



PENGARUH PENGKAYAAN BEKATUL DAN AMPAS TAHU DENGAN KOTORAN BURUNG PUYUH YANG DIFERMENTASI DENGAN EKSTRAK LIMBAH SAYUR TERHADAP BIOMASSA DAN KANDUNGAN NUTRISI CACING SUTERA (*Tubifex sp.*)

*The Effect of Enrichment Rice Bran and Tofu Waste with Quail Manure that Fermented with Vegetable Extracts on Biomass and Nutrition Content of Sludge Worm (*Tubifex sp.*)*

Falstiyah Syahendra, Johannes Hutabarat*, Vivi Endar Herawati

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan kotoran burung puyuh pada campuran bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur terhadap pertumbuhan produksi biomassa dan kandungan nutrisi cacing sutera serta mengetahui dosis kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang memberikan hasil terbaik terhadap produksi cacing sutera. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan. Perlakuan A (tanpa kotoran burung puyuh), B (kotoran burung puyuh 25g/L), C (kotoran burung puyuh 50g/L) dan D (Kotoran burung puyuh 75g/L). Kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu dimasukkan kedalam 12 wadah plastik dengan ukuran 30x21x7 cm. Media tersebut ditebari cacing sebanyak 10 gram/wadah, dan dipelihara selama 40 hari. Data yang diamati meliputi pertumbuhan biomassa mutlak, populasi, kandungan nutrisi dan kualitas air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengkayaan nutrisi dengan kotoran burung puyuh berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap produksi biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex sp.*). Perlakuan C 50 g/L kotoran burung puyuh, 100 g/L bekatul dan 50 g/L ampas tahu memberikan nilai biomassa, populasi dan kandungan protein tertinggi yaitu biomassa sebesar $151,98 \pm 0,46 \text{ g}/0,044\text{m}^2$, populasi sebesar $40.070,21 \pm 250,82 \text{ individu}/0,044\text{m}^2$ dan kandungan protein sebesar $65,17 \pm 0,35\%$. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan kotoran burung puyuh pada campuran bekatul dan ampas tahu dapat meningkatkan produksi biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera. Secara umum, kandungan ammonia, DO, suhu, dan pH selama penelitian berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan cacing sutera.

Kata Kunci: Tubifex; kotoran burung puyuh; bekatul; ampas tahu; fermentasi; ekstrak limbah sayur

ABSTRACT

This research was aimed to determine the effect of the use of quail manure on a mixture of rice bran and tofu waste that fermented using waste vegetable extracts on the growth of biomass production and nutrient content of sludge worms and determined the dose of quail manure, rice bran and tofu waste that gives the best results to production of sludge worms. This research used the experimental method Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 repetitions each. Treatment A (without quail manure), B (quail manure 25g/L), C (quail manure 50g/L) and D (quail manure 75g/L). Quail manure, rice bran and tofu waste was added to 12 plastics containers with size 30x21x7 cm. The media is littered with sludge worms of 10 grams/container, and maintained for 40 days. The observed data covers absolute of biomass growth, population, nutrient and water quality.

*The results showed that the addition of quail manure highly significant ($P < 0.01$) for the production of biomass, population and nutrition content of sludge worms (*Tubifex sp.*). C Treatment (quail manure 50g/L) has the highest biomass, population and protein content value the biomass of $151.98 \pm 0.46 \text{ g}/0.044\text{m}^2$, a population of $40070.21 \pm 250.82 \text{ individuals}/0.044\text{m}^2$ and protein content of $65.17 \pm 0.35\%$. Based on the results of this research concluded that the addition of quail manure, rice bran and tofu waste can increase biomass production, population and nutrition content of sludge worms. In general, the content of ammonia, DO, temperature, and pH during the research are in the reasonable range for the life of the sludge worm.*

Key words: Tubifex; quail manure; Enrichment; Fermentation; Nutrition

*Corresponding author: johanesfpik@gmail.com



PENDAHULUAN

Perkembangan industri perikanan di Indonesia saat ini sudah berkembang pesat, tercatat bahwa dalam periode tahun 2000 – 2012 pertumbuhan produksi perikanan budidaya mencapai 20,59% pertahun dengan volume produksi 882,29 ribu menjadi 9,60 juta ton pada tahun 2012 (Suhana, 2014). Unit usaha pembesaran ikan konsumsi sangat bergantung dari panti-panti pembenihan yang dapat menghasilkan benih yang sesuai dengan kuantitas dan kualitas yang baik. Guna memenuhi hal tersebut maka harus ditunjang dengan ketersediaan pakan alami yang cukup sebagai pakan saat larva habis kuning telurnya (*yolk egg*) (Suharyadi, 2012).

Cacing sutera merupakan pakan alami yang banyak dimanfaatkan oleh para pembenih sebagai pakan larva ikan. Cacing sutera mempunyai beberapa kelebihan yaitu baik untuk pertumbuhan larva ikan, gerakannya lambat sehingga mudah ditangkap oleh larva ikan, ukurannya kecil sesuai dengan bukaan mulut larva ikan dan mudah dicerna serta memiliki kandungan protein cukup tinggi mencapai 57%. Muria *et al.* (2012) menambahkan kandungan nutrisi yang dimiliki oleh *Tubifex* adalah protein 41,1%, lemak 20,9%, serat kasar 1,3% dan kandungan abu 6,7%. Secara kualitatif, kandungan nutrisi tersebut tidak dapat digantikan oleh pakan buatan.

Produksi cacing sutera selama ini masih dipenuhi dari hasil tangkapan di alam dan kelemahan produksi cacing sutera dengan cara tersebut adalah bersifat musiman. Solusi pemenuhan kebutuhan akan cacing sutera ini yaitu dengan cara mengembangkan kegiatan budidaya cacing sutera dengan tujuan agar kebutuhan cacing sutera sebagai pakan alami ikan dapat terpenuhi. Keberhasilan budidaya cacing sutera sangat ditentukan oleh media kultur yang digunakan. Berdasarkan pernyataan tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh media kultur cacing sutera, media yang digunakan pada penelitian budidaya cacing sutera ini yaitu dengan menggunakan kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan limbah sayur.

Pemilihan kotoran burung puyuh karena memiliki kandungan N, P, dan K yang cukup tinggi dan bisa digunakan sebagai penyuplai bahan organik dalam media kultur cacing sutera. Menurut Huri dan Syafridiman (2007), pupuk kotoran puyuh memiliki kandungan protein sebesar 21%, kandungan nitrogen sebesar 0,061%, kandungan P₂O₅ 0,209%, kandungan K₂O sebesar 3,133%. Pada penelitian ini juga menggunakan bekatul, penambahan bekatul pada media pemeliharaan diharapkan dapat menjadi nutrisi tambahan dalam media sehingga dapat dimanfaatkan cacing sutera dan menjadikan kandungan nutrisi cacing sutera meningkat. Menurut Wulandari dan Handarsari (2010), kandungan zat gizi yang dimiliki bekatul yaitu protein 13,11 – 17,19%, lemak 2,52 – 5,05%, karbohidrat 67,58 – 72,74%, dan serat kasar 370,91 -387,3 kalori. Pemilihan ampas tahu sebagai media kultur cacing sutera karena keberadaan cacing sutera sendiri di alam banyak ditemukan di sungai-sungai yang sudah tercemar oleh limbah bahan organik, contohnya yaitu limbah dari hasil pembuatan tahu yaitu berupa ampas tahu. Menurut Fajri (2014), Ampas tahu mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 21,91%, karbohidrat 69,41% dan lemak 2,71%. Protein yang tinggi dapat dijadikan sebagai sumber nitrogen yang mampu dimanfaatkan mikroorganisme, kemudian mikroorganisme tersebut menjadi sumber makanan bagi cacing sutera. Penggunaan ekstrak limbah sayur sebagai probiotik pengganti EM-4 bertujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dalam media kultur cacing sutera. Menurut Utama *et al.*, (2013), ekstrak kubis dan sawi mampu berperan sebagai penyedia mikroorganisme yang berpotensi sebagai probiotik. Hal ini terjadi dikarenakan kandungan ekstrak limbah pasar sayur mengandung bakteri aktif seperti *lactobacillus* sp. dan *saccharomyces*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan kotoran burung puyuh pada campuran bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur terhadap pertumbuhan produksi biomassa dan kandungan nutrisi cacing sutera. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wadas, Kecamatan Kandangan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah dan dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2015, Selama 40 hari.

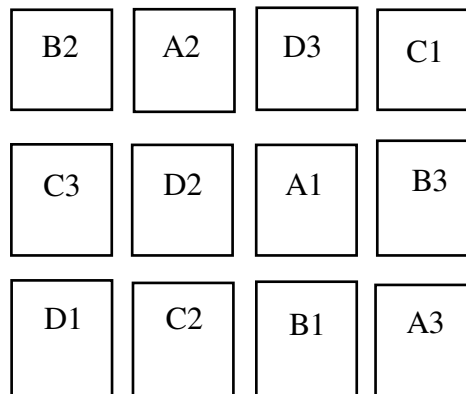
MATERI DAN METODE

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah cacing sutera (*Tubifex* sp.) yang diperoleh dari pengumpul cacing sutera dari alam. Padat penebaran yang digunakan adalah 10 gram/wadah (Findy, 2011) dan dipelihara selama 40 hari, hal ini mengacu pada uji pendahuluan yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu biomassa dan populasi cacing sutera tertinggi terjadi pada hari ke 40 yaitu sebesar 203,7 individu/g dan pada hari 50 sebesar 176,3 individu/g.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan dosis kotoran burung puyuh sebagai bahan pengkayaan nutrisi media kultur cacing sutera. Adapun pupuk dan dosis yang digunakan mengacu pada Damle dan Chari (2011) yang menggunakan dosis tersebut pada kultur *daphnia* dan mengacu pada aplikasi di lapangan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dosis campuran masing-masing media merupakan prosentase pupuk serta bahan organik dengan lumpur dengan dosis yang sama dan dimodifikasi dari perlakuan kultur *daphnia* oleh Damle dan Chari (2011). Perlakuan A (kotoran burung puyuh 0g/L ampas tahu 50g/L, bekatul 100g/L), B (kotoran burung puyuh 25g/L, ampas tahu 50g/L, bekatul 100g/L), C (kotoran burung puyuh 50g/L, ampas tahu 50g/L, bekatul 100g/L) dan D (Kotoran burung puyuh 75g/L, ampas tahu 50g/L, bekatul 100g/L).



Wadah yang digunakan dalam penelitian ini berupa nampan sebanyak 12 buah dengan ukuran 30 x 7 x 21 cm, dengan luasan masing-masing wadah sebesar 0,044 m², dan ketinggian media adalah 4 cm. Tata letak wadah pemeliharaan cacing sutera (*Tubifex* sp.) selama pemeliharaan, tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak wadah pemeliharaan cacing sutera secara acak

Media kultur yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa pupuk organik yang terdiri dari campuran kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang telah difermentasi menggunakan bakteri ekstrak limbah sayur selama 2 minggu kemudian dicampur dengan lumpur halus. Ekstrak limbah sayur mengandung komposisi bakteri berupa *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces* serta bakteri asam laktat. Kotoran burung puyuh yang digunakan berasal dari peternak puyuh yang berada di daerah Tembarak, Temanggung, sedangkan untuk ampas tahu berasal dari pabrik tahu dan bekatul dari pasar yang berada di daerah Temanggung. kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu sebelum di fermentasi dilakukan pengeringan dan dihancurkan sampai halus terlebih dahulu. Menurut Pursetyo *et al.* (2011), sebelum digunakan dalam penelitian, kotoran ayam segera dijemur dibawah sinar matahari secara langsung untuk penurunan jumlah bakteri patogen.

Proses pembuatan pupuk fermentasi yaitu persiapan alat yang digunakan diantaranya gelas ukur, timbangan, kantong plastik, dan ember serta bahan-bahan yang meliputi air, probiotik, molase, dan bekatul. Selanjutnya melakukan perhitungan perbandingan probiotik : molase : air secukupnya. Menurut Chasim (2014), perhitungan menggunakan perbandingan 1:1 yaitu 1 ml molase, 1 ml probiotik dan 100 ml air pelarut. Selanjutnya dilakukan aktivasi probiotik menggunakan molase dan air secara merata kemudian didiamkan selama 3 jam (Yuniwati *et al.*, 2012). Setelah bahan fermentor siap, dilakukan penimbangan kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu sesuai dosis pada setiap perlakuan, kemudian dicampur secara merata. Tahap selanjutnya yaitu pencampuran antara larutan aktivasi probiotik pada setiap dosis perlakuan dengan kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu kemudian dihomogenkan sedikit demi-sedikit hingga kalis. Jumlah penggunaan larutan aktivasi probiotik, molase dan air disesuaikan menurut (Chasim, 2014) menggunakan perbandingan 1:1 bahan dan pelarut. Selanjutnya pupuk dimasukkan dalam ember dan ditutup rapat hingga terjadi proses fermentasi selama 1 minggu (Chasim, 2014). Setelah 1 minggu pupuk kombinasi hasil fermentasi siap digunakan sebagai pupuk dalam kultur *Tubifex* sp. Lama pemeliharaan cacing sutera (*Tubifex* sp.) selama 40 hari.

Pemupukan ulang dilakukan dua hari sekali, dengan tujuan untuk menjaga kualitas air. Dosis yang digunakan pada masa pemeliharaan selama 40 hari adalah sebesar 0,25 kg/m² (11 gr/ wadah) dengan luasan wadah sebesar 0,0441 m² (Findy, 2011). Sebelum diberi pupuk, aliran air pada wadah dimatikan, kemudian pupuk yang sudah bercampur air dituang pada wadah dan didiamkan selama 30 menit sampai pupuk mengendap, Setelah pupuk mengendap, aliran air dinyalakan kembali.

Data yang diamati dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan mutlak biomassa cacing sutera, pertumbuhan populasi cacing sutera, kandungan nutrisi cacing sutera dan kualitas air.

Pertumbuhan Biomassa Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Pengukuran biomassa cacing dilakukan dengan penimbangan sampel cacing yang diperoleh dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 mg. Menurut Suharyadi (2012), pertumbuhan mutlak adalah laju pertumbuhan total cacing. Rumus untuk mencari pertumbuhan mutlak menurut Weatherley (1972) adalah:

$$W_m = W_t - W_o$$



Keterangan :

Wm : Pertumbuhan mutlak (gram)

Wt : Biomassa akhir (gram)

Wo : Biomassa awal (gram)

Populasi Cacing Sutera (*Tubifex sp.*)

Menurut Hadiroseyani (2007), populasi jumlah cacing ditentukan dengan menghitung secara langsung dari pengambilan sampel, sampel yang diambil pada penelitian ini yaitu dengan menghitung populasi cacing sebanyak 1 gram dan kemudian di konversikan dengan jumlah biomassa cacing yang didapatkan dari setiap perlakuan.

Parameter Kualitas Air

Dilakukan juga pengukuran parameter kualitas air yang meliputi suhu, DO, pH, dan NH₃ dengan menggunakan *Water Quality Checker* untuk mengetahui kualitas air didalam media kultur selama masa pemeliharaan. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan dua hari sekali setiap pagi dan sore hari.

Analisa Proksimat

Analisa Proksimat dilakukan untuk mengetahui komposisi protein, karbohidrat, lemak dan kadar air yang terkandung dalam cacing *Tubifex* setelah di kultur dan dikeringkan, yaitu dengan melakukan uji proksimat yang dilakukan di Laboraturium Ilmu Makanan Ternak Universitas Diponegoro.

Analisis proksimat Cacing sutera (*Tubifex sp.*) meliputi:

- a. Penentuan kadar air dilakukan dengan metode Thermogravimetri menggunakan rumus Sudamadji dkk (1984) :

$$\% \text{ Air} = \frac{\text{Berat Sampel} - (B-A)}{\text{Berat Sampel}} \times 100 \%$$

Keterangan:

A: Berat sampel awal beserta wadahnya

B: Berat sampel beserta wadahnya setelah di oven selama 1 jam

- b. Penentuan kadar abu dilakukan dengan metode Thermogravimetri berdasarkan rumus dari Sudamadji dkk (1984):

$$\% \text{ Abu} = \frac{(C - A)}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

- c. Penentuan kadar protein dengan metode Kjeldahl

Sampel sebanyak 1 g didestruksi menggunakan 1 gram reagen selen dan 15ml H₂SO₄ sampai berwarna hijau bening. Selanjutnya didestilasi sehingga dihasilkan distilat. Kemudian distilat akan dititrasi dengan NaOH 0,5 N sampai berwarna merah dan dilakukan perhitungan kadar protein berdasarkan rumus dari Sudamadji dkk (1984):

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(\text{ml titrasi blangko} - \text{ml titrasi sampel}) \times 14,01 \times \text{normalitas NaOH} \times 100\%}{\text{Berat sampel} \times 1000}$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Nitrogen} \times 6,25^*$$

*6,25 = faktor protein yang nilainya tergantung jenis bahan

- d. Penentuan kadar lemak dengan ekstraksi dari metode Folch Sudamadji dkk (1984), untuk menentukan kadar lemak menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Lemak} = \frac{(B - A) \times 100\%}{\text{Berat sampel}}$$

Keterangan :

A : Berat wadah hasil ekstrasi

B : Berat hasil ekstrasi beserta wadahnya setelah diuapkan dalam evaporator lalu dikeringkan/ dioven selama 1 jam.

Analisa Data

Data yang diperoleh terlebih dahulu diuji normalitas, uji homogenitas dan uji addifitas. Data dipastikan menyebar secara normal, homogen dan bersifat additif. Selanjutnya dianalisis ragam dengan taraf kepercayaan



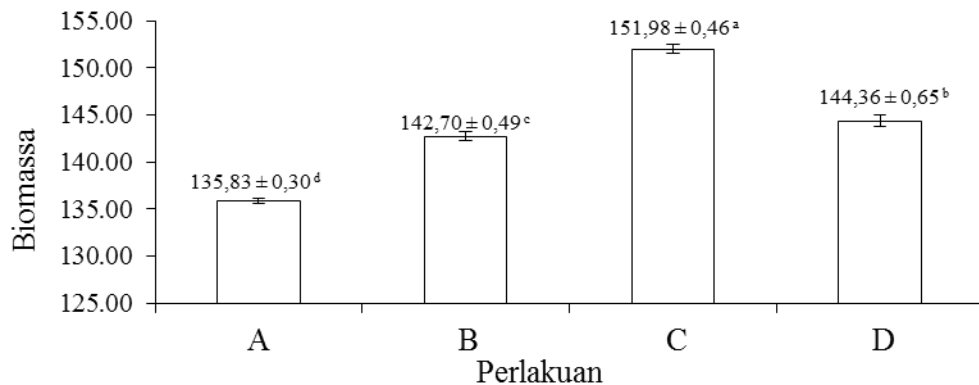
95%. Bila perlakuan berpengaruh nyata pada analisis ragam (ANOVA), maka selanjutnya dilakukan uji Wilayah Ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Srigandono, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Biomassa Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata biomassa mutlak untuk setiap perlakuan selama penelitian tersaji pada Gambar 2.



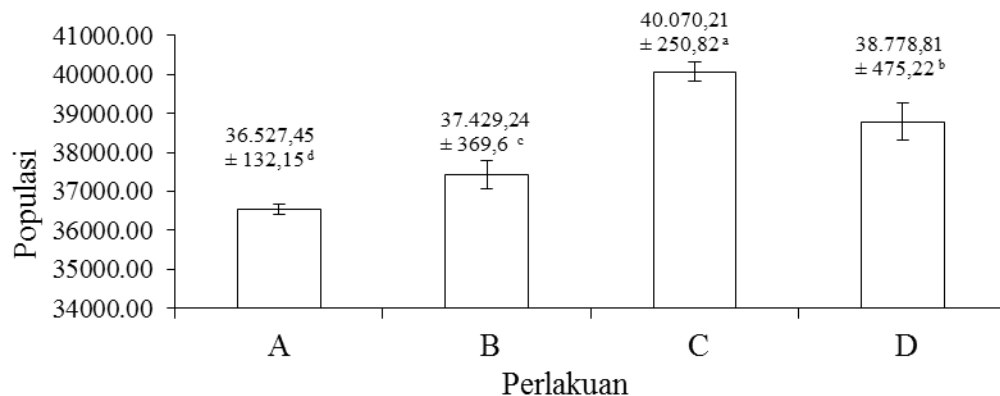
Gambar 2. Grafik biomassa mutlak cacing sutera (*Tubifex* sp.)

Berdasarkan Gambar 2 rerata nilai biomassa mutlak pada masing-masing perlakuan dari biomassa yang tertinggi adalah perlakuan C sebesar $151,98 \pm 0,46\%$ disusul perlakuan D sebesar $144,36 \pm 0,65$, B sebesar $142,70 \pm 0,49$ dan terendah adalah perlakuan A sebesar $135,83 \pm 0,30\%$ dengan selisih nilai biomassa tertinggi dan nilai biomassa terendah yaitu sebesar 16,15 gram.

Hasil analisis ragam pertumbuhan biomassa cacing sutera pada hari ke 40 menunjukkan adanya pengaruh yang sangat nyata ($p > 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk fermentasi kotoran burung puyuh 50 g/L, 100g/L bekatul, 50g/L ampas tahu efektif meningkatkan perkembangan biomassa cacing sutera (*Tubifex* sp.).

Populasi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai populasi pada cacing sutera selama penelitian tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Populasi cacing sutera (*Tubifex* sp.)

Berdasarkan Gambar 3 rerata nilai populasi pada masing-masing perlakuan dari populasi yang tertinggi adalah perlakuan C sebesar $40.070,21 \pm 250,82\%$, disusul perlakuan D sebesar $38.778,81 \pm 475,22$, B sebesar $37.429,24 \pm 369,6$ dan terendah adalah perlakuan A sebesar $36.527,45 \pm 132,15\%$ dengan selisih nilai populasi tertinggi dan nilai populasi terbesar sebesar 3542,76 individu.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk fermentasi kotoran burung puyuh 50 g/l, 100g/l bekatul, 50g/l ampas tahu efektif meningkatkan populasi cacing sutera.



Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Kandungan nutrisi dari cacing sutera (*Tubifex* sp.) yang dikultur dengan media pupuk organik yang difermentasi dengan komposisi berbeda diketahui melalui analisa proksimat. Adapun hasil analisa proksimat berat kering *Tubifex* sp. disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.) Selama Penelitian

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	KH (%)	Serat Kasar (%)
A	52,10±0,59 ^d	6,62	11,81	18,93	10,54
B	60,17±0,05 ^c	10,24	5,98	17,6	6,01
C	65,17±0,35 ^a	10,29	5,10	13,37	6,07
D	63,16±0,09 ^b	10,03	7,06	11,05	8,70

Keterangan : huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,01).

Sumber: Laboratorium Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Diponegoro (2015).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk fermentasi kotoran burung puyuh 50 g/L, 100 g/L bekatul, dan 50 g/L ampas tahu efektif meningkatkan kandungan nutrisi cacing sutera.

Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dalam media pemeliharaan cacing sutera dilakukan dua hari sekali setiap pagi dan sore hari selama 40 hari pemeliharaan. Nilai pengukuran kualitas air selama penelitian tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Pengukuran Parameter Kualitas Air Pemeliharaan Cacing Sutera selama 40 Hari Penelitian

Variabel	Kisaran	Kelayakan Menurut Pustaka
Suhu (C)	21,4 – 23,7	15 - 25 (Findy, 2011)
pH	6,4 – 7,2	5,44 - 7,48 (Masrurotun, 2014)
DO (mg/L)	2,35 – 3,11	1,64 – 3,95 (Findy, 2011)

Pembahasan

Biomassa Mutlak Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Hasil analisis statistik pertumbuhan biomassa cacing sutera (*Tubifex* sp.) dengan penggunaan media pupuk organik kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang difermentasi dengan ekstrak limbah sayur memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan biomassa cacing sutera, dengan nilai biomassa tertinggi terdapat pada perlakuan C penggunaan kotoran burung puyuh 50g/L sebesar 151,98 ± 0,46 dan terendah pada perlakuan A tanpa kotoran burung puyuh sebesar 135,83 ± 0,30.

Tingginya produksi biomassa pada perlakuan C dengan dosis pupuk kotoran burung puyuh 50 g/L, diduga karena kandungan N, P, K dalam media perlakuan C tertinggi dari setiap perlakuan yaitu N 2,91±0,17%, P sebesar 0,82 ± 0,03%, dan K sebesar 1,29±0,03%. Kandungan unsur hara pada media perlakuan C lebih besar dibandingkan dengan media pada perlakuan A yaitu N sebesar 1,58 ± 0,04%, P sebesar 0,47±0,03% dan K sebesar 0,65±0,04%. Winarlin *et al.* (2010), menyatakan bahwa N adalah unsur hara esensial yang berperan dalam pembentukan asam amino, protein, dan senyawa lainnya. Unsur yang diperlukan mikroalga dalam jumlah besar adalah karbon, nitrogen, fosfor, natrium, dan kalsium. Pakan alami dapat tumbuh dalam berbagai media yang mengandung cukup unsur hara seperti N, P, K dan unsur mikro lainnya (Chumadi, 2004). Jumlah nutrisi dari perlakuan C juga mempunyai kandungan nutrisi tertinggi yaitu protein sebesar 18,18%.

Pemberian kotoran burung puyuh diduga sebagai penyuplai unsur N terbesar karena memiliki kandungan protein yang tinggi, sehingga dapat menambah makanan pada media. Berbeda dengan perlakuan A tanpa pemberian kotoran burung puyuh, hasil biomassa yang didapatkan sebesar 135,83 ± 0,30. Syam *et al.* (2011) menambahkan, tingginya bahan organik dalam media akan meningkatkan jumlah bakteri dan partikel organik hasil dekomposisi oleh bakteri sehingga dapat meningkatkan jumlah bahan makanan pada media yang dapat mempengaruhi populasi dan biomassa cacing. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan 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 cacing sutera.

Nilai biomassa mutlak terendah diperoleh pada perlakuan tanpa kotoran burung puyuh, 100 g/L bekatul dan 50 g/L ampas tahu (perlakuan A) yaitu sebesar 135,83±0,30 g/wadah. Hal ini diduga karena media yang digunakan tanpa menggunakan kotoran burung puyuh. Selain itu diduga juga karena nilai kandungan N, P, K pada pupuk yang diberikan pada media kultur ini paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain, yaitu nilai kandungan N sebesar 1,58±0,04%, P sebesar 0,47±0,03% dan K sebesar 0,65±0,04%. Rendahnya biomassa pada perlakuan A juga diduga karena nutrisi yaitu protein pada perlakuan A merupakan nutrisi terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 9,88 %.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Suharyadi (2011), makanan diperlukan cacing sutera untuk tumbuh dan berkembang, sehingga apabila terjadinya kekurangan makanan pada cacing sutera maka dapat menyebabkan rendahnya biomassa cacing sutera. Penambahan kotoran burung puyuh juga mempengaruhi kelimpahan plankton



sehingga berpengaruh dengan ketersediaan pakan dalam media. Menurut Huri dan Syafridiman (2007), pemberian kotoran burung puyuh memberikan pengaruh terhadap kelimpahan zooplankton. Syam *et al.* (2011) menambahkan, pemupukan dalam budidaya cacing sutera bertujuan untuk menambahkan sumber makanan baru pada media kultur cacing sutera. Fermentasi bahan-bahan organik sebagai media juga terbukti lebih efektif dalam kultur cacing sutera. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Febrianti (2004) menunjukkan adanya pengaruh nyata penggunaan pupuk yang difermentasi dengan biomassa tertinggi pada hari ke 40 sebesar 1.720 g/m^2 .

Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya, Fatimah (2015) yang menghasilkan biomassa sebanyak $135,95 \text{ g} \pm 0,64$ dengan menggunakan media 75 g/L kotoran ayam, 100 g/L roti afkir, 50 g/L ampas tahu yang di fermentasi menggunakan em4. Herawati *et al.* (2015) menambahkan, biomassa mutlak cacing sutera yang dikultur massal menggunakan kotoran ayam, roti afkir dan ampas tahu yaitu $40,81 \text{ g} \pm 0,82$ diduga karena bahan organik yang digunakan mempunyai kandungan nutrisi yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk fermentasi kotoran burung puyuh, bekatul, dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur efektif meningkatkan produksi biomassa cacing sutera.

Populasi Cacing Sutera (*Tubifex sp.*)

Hasil populasi cacing sutera menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan populasi cacing sutera selama 40 hari pemeliharaan. Perlakuan C dengan dosis 50 g/L menunjukkan hasil tingkat populasi tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar $40.070,21 \pm 250,82$ individu/wadah, dan populasi terendah pada perlakuan A sebesar $36.527,45 \pm 132,15$ individu/wadah.

Tingginya populasi pada perlakuan C diduga karena pupuk pada media berupa kotoran burung puyuh 50 g/L kotoran burung puyuh, mampu mencukupi kebutuhan nutrisi dan mempengaruhi pertumbuhan cacing sutera. Media perlakuan C memiliki kandungan nutrisi tertinggi dibanding perlakuan lain yaitu N $2,91 \pm 0,17\%$, P sebesar $0,82 \pm 0,03\%$, dan K sebesar $1,29 \pm 0,03\%$ sedangkan nutrisi pada perlakuan C berupa protein yaitu sebesar $18,18\%$ merupakan nutrisi paling tinggi dari semua perlakuan. Penggunaan ekstrak limbah sayur sebagai probiotik juga diduga sebagai faktor penyebab tingginya populasi karena mengandung bakteri seperti *Lactobacillus sp.* dan *Saccharomyces* sebesar $2,1 \times 10^{10}$ CFU/ml, hal ini terkait dengan mikroba dan bakteri yang lebih banyak pada substrat perlakuan C yang bisa dimanfaatkan oleh cacing sutera. Hal ini sesuai dengan pernyataan Febrianti (2004), kualitas pupuk yang digunakan dapat membedakan kualitas bahan organik yang masuk dan jumlah bakteri yang dapat ditumbuhkan. Peningkatan kualitas pupuk yang digunakan diikuti oleh peningkatan populasi dan biomassa cacing sutera yang dibudidayakan.

Hasil populasi terendah terdapat pada perlakuan A tanpa pemberian kotoran burung puyuh, rendahnya populasi pada perlakuan A diduga karena kandungan bahan organik lebih rendah daripada media pada perlakuan yang lain yang mana pada perlakuan A ini tidak dilakukan pemberian pupuk kotoran burung puyuh. Perbedaan jumlah populasi antar perlakuan diduga disebabkan oleh kandungan unsur hara yang berbeda pada setiap perlakuan, kandungan nutrisi pada perlakuan terendah diantara perlakuan lain yaitu kandungan N sebesar $1,58 \pm 0,04\%$, P sebesar $0,47 \pm 0,03\%$ dan K sebesar $0,65 \pm 0,04\%$. Pemberian pupuk kotoran burung puyuh, diduga yang menyebabkan tingginya jumlah populasi cacing sutera pada perlakuan C yang mana pupuk tersebut sebagai penyuplai kandungan N,P,K pada media kultur, terbukti dengan tanpa pemberian kotoran burung puyuh pada perlakuan A populasi yang dihasilkan lebih rendah, selain itu protein pada perlakuan A merupakan nutrisi terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar $9,88\%$.

Jumlah populasi erat kaitannya dengan proses reproduksi, selain kuantitas makanan yang tersedia, kualitas makanan pun harus diperhatikan sehingga dapat memenuhi kebutuhan baik untuk pertumbuhan maupun reproduksi. Hasil penambahan nilai populasi pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Nurfitriani (2014) yaitu dengan kombinasi pupuk 50% kotoran ayam, 35% ampas tahu dan 15% silase ikan yang difermentasi menggunakan EM-4 menghasilkan populasi sebanyak 215.252 individu/ m^2 . Hal ini diduga karena pemberian 50 g/L pupuk kotoran burung puyuh yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi. Kandungan nutrisi yang tinggi dapat menyebabkan ketersediaan makanan cacing lebih banyak sehingga mempengaruhi kemampuan reproduksi cacing. Hal ini sesuai dengan pernyataan Findy (2011) bahwa, cacing sutera membutuhkan makan untuk pertumbuhannya dan melakukan reproduksi. Hadiroseyani (2007) menambahkan, perbedaan tingkat populasi dipengaruhi oleh kandungan protein dan lemak dalam pupuk pakan cacing *Tubifex sp.* Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak limbah sayur berpengaruh nyata terhadap hasil dari populasi cacing sutera, dimana jumlah kandungan bakteri dari ekstrak limbah sayur berbeda dengan EM-4. Ekstrak limbah sayur mengandung $2,1 \times 10^{10}$ CFU bakteri asam laktat *Lactobacillus sp.* dan *Saccharomyces sp.*, $0,0244\%$ asam asetat, $0,0017\%$ asam butirat, $0,7997\%$ asam laktat dengan $1,104\%$ total asam. Sedangkan EM-4 mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) sebesar 1×10^8 CFU, Jamur fermentasi (*Saccharomyces sp.*) sebesar 1×10^6 CFU dan bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*) sebesar 1×10^3 CFU (Javaid and Bajwa, 2010).



Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.)

Nilai-nilai kandungan nutrisi pada cacing sutera didapatkan dari analisa proksimat. Nilai protein cacing sutera paling tinggi yaitu pada perlakuan C dengan dosis 50g/L kotoran burung puyuh sebesar $65,17 \pm 0,35\%$. Tingginya kandungan protein pada perlakuan C diduga karena nutrisi yang dapat dimanfaatkan mikroba dan bakteri lebih banyak dimana kandungan nutrisi pada perlakuan C tertinggi dibanding perlakuan lain yaitu N sebesar $2,91 \pm 0,17\%$, P sebesar $0,82 \pm 0,03\%$, dan K sebesar $1,29 \pm 0,03\%$ serta nutrisi berupa protein yaitu sebesar 18,18%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Herawati dan Agus (2014) dimana semakin tinggi kandungan nitrat dan fosfat maka semakin tinggi kandungan proteinnya.

Proses fermentasi merupakan proses penyederhanaan partikel bahan pakan menjadi partikel yang lebih sederhana sehingga dapat mudah diserap dan meningkatkan nilai gizi dan kualitas dari bahan yang difermentasi. Fermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur juga diduga mempengaruhi kandungan nutrisi cacing sutera berkaitan dengan kelimpahan makanan pada media kultur, karena ekstrak limbah sayur mengandung bakteri *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces* sebesar $2,1 \times 10^{10}$ CFU/ml. Sedangkan EM-4 mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) sebesar 1×10^8 CFU, Jamur fermentasi (*Saccharomyces* sp.) sebesar 1×10^6 CFU dan bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.) sebesar 1×10^3 CFU (Javaid and Bajwa, 2010). Menurut Syam *et al.* (2011), cacing dari famili *Tubificidae* memakan bakteri dan partikel organik hasil perombakan oleh bakteri, bakteri tersebut membutuhkan nutrisi untuk menunjang pertumbuhannya.

Penambahan pupuk kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur berguna untuk meningkatkan kandungan protein yang terdapat pada cacing sutera. Nilai protein yang tinggi pada kotoran burung puyuh yang difermentasi diduga memberikan peranan penting dalam meningkatkan kandungan unsur hara N, sedangkan bekatul dan ampas tahu diduga sebagai penyuplai unsur P dan K pada media kultur. Menurut Ukrita (2014), pemberian feses puyuh fermentasi pada sapi mampu mensuplai nutrisi dengan imbalan protein dan energi yang tinggi dibanding pemberian hijauan rumput lapangan pada plot tanpa teknologi. Feses puyuh fermentasi cukup baik digunakan sebagai pakan konsentrat karena melalui pengolahan secara fermentasi feses puyuh dapat ditingkatkan kualitasnya terutama kandungan protein kasar dari 13,12% pada jerami segar menjadi 22,92%. Pemberian konsentrat feses puyuh fermentasi memenuhi 72% total kebutuhan pakan ternak dan 28% lagi dipenuhi dari hijauan. Subandiyono dan Hastuti (2010), mengatakan bahwa protein yang berasal dari kombinasi berbagai sumber menghasilkan tingkat konversi yang lebih baik daripada sumber tunggal apapun asalnya.

Kandungan nutrisi terendah terdapat pada perlakuan A dengan media tanpa kotoran burung puyuh, 100 g/L bekatul dan 50 g/L ampas tahu dengan nilai sebesar $52,10 \pm 0,59\%$. kandungan protein pada perlakuan C, perlakuan D dan perlakuan B lebih tinggi dari perlakuan A diduga dipengaruhi oleh pemberian kotoran burung puyuh dimana kotoran burung puyuh sebagai penyuplai unsur hara N sedangkan bekatul dan ampas tahu sebagai penyuplai unsur hara P dan K, dimana perlakuan A memiliki nilai nutrisi terendah yaitu kandungan N sebesar $1,58 \pm 0,04\%$, P sebesar $0,47 \pm 0,03\%$ dan K sebesar $0,65 \pm 0,04\%$. Nutrisi yang diperoleh hanya bersumber dari bekatul dan ampas tahu sehingga mempengaruhi ketersediaan makanan dari cacing sutera. Kandungan protein pada media perlakuan A juga paling rendah dari setiap perlakuan yaitu sebesar 9,88 %. Hal ini sesuai dengan Suharyadi (2012), makanan diperlukan cacing sutera untuk tumbuh dan berkembang, sehingga apabila terjadi kurangnya asupan makanan pada cacing sutera maka dapat menyebabkan rendahnya kandungan nutrisi yang dimiliki cacing sutera.

Hasil analisa proksimat dari kandungan nutrisi cacing sutera dibandingkan dengan cacing sutera sebelum dikultur dengan kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur. Kandungan protein cacing sutera setelah dikultur mengalami peningkatan dari kandungan protein cacing sutera sebelum dikultur, kandungan protein sebelum dikultur yaitu $50,23 \pm 0,07$ dan kandungan protein setelah dikultur tertinggi pada perlakuan C dengan dosis kotoran burung puyuh 50g/L sebesar $65,17 \pm 0,35$. Pada perlakuan A tanpa kotoran burung puyuh juga mengalami peningkatan kandungan protein yaitu $52,10 \pm 0,59$, hal ini diduga karena cacing sutera memperoleh asupan nutrisi dari bekatul dan ampas tahu meskipun berbeda dengan perlakuan yang diberi kotoran burung puyuh.

Kualitas Air

Air merupakan lingkungan sebagai media hidup *Tubifex* yang memegang peranan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan cacing sutera. Kualitas air merupakan salah satu faktor eksternal yang harus dipertahankan agar selalu dalam kondisi optimum. Variabel kualitas air yang diamati antara lain DO, suhu, pH dan ammonia. Selama masa pemeliharaan cacing sutera didapatkan kualitas air yaitu suhu berkisar antara 21,4 – 23,7 °C, DO yaitu antara 2,35 – 3,11 mg/l, pH berkisar antara 6,4 – 7,2 dan ammonia 0 - 0,01 mg/l. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, kualitas air media kultur masih dalam kisaran optimum bagi pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan, menurut Pursetyo (2011) pH optimal untuk cacing sutera dapat beradaptasi berkisar 6 – 8. Hadiroseyani (2007) menambahkan, suhu dan pH dapat mempengaruhi proses pemecahan bahan organik sebagai makanan cacing *Tubifex* sp. serta naik turunnya kandungan oksigen dalam media pemeliharaan dipengaruhi oleh aktifitas bakteri dalam perombakan bahan organik. Data ammonia menunjukkan bahwa dengan pertumbuhan biomassa cacing sutera hampir 9 kali lipat hanya menaikkan ammonia



sebanyak 2 kali lipat (Findy, 2011). Hadiroseyani (2007) juga berpendapat penurunan oksigen dan peningkatan kadar ammonia dalam media pemeliharaan dapat diatasi dengan melakukan penambahan debit air, debit air yang masuk dapat mensuplai oksigen dan mencuci bahan-bahan toksis pada media.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pemberian pengkayaan media kultur cacing sutera (*Tubifex* sp.) dengan kotoran burung puyuh, bekatul dan ampas tahu yang difermentasi menggunakan ekstrak limbah sayur memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap produksi biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex* sp.) dan;
2. Pemberian pengkayaan media kultur pada perlakuan C dengan dosis pupuk 50 g/l kotoran burung puyuh, 100 g/l bekatul, dan 50 g/l ampas tahu merupakan perlakuan terbaik pada penelitian ini.

Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan antara lain penggunaan dosis dan pupuk pada perlakuan C dengan dosis kotoran burung puyuh 50g/L, ampas tahu 50g/L dan bekatul 100g/L dianjurkan dalam kultur cacing sutera dan perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pengaplikasian pada kultivan budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Chasim, N. 2014. Optimalisasi Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Pemberian Pakan *Daphnia* sp. yang Dikultur Massal Menggunakan Pupuk Organik yang Difermentasi EM4. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang, 89 hlm.
- Chumadi, S. Ilyas, Y., Sahlan, R. Utami, A. Priyadi, P.T., dan R. Arifudin. 2004. Pedoman Teknis Budidaya Pakan Alami Ikan dan Udang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 84 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): 57-6.
- Fajri, W. N. 2014. Pengaruh Pengkayaan Media Kultur dengan Kombinasi Organik: Kotoran Ayam, Ampas Tahu dan Tepung Tapioka terhadap Biomassa dan Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fatimah, N. 2015. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik Kotoran Ayam, Roti Afkir dan Ampas Tahu terhadap Biomassa dan Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang. 63 hlm.
- Febrianti, D. 2004. Pengaruh Pemupukan Harian dengan Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing Sutera. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor, 46 hlm.
- Findy, S. 2011. Pengaruh Tingkat Pemberian Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan Biomassa Cacing sutera. [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor, 42 hlm.
- Fitria, Y. 2006. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan Em4 (Effective Microorganism). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Hadiroseyani, Y., Nurjariah dan D. Wahjuningrum. 2007. Kelimpahan Bakteri dalam Budidaya Cacing *Limnodrilus* sp. yang Dipupuk Kotoran Ayam Hasil Fermentasi. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. *J. Akuakultur*. 6 (1): 78-79.
- Herawati, V.E dan M. Agus. 2014. Analisis Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Lele (*Clarias gariepinus*) yang Diberi Pakan *Daphnia* sp. Hasil Kultur Massal Menggunakan Pupuk Organik Difermentasi. *Jurnal Pena Unikal*. 26 (1) : 1-11.
- Herawati, V.E., Johannes H., Sarjito, Ristiawan A.N., Darmanto. 2015. Performa Pertumbuhan, Biomass dan Kandungan Nutrisi *Tubifex* sp. yang Dikultur Massal Menggunakan Fermentasi Berbagai Limbah Industri. [Prosiding] Seminar Nasional Kelautan X. Universitas Hang Tuah Surabaya. 1 – 8 hlm.
- Huri, E. dan Syafriadiman. 2007. Jenis dan Kelimpahan Zooplankton dengan Pemberian Dosis Pupuk Kotoran Burung Puyuh yang Berbeda. *J. Berkala Perikanan Terubuk*. 35(1): 1-19.
- Javaid, A. and R. Bajwa. 2010. *Field Evaluation of Effective Microorganisms (EM) Application for Growth, Nodulation, and Nutrition of Mung Bean*. *J. Turk Agric for Tubitak*. 35 (1): 443-452.
- Masrurotun, 2014. Pengaruh Pengkayaan Media Kultur dengan Silase Ikan Rucah dan Tepung Tapioka terhadap Biomassa dan Kandungan Nutrisi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro Semarang, Semarang, 75 hlm.



- Muria, E.S., Mashitah, E.D. dan Mubarak, S. 2012. Pengaruh Penggunaan Media dengan Rasio C:N yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Tubifex*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Airlangga, 2 hlm.
- Pursetyo, K.T., Satyantini, W.H. dan A.S. Mubarak. 2011. Pengaruh Pemupukan Ulang Kotoran Ayam Kering terhadap Populasi Cacing *Tubifex Tubifex*. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 3 (2): 177-182.
- Srigandono, B. 1992. Rancangan Percobaan. Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang, 178 hlm.
- Subandiyono dan S. Hastuti. 2010. Buku Ajar : Nutrisi Ikan. Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu, Universitas Diponegoro. 232 hlm.
- Suhana, 2014. Laporan Perkembangan Ekonomi Perikanan Triwulan 1 2014 : Kesejahteraan Nelayan dan Pembudidaya Ikan Semakin Menurun. [Paper] Pusat Kajian Pembangunan Kelautan dan Peradaban Maritim. 12 hlm.
- Suharyadi. 2012. Studi Penumbuhan dan Produksi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.) dengan Pupuk yang Berbeda dalam Sistem Resirkulasi. [Thesis]. Program Pascasarjana. Universitas Terbuka. Jakarta. 84 hlm.
- Syam F. S., G. M. Novia. dan S. N. Kusumastuti. 2011. Efektivitas Pemupukan dengan Kotoran Ayam dalam Upaya Peningkatan Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing Sutera *Limnodrilus* sp. melalui Pemupukan Harian dan Hasil Fermentasi. [Makalah Penelitian]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, 8 hlm.
- Ukrita, I. 2014. Efisiensi Biaya Ransum dengan Pemberian Pakan Feses Puyuh Fermentasi Pada Usaha Ternak Sapi. *J. Embrio*. 7(2): 60-66.
- Utama, C.S., B. Sulistyanto, Nyoman S, and B. Etza. 2013. *Utility of Rice Bran Mixed With Fermentation Extract With Vegetables Waste Unconditioned as Probiotics From Vegetables Market*. *J.of Sciences and Engineering*, 4(2): 97-102.
- Utama, C.S., dan S. Sumarsih. 2010. Pengaruh Penambahan Aras Asinan Kubis Sortir terhadap Kandungan Nutrisi Silase Ikan. *Jurnal Kesehatan UNIMUS*. 3(1): 5 – 10.
- Weatherley, A.H. 1972. *Growth and Ecology of Fish Population*. Academic Press. New York London.
- Winarlin., A. Widiyanti, K. dan Nuryadi. 2010. Pemanfaatan Limbah Budidaya Akuaponik untuk Produksi Pakan Alami *Moina* sp. [Prosiding] Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 675-680 hlm.
- Wulandari, M. dan E. Handarsari. 2010. Pengaruh Penambahan Bekatul terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit. Program Studi Gizi. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Semarang. *J. Pangan dan Gizi*. 1(2): 55-62.
- 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.