiliki kandungan unsur hara yang tinggi, mudah terurai, dan mudah diserap sehingga berfungsi merangsang pertumbuhan plankton dalam kolam (Huri dan Syafriadiman, 2007; Widijanto *et al.*, 2011). Kotoran burung puyuh memiliki kandungan N 0,061 - 3,19%; kandungan P 0,209 - 1,37%; dan kandungan K₂O sebesar 3,133% (Huri dan Syafriadiman, 2007; Herawati *et al.*, 2017). Bahan organik lain yang digunakan yaitu ampas tahu memiliki kandungan protein cukup tinggi yaitu 21,91 - 23,62%; serat 41,98%; lemak 7,78%; abu 3,97% dan BETN 41,98%; N 1,24 - 3,41%; dan P 0,22 - 0,58% sedangkan limbah roti afkir mengandung protein 10,25%; serat 12,04%; lemak 13,42%; abu 0,80%; K 0,07% dan P 0,019% (Fajri *et al.*, 2014; Gaol *et al.*, 2015). Penambahan tepung roti dilakukan

sebagai nutrisi tambahan dalam media. Beberapa penelitian (Zahidah *et al.*, 2012; Herawati *et al.*, 2015) tentang kultur *Daphnia* sp. menggunakan pupuk organik yang telah difermentasi.

Fermentasi merupakan proses penguraian atau perombakan bahan organik yang dilakukan dalam kondisi tertentu oleh mikroorganisme fermentatif (Santi, 2008). Menurut Zahidah *et al.* (2012), proses penguraian (dekomposisi) pupuk organik akan menumbuhkan mikroorganisme yang akan dimanfaatkan sebagai pakan *Daphnia* sp. Tujuan dari fermentasi adalah menghasilkan produk baru dengan menggunakan mikroorganisme untuk meningkatkan dan memperkaya nutrisi pada bahan (Nwaichi, 2013). Menurut Herawati *et al.* (2015) bahwa kandungan nutrisi *Daphnia* sp. meningkat sebelum dikultur dan setelah dikultur dengan menggunakan pupuk organik yang difermentasi yaitu protein dari 62,23% menjadi 71,07% dan lemak 6,23% menjadi 6,40%. Waktu yang digunakan dalam proses fermentasi berbeba-beda yaitu antara 7 hari sampai 21 hari (Wahyuningsih dan Supriyo, 2013). Namun masih jarang yang menjelaskan tentang lama fermentasi terbaik untuk media kultur *Daphnia* sp. Sehingga dilakukan penelitian pengaruh waktu fermentasi kotoran burung puyuh, roti afkir dan ampas tahu sebagai pupuk untuk pertumbuhan dan kandungan lemak *Daphnia* sp.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu terhadap pertumbuhan, bobot biomassa, dan kandungan lemak *Daphnia* sp. dan mengetahui waktu fermentasi yang

terbaik untuk pertumbuhan, bobot biomassa, dan kandungan lemak *Daphnia* sp. yang dikultur menggunakan pupuk yang difermentasi dengan waktu berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan kepada para pembudidaya ikan air tawar untuk menggunakan pupuk organik untuk kultur *Daphnia* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016 sampai dengan bulan Maret 2017 di APPIHIS, Poncol, Semarang, Jawa Tengah.

Metode

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian adalah *Daphnia* sp. yang diperoleh dari alam. Wadah kultur yang digunakan yaitu bak beton yang diisi air sebagai media dengan volume ± 700 L. Bahan uji yang digunakan berupa kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu. Kandungan nutrisi bahan organik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Bahan Organik

Bahan	Air (%)	Kadar dalam 100% Bahan Kering			
		Abu (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)
Kotoran Burung Puyuh	14,41	30,89	4,56	16,20	17,73
Roti Afkir	16,23	1,43	13,62	0,88	9,98
Ampas Tahu	13,84	4,16	6,69	27,17	17,07

Sumber : Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2017)

Kombinasi kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu yaitu dengan perbandingan 1 : 2 : 1 (Herawati *et al.*, 2017). Bahan organik difermentasi menggunakan probiotik. Probiotik EM4 dan molase dengan perbandingan 1:1 dan dilarutkan dalam air 100 mL, selanjutnya didiamkan selama ± 3 jam (Yuniwati *et al.*, 2012; Zahidah *et al.*, 2012). Limbah bahan organik kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu difermentasi dengan waktu yang berbeda yaitu 7 hari, 14 hari, dan 21 hari (Fariani dan Akhadiarto, 2012; Wahyuningsih dan Supriyo, 2013). Rancangan percobaan yang dilakukan yaitu RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang dilakukan adalah kultur *Daphnia* sp. menggunakan pupuk (kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu)

yang difermentasi dengan waktu berbeda yaitu sebagai berikut:

- Perlakuan A: tanpa difermentasi
- Perlakuan B: fermentasi 7 hari
- Perlakuan C: fermentasi 14 hari
- Perlakuan D: fermentasi 21

Kultur *Daphnia* dilakukan secara massal dengan volume ± 700 L. Pupuk ditimbang terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam kolam dengan dosis 2 g/L (Damle dan Chari, 2011). Media pemeliharaan diaerasi dan didiamkan selama 5 – 12 hari untuk menumbuhkan plankton sebagai pakan *Daphnia* sp., kemudian ditebar bibit *Daphnia* sp. (Kang'ombe *et al.*, 2006; Dulic *et al.*, 2015). Bibit *Daphnia* sp. sebanyak ± 70.000 individu ditebar dengan kepadatan awal 100 ind/L (Rakhman *et al.*, 2012; Herawati *et al.*, 2017).

Data yang diamati dalam penelitian meliputi kandungan nutrisi

pupuk organik yang difermentasi dengan waktu berbeda, kepadatan populasi *Daphnia* sp., laju pertumbuhan spesifik, bobot biomassa, kandungan lemak, penagamtan plankton, dan kualitas air. Data laju pertumbuhan spesifik dan bobot biomassa di uji secara statistik dengan uji Anova.

Kandungan nutrisi *Daphnia* sp. diuji menggunakan analisis proksimat. Analisis nutrisi dapat dilakukan dengan analisis proksimat, yaitu analisis kasar yang meliputi kadar air, abu, lemak kasar, protein kasar, dan seratkasar (Hafiludin, 2011).

Kepadatan populasi *Daphnia* sp. dihitung setiap 2 hari sekali. Perhitungan dilakukan dengan mengambil sampel menggunakan gelas ukur, selanjutnya dihitung jumlah *Daphnia* sp. Perhitungan *Daphnia* sp. dilakukan sebanyak 12 kali ulangan dan hasilnya dirata-rata. Hasil perhitungan kepadatan *Daphnia* sp. dikonvesikan dalam jumlah ind/L. Rumus perhitungan *Daphnia* menurut Rahayu *et al.* (2012) adalah sebagai berikut:

$$a = bxp/q$$

Keterangan:

- a : Jumlah individu *Daphnia* sp. (individu/L)
- b : Jumlah *Daphnia* sp. yang dihitung (individu)
- p : Volume media kultur (L)
- q : Volume sampel yang diambil (10 mL)

Menurut Ocampo *et al.* (2012), laju pertumbuhan spesifik dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$k = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{\Delta t}$$

Keterangan:

- k : Konstanta laju pertumbuhan spesifik (/hari)
- N_t : Jumlah populasi pada hari ke t (ind/L)
- N₀ : Jumlah populasi pada awal kultur (ind/L)
- Δt : Waktu kultur pada hari ke t (hari)

Pengukuran biomassa bertujuan untuk mengetahui jumlah produksi plankton secara praktis dan sederhana (Wardhana, 2003). Perhitungan biomassa *Daphnia* adalah sebagai berikut:

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

- W : Biomassa (g)
- W₀ : Berat awal (g)
- W_t : Berat akhir (g)

Perhitungan kelimpahan populasi dan identifikasi fitoplankton dilakukan dengan cara mengambil 5 ml air pemeliharaan. Pengamatan pertama dilakukan setelah 3 hari penebaran pupuk. Sampel diamati di Laboratorium Basah Budidaya Perairan menggunakan *Sedgwick-rafter* dan mikroskop dengan perbesaran 100 kali (Khan *et al.*, 2001; Liwutang *et al.*, 2013). Sampel diidentifikasi dengan berpedoman pada buku Davis 1955. Selanjutnya pengamatan dan perhitungan jumlah spesies plankton yang ditemukan. Menurut Hamdani (2006), hasil perhitungan dimasukkan ke dalam rumus sebagai berikut:

$$N = a \times 1000$$

Keterangan:

N : Jumlah plankton (sel/L)

a : Hasil perhitungan (sel/mL)

Pengukuran kualitas air meliputi suhu, DO, dan pH dilakukan setiap hari. Pengukuran suhu dilakukan dengan thermometer, pengukuran DO dilakukan dengan DO meter dan pengukuran pH dilakukan dengan pH

tester. Pengontrolan pH air berkisar antara 7,5 – 8,5, apabila pH air berada di bawah 7,5 maka dilakukan penambahan kapur dolomit.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan nutrisi pupuk organik

Hasil analisis proksimat pupuk organik meliputi kandungan air, abu, serat kasar, lemak kasardan protein kasar. Hasil analisis proksimat pupuk tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Proksimat Pupuk Organik (Kotoran Burung Puyuh, Roti Afkir, dan Ampas Tahu) yang Difermentasi dengan Waktu Berbeda

Bahan	Air (%)	Kadar dalam 100% Bahan Kering			
		Abu (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)
A	14,79	10,57	9,79	17,12	14,67
B	34,06	9,62	4,61	9,84	19,04
C	32,90	9,26	5,75	9,28	18,79
D	25,61	8,99	7,78	8,80	18,69

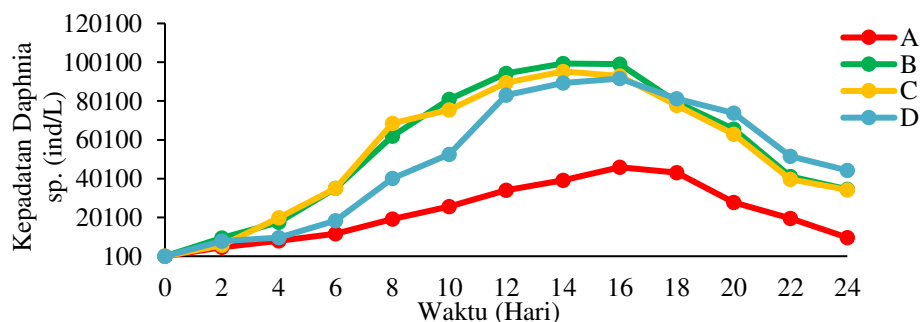
Sumber : Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2017)

Hasil menunjukkan bahwa kandungan air tertinggi pada perlakuan B (34,06%) dan terendah pada perlakuan A (14,79%), abu tertinggi pada perlakuan A (10,57%) dan terendah pada perlakuan D (8,99%), lemak kasar tertinggi pada perlakuan A (9,79%) dan terendah pada perlakuan B (4,61%), serat kasar tertinggi pada perlakuan A (17,12%) dan terendah pada perlakuan D

(8,80%), dan protein kasar tertinggi pada perlakuan B (19,04%) dan terendah pada perlakuan A (14,67%).

Pertumbuhan populasi *Daphnia* sp.

Perhitungan kepadatan populasi *Daphnia* sp. yang dilakukan setiap 2 hari sekali membentuk pola pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. Grafik pola pertumbuhan *Daphnia* sp. tersaji pada Gambar 1.



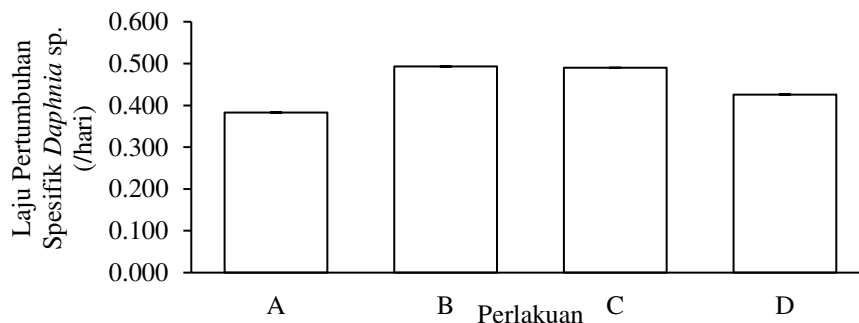
Gambar 1. Grafik Pola Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp.

Fase pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. selama pemeliharaan terdiri dari fase adaptasi (*lag phase*), fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian (*death phase*). Fase adaptasi terjadi pada waktu yang berbeda yaitu pada perlakuan A berlangsung selama 6 hari, perlakuan B dan D berlangsung selama 4 hari dan perlakuan C berlangsung selama 2 hari. Fase eksponensial terjadi setelah fase adaptasi sampai hari ke

12. Fase stasioner terjadi pada hari ke 14 sampai hari ke 18. Selanjutnya terjadi fase kematian dimulai pada hari ke 18.

Laju pertumbuhan spesifik Daphnia sp.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh hasil laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. pada puncak populasi tersaji pada Gambar 2.

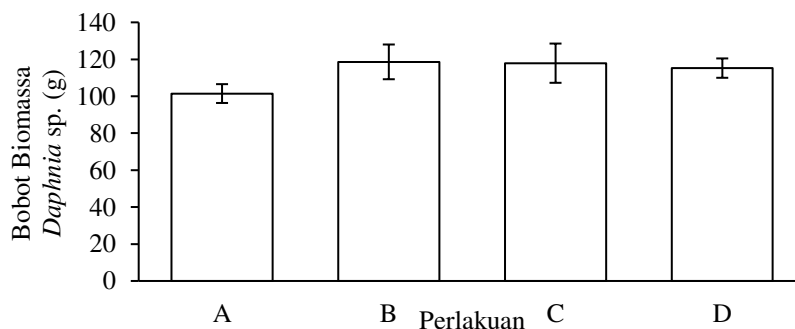


Gambar 2. Laju Pertumbuhan Spesifik *Daphnia* sp.

Berdasarkan hasil pada Gambar 2 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik tertinggi terjadi pada perlakuan B yaitu $0,493 \pm 0,000$ /hari, sedangkan laju pertumbuhan spesifik terendah terjadi pada perlakuan A yaitu $0,383 \pm 0,000$ /hari.

Bobot biomassa

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. pada puncak populasi tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Bobot Biomassa *Daphnia* sp.

Berdasarkan hasil pada Gambar 3 menunjukkan bobot biomassa tertinggi terjadi pada perlakuan B

yaitu $118,62 \pm 9,40$ g sedangkan bobot biomassa terendah terjadi pada perlakuan A yaitu $101,46 \pm 5,10$ g.

Hasil uji ANOVA yang dilakukan menunjukkan bahwa waktu fermentasi pupuk yang berbeda memberikan pengaruh sama terhadap bobot biomassa *Daphnia* sp.

Kandungan lemak

Hasil kandungan lemak *Daphnia* sp. yang dikultur menggunakan pupuk kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu yang difermentasi dengan waktu berbeda tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Lemak *Daphnia* sp.

Perlakuan	Kandungan Lemak	
	<i>Daphnia</i> sp. sebelum perlakuan (%)	<i>Daphnia</i> sp. Setelah perlakuan (%)
A	6,23	5,59
B	6,23	9,50
C	6,23	9,41

Tabel 4. Hasil Pengamatan Plankton

Jenis	Perlakuan			
	A	B	C	D
Chloropyta (10^9 sel/L)	1,20	4,26	2,55	1,73
Nematoda (10^9 ind/L)	1,54	0,68	0,65	1,37
Rotifera (10^6 ind/L)	1,45	2,95	2,70	1,74
Protozoa (Euglenophyceae) (10^8 ind/L)	1,57	0,57	1,16	1,07
Protozoa (<i>Paramecium</i>) (10^3 ind/L)	1,33	0,67	0,33	0
Jumlah	$2,89 \times 10^9$	$4,99 \times 10^9$	$3,32 \times 10^9$	$3,21 \times 10^9$

Jumlah plankton tertinggi diperoleh perlakuan B yaitu Chloropyta $4,26 \times 10^9$ sel/L; Nematoda $0,68 \times 10^9$ ind/L; Rotifera $2,95 \times 10^6$ ind/L; Euglenophyceae $0,57 \times 10^8$ ind/L dan *Paramecium* $0,67 \times 10^3$ ind/L. Jumlah plankton terendah pada perlakuan A yaitu

D	6,23	9,01
Pustaka	7,25 – 8,14 ^{a)}	7,25 – 8,14 ^{a)}

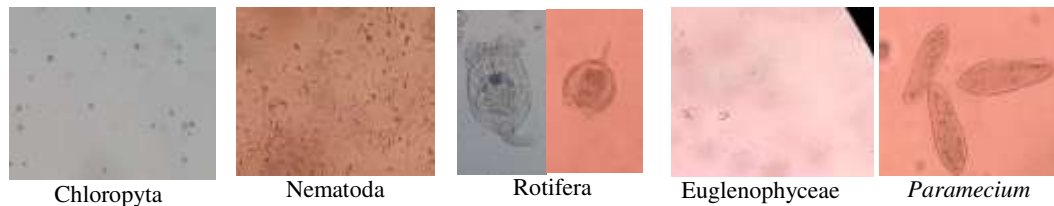
Sumber: ^{a)} Herawati *et al.* (2017)

Hasil analisis kandungan lemak *Daphnia* sp. nilai tertinggi diperoleh perlakuan B penggunaan pupuk kotoran burung puyuh, roti afkir, dan ampas tahu yang difermentasi selama 7 hari yaitu 9,50%; selanjutnya perlakuan C yaitu 9,41%; perlakuan D 9,01%; dan kandungan lemak terendah pada perlakuan A yaitu 5,59%.

Pengamatan plankton

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada penelitian terdapat beberapa jenis plankton, diantaranya Chloropyta, Rotifera, Nematoda, dan Protozoa. Hasil pengamatan plankton selama penelitian tersaji pada Tabel 4.

Chloropyta $1,20 \times 10^9$ sel/L; Nematoda $1,54 \times 10^9$ ind/L; Rotifera $1,45 \times 10^3$ ind/L; Euglenophyceae $1,57 \times 10^8$ ind/L dan *Paramecium* $1,33 \times 10^3$ ind/L. Hasil pengamatan plankton dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengamatan Plankton

Kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air pada media kultur *Daphnia* selama penelitian tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter Kualitas Air	Kisaran Pengukuran	Kelayakan Optimal Menurut Pustaka
Suhu (°C)	26 – 28	25 – 30 (Rakhman <i>et al.</i> , 2012)
Oksigen Terlarut (mg/L)	3,20 – 3,28	>3 (Mubarak <i>et al.</i> , 2009)
pH	7,1 – 8,6	7 – 8,6 (Ocampo <i>et al.</i> , 2012)

Pembahasan

Analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan protein pupuk organik mengalami kenaikan setelah dilakukan proses fermentasi menggunakan probiotik EM4 dan molase. Kadar protein kasar tanpa fermentasi yaitu 14,67%, sedangkan kadar protein kasar setelah fermentasi 7, 14, dan 21 hari yaitu 19,04%; 18,79%; dan 18,69%. Kenaikan protein setelah fermentasi yaitu antara 4,02% - 4,37%. Menurut Erizal (2011), peningkatan protein dipengaruhi oleh aktivitas enzim protease yang dihasilkan oleh mikroorganisme probiotik untuk dapat merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Selama proses fermentasi mikroorganisme akan mengeluarkan enzim, dimana enzim adalah protein. Selain itu mikroorganisme merupakan sumber protein sel tunggal. Kadar protein kasar

mengalami penurunan pada fermentasi 14 hari dan 21 hari berkisar antara 0,10% - 0,35%. Menurut Deliani (2008), bahwa mikroorganisme akan menggradasi protein selama proses fermentasi menjadi dipeptide dan seterusnya menjadi NH_3 atau N_2 yang hilang melalui penguapan sehingga kandungan protein menurun. Selain itu menurut Erizal (2011), bahwa mikroorganisme dapat mengalami pertumbuhan dan berkembangbiakan.

Kepadatan populasi *Daphnia* sp. tertinggi pada fase adaptasi diperoleh perlakuan B yaitu 20.677,02 ind/L dan terendah pada perlakuan A yaitu 8.040,47 ind/L. Fase adaptasi dimana terjadi penyesuaian *Daphnia* sp. terhadap lingkungan baru karena perubahan konsentrasi nutrisi dari media kultur sebelumnya ke media kultur yang baru. Perlakuan A memperoleh nilai kepadatan populasi terendah dan waktu adaptasi yang lebih lama diduga kondisi media kultur *Daphnia* sp. yang baru berbeda dengan kondisi media sebelumnya sehingga *Daphnia* sp. memerlukan waktu untuk beradaptasi. Menurut Prastya *et al.* (2016), bahwa fase adaptasi merupakan tahap untuk *Daphnia* sp. beradaptasi pada wadah kultur yang baru. Izzah *et al.* (2014), bahwa waktu *lag phase* menunjukkan lamanya adaptasi *Daphnia* sp. karena terjadinya penyesuaian terhadap media kultur sehingga mempengaruhi

cepat dan lambat nya pertumbuhan *Daphnia* sp.

Fase eksponensial terjadi mulai hari ke 4 pada perlakuan B, C, dan D sedangkan perlakuan A terjadi mulai hari ke 8. Kepadatan populasi tertinggi terjadi perlakuan B yaitu 79.017,27 ind/L dan terendah terjadi pada perlakuan A yaitu 26.288,08 ind/L. Kepadatan populasi *Daphnia* sp. yang tinggi diduga karena ketersediaan pakan dan kualitas lingkungan pada media kultur sesuai dengan kebutuhan *Daphnia* sp. Jumlah fitoplankton pada perlakuan B yaitu $4,26 \times 10^9$ sel/L. Menurut Wibowo *et al.* (2014), bahwa semakin tinggi populasi fitoplankton yang ada dalam media budidaya maka ketersediaan pakan bagi *Daphnia* sp. semakin melimpah sehingga mencukupi kebutuhan untuk pertumbuhan *Daphnia* sp. yang ditandai dengan peningkatan populasi.

Terjadi fase stasioner terjadi mulai hari ke 14 pada perlakuan B, C, dan D, sedangkan perlakuan A terjadi pada hari ke 16. Kepadatan populasi *Daphnia* sp. tertinggi fase stasioner pada perlakuan B yaitu 92.593,68 ind/L. Fase stasioner digambarkan dengan adanya penurunan pertumbuhan *Daphnia* sp. dikarenakan jumlah nutrisi yang terdapat pada media kultur tidak mencukupi kebutuhan *Daphnia* sp. sehingga mengakibatkan persaingan dalam kebutuhan pakan sehingga reproduksi *Daphnia* sp. melambat. Fase stasioner pada perlakuan B, C, dan D terjadi lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan A diduga ketersediaan pakan pada media kultur semakin menurun dan kualitas lingkungan yang sudah tidak

optimal karena kepadatan *Daphnia* sp. semakin meningkat. Menurut Darmawan (2014), bahwa memasuki fase stasioner, pertumbuhan *Daphnia* sp. mengalami penurunan akibat ketersediaan pakan yang terdapat dalam media tidak mencukupi kebutuhan *Daphnia* sp. yang terdapat dalam wadah budidaya untuk dapat tumbuh optimal.

Fase kematian (*death phase*) berlangsung setelah fase stasioner. Hasil penelitian menunjukkan fase kematian terjadi pada hari ke 18 dengan kepadatan tertinggi pada perlakuan D yaitu 56.496,40 ind/L. Fase kematian digambarkan dengan penurunan jumlah *Daphnia* sp. secara drastis diduga karena kandungan nutrisi pada media kultur berkurang dan kondisi lingkungan pada media kultur sudah tidak optimal dan tidak layak. Perlakuan D memperoleh hasil kepadatan populasi pada fase kematian tertinggi namun tidak pada fase adaptasi, eksponensial, dan stasioner. Rendahnya kepadatan populasi *Daphnia* sp. pada fase adaptasi, eksponensial, dan stasioner diduga kandungan nutrisi pupuk yang difermentasi terlalu lama semakin berkurang. Menurut Yuniwati *et al.* (2012), semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak kesempatan bagi mikroorganisme untuk mengurai bahan, sehingga kandungan dalam bahan semakin turun. Menurut Ansaka (2002), bahwa kandungan unsur hara pada media yang mudah larut akan berkurang karena cepat larut dan memiliki kandungan bahan organik yang lebih sedikit. Menurut Zahidah *et al.* (2012), bahwa *Daphnia* sp. memerlukan nutrisi bagi pertumbuhannya yang dapat berasal

dari banyak sumber, diantara dari bahan organik tersuspensi. Kepadatan populasi pada perlakuan B dan C rendah saat fase kematian diduga kualitas lingkungan dan kandungan pakan yang semakin menurun, serta jenis plankton yaitu Rotifera lebih tinggi dibandingkan perlakuan D. Rotifera merupakan zooplankton yang dapat bersifat sebagai pakan, namun juga dapat sebagai kompetisi makanan bagi *Daphnia* sp. Jumlah Rotifera pada perlakuan B yaitu $2,95 \times 10^6$ ind/L. Ha and Hanazato (2009), terjadi kompetisi antara rotifer dan *Daphnia* dalam memakan fitoplankton (*Chlorella vulgaris*).

Menurut Darmawan (2014), bahwa pertumbuhan *Daphnia* sp. dipengaruhi oleh faktor kondisi fisik perairan dan ketersediaan pakan. Ketika faktor tersebut mendukung, maka laju pertumbuhan *Daphnia* sp. akan berlangsung lebih cepat dan menghasilkan puncak populasi yang lebih banyak. Puncak populasi *Daphnia* sp. pada perlakuan yaitu 99.437,33 ind/L dengan laju pertumbuhan *Daphnia* sp. 0,493 /hari. Kepadatan populasi *Daphnia* sp. perlakuan A yaitu 45.965,33 ind/L dengan laju pertumbuhan 0,383 /hari. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Daphnia* sp. yaitu ketersediaan pakan berupa plankton. Jumlah plankton terbanyak pada perlakuan B dan jumlah plankton terendah pada perlakuan A. Menurut Darmawan (2014), semakin banyak kelimpahan fitoplankton dan bahan organik yang terdapat dalam media, maka laju pertumbuhan *Daphnia* sp. akan berlangsung lebih cepat.

Bobot biomassa tertinggi diperoleh perlakuan B yaitu 118,62 gram dan perlakuan A yaitu 101,46

gram. Bobot biomassa dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang ada dalam media kultur. Kandungan protein pada perlakuan B yaitu 19,04%, sedangkan perlakuan A 14,67%. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menumbuhkan pakan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan *Daphnia* sp. Menurut Febrianti (2004), bahan organik yang terdapat dalam media meningkatkan jumlah bakteri dan partikel organik hasil dekomposisi oleh bakteri dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi pada media yang akan mempengaruhi populasi dan produksi biomassa pakan alami. Perlakuan A memperoleh bobot biomassa terendah diduga rendahnya kandungan nutrisi pada pupuk yang diberikan ke media kultur kemudian menyebabkan kandungan pakan dalam media kultur kurang sehingga mempengaruhi pertumbuhan *Daphnia* sp. Menurut Sitohang *et al.*(2012), bahwa proses fermentasi pupuk organik oleh bakteri probiotikmeningkatkan kandunga nutrisi pupuk organik sebagai persyaratan nutrisi lebih baik untuk pertumbuhan biomassa *Daphnia* sp. Fungsi makanan memiliki peranan penting sebagai nutrisi dalam pertumbuhan *Daphnia* sp. dimana berbagai aktifitas kimiawi dan fisiologis terjadi didalam tubuh individu *Daphnia* sp. seperti penambahan ukuran panjang, berat, dan pergantian kulit.

Analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan lemak tertinggi diperoleh perlakuan B yaitu 9,50% dan terendah pada perlakuan A dengan kandungan lemak 5,59%. Kandungan lemak *Daphnia* sp. tergantung pada pakan pada media kultur. Penggunaan pupuk fermentasi

pada perlakuan B mampu menyediakan pakan untuk *Daphnia* sp. sehingga menghasilkan kandungan lemak yang lebih tinggi. Menurut Zahidah *et al.* (2012), kandungan lemak *Daphnia* sp. yang dikultur pada limbah yang difermentasi lebih tinggi dibanding penggunaan limbah atau pupuk yang tidak difermentasi. Kandungan pupuk fermentasi mengandung bakteri EM4 yaitu *Lactobacillus* sp. Menurut Jamila dan Tangdilintin (2011), *Lactobacillus* sp. menguraikan karbohidrat dan menghasilkan asam-asam lemak sehingga kandungan lemak meningkat. Kandungan lemak pada perlakuan B tinggi yaitu 9,50% diduga karena kandungan pakan pada media. Menurut Kumalasari *et al.* (2014) dan Rai *et al.* (2015), kandungan lemak pada mikroalga *Chlorella* yaitu 26,84 – 32%. Kandungan lemak nematode menurut Tosun *et al.* (2015), yaitu 12,54%. Kandungan lemak Rotifera yaitu 7,1 – 17,1% (Hamre, 2016). Menurut Nwoye *et al.* (2017), kandungan lemak *Euglena* yaitu 16,4%. Lemak Protozoa (*Paramecium*) yaitu 6,91% (Lwoff, 1966). Pangkey (2009) mengatakan bahwa kandungan nutrisi *Daphnia* sp. bervariasi menurut umur dan tergantung pada makanan yang dimakan.

Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Daphnia* sp. sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan dalam media kultur. Jumlah dan jenis pakan yang sesuai dengan kebutuhan akan semakin meningkatkan pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. Hasil pengamatan plankton menunjukkan bahwa jenis-jenis plankton yang diperoleh antara lain Chloropyta, Rotifera, Nematoda, dan

Protozoa (*Euglena* dan *Paramecium*). Menurut Darmawan (2014), bahwa pertumbuhan populasi *Daphnia* sangat dipengaruhi oleh makanan yang tersedia terutama fitoplankton dan bahan organik yang terdapat dalam media kultur. *Daphnia* sp. bersifat *non selective filter feeder* yang memakan alga uniseluler, detritus, dan rotifera kecil. Menurut Mehdipour *et al.* (2011), bahwa *Daphnia* sp. yang diberikan pakan *Chlorella* sp. dan *Scenedesmus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan *Daphnia* sp. Menurut Jurgens *et al.* (1997), bahwa *Daphnia* memakan protozoa dan bakteri secara bersamaan.

Kelimpahan plankton pada media kultur *Daphnia* sp. berbeda-beda. Jumlah plankton yang tinggi pada perlakuan B diduga kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan A. Menurut Fajri *et al.* (2014), bahwa protein yang tinggi dijadikan sebagai sumber nitrogen yang mampu dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Wibowo *et al.* (2014) bahwa kandungan pupuk di dalam media dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Kelimpahan plankton pada media kultur berbeda-beda. Menurut Pamukas (2011), kelimpahan plankton pada perairan dipengaruhi oleh kandungan unsur hara pada media kultur berbeda dan setiap plankton mempunyai respon yang berbeda terhadap kandungan nutrisi pada media air.

Kisaran kualitas air selama penelitian yaitu oksigen terlarut 3,20 – 3,28 mg/L, suhu antara 26 – 28°C, dan pH 7,1 – 8,6. Menurut Mubarak *et al.* (2009), oksigen terlarut yang optimal untuk kultur *Daphnia* sp.

yaitu >3 mg/L. Oksigen terlarut dapat ditingkatkan melalui penggunaan aerasi. Menurut Darmawan (2014) *Daphnia* sp. dapat tumbuh dan berkembang biak pada suhu 24 – 28°C. Menurut Ocampo *et al.* (2012) kisaran pH untuk *Daphnia* yaitu 7 – 8,6. Menurut Rahayu *et al.* (2012) menyatakan bahwa *Daphnia* sp. tumbuh baik pada perairan dengan pH 6,5 – 9.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah waktu fermentasi pupuk organik memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan *Daphnia* sp., namun berpengaruh sama ($P > 0,05$) terhadap bobot biomassa *Daphnia* sp. dan perlakuan B kultur *Daphnia* sp. memberikan hasil kultur terbaik dengan kepadatan populasi tertinggi yaitu 99.437,53 ind/L, laju pertumbuhan spesifik $0,493 \pm 0,000$ /hari, bobot biomassa $118,62 \pm 9,40$ g, dan kandungan lemak 9,50%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan yaitu sebaiknya dilakukan pengamatan jenis dan jumlah bakteri yang terdapat dalam proses fermentasi.

Daftar Pustaka

- Ansaka, D. 2002. Pemafaatan Ampas Sagu *Metroxylon sagu* Rottb dan Enceng Gondok *Eichornia crassipes* dalam Kultur *Daphnia* sp. [Skripsi]. Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 50 hlm.
- Damle, D.K. and M.S. Chari. 2011. Performance Evaluation of Different Animal Wastes on Culture of *Daphnia* sp. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 6(1): 57-61.
- Darmanto, D. Satyani, A. Putra, Chumaidi dan M.R. Darmawiredja. 2000. *Budidaya Pakan Alami untuk Benih Ikan Air Tawar*. Teknologi Pertanian, Jakarta, hlm. 1-21.
- Darmawan, J. 2014. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp. pada Media Budidaya dengan Penambahan Air Buangan Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *Berita Biologi* 13(1): 57-63.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Fresh-Water Plankton*. Michigan State University Press, Michigan, Amerika, 562 p.
- Deliani. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak, dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan, 87 hlm.
- Erizal. 2011. Analisis Kandungan Nutrisi Ransum dari Limbah Perkebunan Kelapa Sawit dan Agroindustri yang Difermentasi Menggunakan Probiotik dengan Lama Pemeraman Berbeda. [Skripsi]. Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, 37 hlm.
- Fajri, W.N., Suminto dan J. Hutabarat. 2014. Pengaruh Penambahan Kotoran Ayam, Ampas Tahu dan Tepung Tapioka dalam Media Kultur terhadap

- Biomassa, Populasi dan Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3(4): 101-108.
- Fariani, A. dan S. Akhadiarto. 2012. Pengaruh Lama *Ensilase* terhadap Kualitas Fraksi Serat Kasar *Silase* Limbah Pucuk Tebu (*Saccharum officinarum*) yang Diinokulasi dengan Bakteri Asam Laktat Terseleksi. *J. Tek. Ling.* 13(1): 85-92.
- Febrianti, D. 2004. Pengaruh Pemupukan Harian dengan Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing Sutera (*Limnodrilus*). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 34 hlm.
- Gaol, S.E.L., L. Silitonga dan I. Yuanita. 2015. Substitusi Ransum Jadi dengan Roti Afkir terhadap Performa Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Umur Starter Sampai Awal Bertelur. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika* 4(2): 61-65.
- Ha, J.Y. and T. Hanazato. 2009. Role of Interference from *Daphnia* and Predation by Cyclopoid Copepods in Zooplankton Community Structure Experimental Analysis Using Mesocosms. *Plankton and Benthos Research* 4(4): 147-153.
- Hafiludin. 2011. Karakteristik Proksimat dan Kandungan Senyawa Kimia Daging Putih dan Daging Merah Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Kelautan* 4(1): 1-10.
- Hamdhani. 2006. Studi Percobaan Pembiakan Zooplankton Jenis *Cladocera* (*Macrothrix* sp.) secara Eksitu. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis* 18(2): 1-7.
- Hamre, K. 2016. Nutrient Profiles of Rotifers (*Brachionus* sp.) and Rotifer Diets from Four Different Marine Fish Hatcheries. *Aquaculture* 450: 136-142.
- Herawati, V.E., J. Hutabarat, dan F. Wijayanti. 2015. Analisis Pemberian *Daphnia* sp. yang Dikultur Massal pada Media Pupuk Fermentasi Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi* 28(1): 1-12.
- Herawati, V.E., R.A. Nugroho, Pinandoyo dan J. Hutabarat. 2017. Nutritional Value Content, Biomass Production and Growth Performance of *Daphnia magna* Cultured with Different Animal Wastes Resulted from Probiotic Bacteria Fermentation. *Earth and Environmental Science* 55 (012004): 1-10.
- Huri, E. dan Syafriadiman. 2007. Jenis dan Kelimpahan Zooplankton dengan Pemberian Dosis Pupuk Kotoran Burung Puyuh yang Berbeda. *Berkala Perikanan Terubuk* 35(1): 1-19.
- Izzah, N. Suminto dan V.E. Herawati. 2014. Pengaruh Bahan Organik Bekatul dan Bungkil Kelapa Melalui Proses Fermentasi Bakteri Probiotik terhadap Pola Pertumbuhan dan Produksi Biomassa *Daphnia* sp. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3(2): 44-52.
- Jamila dan F.K. Tangdilintin. 2011. Kandungan Lemak Kasar, BETN, Kalsium dan Phospor Feses Ayam yang Difermentasi Bakteri *Lactobacillus* sp. Fakultas

- Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makasar, hlm. 1-9.
- Jurgens, K., H. Arndt, dan H. Zimmermann. 1997. Impact of Metazoan and Protozoan Grazers on Bacterial Biomass Distribution in Microcosm Experiments. *Aquatic Microbial Ecology* 12: 131-138.
- Khan, S.A., G.U. Ahmed dan S.U. Ahmed. 2001. Effects of Organic Manuring (Chicken Droppings) on Growth of *Lebeo rohita* Ham. Spawn. *Bangladesh Journal Fish Res* 5(1): 23-28.
- Kumalasari, D., A.G. Fasya, T.K. Adi, dan A. Maunatin. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Asam Lemak Hasil Hidrolisis Minyak Mikroalga *Chlorella* sp. *Alchemy* 3(2): 163-172.
- Liwutang, Y.E., F.B. Manginsela, dan J.F.W.S. Tamanampo. 2013. Kepadatan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Sekitar Kawasan Reklamasi Pantai Manado. *Jurnal Ilmiah Platax* 1(3): 109-117.
- Lwoff, A. 1966. *Biochemistry and Physiology of Protozoa*. Academic Press, New York, 434 p.
- Mehdipour, N., M. Fallahi, G.A. Takami, G. Vossoughi, dan A. Mashinchian. 2011. Freshwater Green Algae *Chlorella* sp. and *Scenedesmus obliquus* Enriched with B Group of Vitamins can Enhance Fecundity of *Daphnia magna*. *Iranian Journal of Science and Technology* A2: 157-163
- Mokoginta, I., D. Jusadi, dan T.I. Pelawi. 2003. Pengaruh Pemberian *Daphnia* sp. yang Diperkaya dengan Sumber Lemak yang Berbeda terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 2(1): 7-11.
- Mubarak, A.S., D.T.R. Tias, dan L. Sulmartiwi. 2009. Pemberian Dolomit pada Kultur *Daphnia* spp. Sistem *Daily Feeding* pada Populasi *Daphnia* spp. dan Kestabilan Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 1(1): 69-72.
- Nwaichi, O.F. 2013. An Overview of the Importance of Probiotics in Aquaculture. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 8(1): 30-32.
- Nwoye, E.C., O.J. Chukwuma, N.O. Obisike, O.I. Shedrack, dan C.O. Nwuche. 2017. Evaluation of Same Biological Activities of *Euglena gracilis* Biomass Produced by A Fed-Batch Culture with Some Crop Fertilizers. *African Journal of Biotechnology* 16(*): 337-345.
- Ocampo, L.E.Q., M.A. Botero, dan L.F. Restrepo. 2012. *Measurements Population Growth and Fecundity of Daphnia magna to Different Levels of Nutrients Under Stress Conditions*. Aquaculture, Dr. Zainal Muchlisin Ed. InTech, Antioquia University, Colombia, pp. 241-268.
- Pamukas, N.A. 2011. Perkembangan Kelimpahan Fitoplankton dengan Pemberian Pupuk Organik Cair. *Berkala Perikanan Terubuk* 39(1): 79-90.
- Pangkey, H. 2009. *Daphnia* dan Penggunaannya. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 5(3): 33-36.
- Prastya, W., I. Dewiyanti, dan T. Ridwan. 2016. Pengaruh Pemberian Dosis Hasil Fermentasi Tepung Biji Kedelai dengan Ragi terhadap Pertumbuhan Populasi

- Daphnia magna*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1(1): 55-65.
- Rahayu, D.R.U.S, Carmudi, dan Kusbiyanto. 2012. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp pada Media Kombinasi Kotoran Puyuh dan Ayam dengan Padat Tebar Awal Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional, Pengembangan Sumberdaya Pelaksanaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II, Purwokerto, 27-28 November 2012*, hlm 46-52.
- Rai, M.P., T. Gautom, dan N. Sharma. 2015. Effect of Salinity, pH, Light Intensity on Growth and Lipid Production of Microalgae for Bioenergy Application. *Journal of Biological Sciences* 15(4): 260-267.
- Rakhman, E., H. Hamdani, dan G. Setiadharna. 2012. Pengaruh Urine Kelinci Hamil dalam Media Kultur terhadap Kontribusi Anak Setiap Kelompok Umur *Daphnia* spp. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(3): 33-40.
- Santi, S.S. 2008. Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam untuk Pupuk Cair Organik dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia* 2(2): 170-174.
- Sitohang, R.V., T. Herawati, dan W. Lili. 2012. Pengaruh Pemberian Dedak Padi Hasil Fermentasi Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap Pertumbuhan Biomassa *Daphnia* sp. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(1): 65-72.
- Tosun, D.D., P.S.C. Turetken, dan S.Y. Tosun. 2015. Larva Beslenmesinde Kullanilan Mikrokurtlarin (*Panagrellus redivivus*) Besin Kompozisyonlarinin. Arastirilmesi. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 30(1): 1-10.
- Wahyuningsih dan E. Supriyo. 2013. Teknologi Produksi Pupuk Organik Cair dari Limbah Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Lemponsari, Kodya Semarang dengan Komposer EM-4. Universitas Diponegoro, Semarang. *Metana* 9(1): 23-27.
- Wardhana, W. 2003. *Teknik Sampling, Pengawetan, dan Analisis Plankton*. Departemen Biologi, Universitas Indonesia. Disampaikan pada Pelatihan Teknik Sampling dan Identifikasi Plankton di Balai Pengembangan dan Pengujian Mutu Perikanan, Jakarta pada 7 – 8 Mei 2003, 5 hlm
- Wibowo, A., H. Wijayanti, dan S. Hudaidah. 2014. Pemanfaatan Kompos Kulit Kakao (*Theobroma cacao*) untuk Budidaya *Daphnia* sp. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 2(2): 227-232.
- Widijanto, H., N. Anditasari, dan Sutoro. 2011. Efisiensi Serapan S dan Hasil Padi dengan Pemberian Pupuk Kandang Puyuh dan Pupuk Anorganik di Lahan Sawah (Musim Tanam II). *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 8(1): 61-70.
- Yuniwati, M., F. Iskarima, dan A. Padulemba. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM₄. *Jurnal Teknologi* 5(2): 172-181.
- Zahidah, W. Gunawan, dan U. Subhan. 2012. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* spp. yang Diberi Pupuk Limbah Budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk

Cirata yang Telah Difermentasi
EM₄. *Jurnal Akuatika* 3(1): 84-94.