



Jurnal Sains Akuakultur Tropis
Departemen Akuakultur
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
 Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698
 Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

PENGUNAAN FERMENTASI DENGAN BAHAN HEWAN DAN SAYURAN SEBAGAI BAHAN MEDIA BUDIDAYA CACING SUTRA (*Tubifex* sp)

*Use of fermentation with animal and vegetable materials as silk worm media materials (*tubifex* sp)*

Umidayati

SUPM Kotaagung Lampung Jl. Pantai Harapan Way Gelang Tanggamus Lampung
umidayati8@gmail.com.

ABSTRAK

Cacing sutera merupakan pakan awal larva yang memiliki kandungan protein tinggi dan memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut larva. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui media fermentasi terbaik dengan bahan hewani dan nabati dengan perbedaan dosis yang berbeda untuk budidaya ulat sutera pengganti kotoran ayam. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dalam rangkap tiga: Perlakuan A (100% silase ikan + 10 ml tetes tebu + 1 ml probiotik + 100 ml air), Perlakuan B (75% silase ikan + 25% limbah sayuran + molase 10 ml + 1 ml probiotik + 100 ml air), Perawatan C (50% silase ikan + 15% limbah sayuran + 10% dedak + 25% ampas tahu + 10 ml tetes tebu + 1 ml probiotik + 100 ml air), Perawatan D (25% silase ikan + 25% limbah sayuran + 10% dedak + 40% limbah tahu + 10 ml molase + 1 ml probiotik + 100 ml air), dan Perlakuan E (100% limbah nabati + 1 ml probiotik + 10 ml molase + 100 ml air). Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan tertinggi diperoleh pada Perlakuan D dengan rata-rata biomassa absolut 39.496 ± 1.080 g / container sedangkan nilai produktivitas 454.14 ± 9.001 g / m² / siklus. Uji ANOVA dengan kepercayaan 95% menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan keempat perlakuan berbeda nyata.

Kata kunci: Tubifex, media budidaya, fermentasi bahan hewan, fermentasi bahan tumbuhan, pertumbuhan

ABSTRACT

Silk worms are the initial feed larvae that have high protein content and have a size in accordance with the opening of the larva's mouth. This study aimed to determine the best fermented media with animal and vegetable ingredients with different dosage differences for the cultivation of silk worm as substitute for chicken manure. This study used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments in triplicates: Treatment A (100% fish silage + 10 ml molasses + 1 ml probiotics + 100 ml water), Treatment B (75% fish silage + 25% vegetable waste + molasses 10 ml + 1 ml probiotics + 100 ml water), Treatment C (50% fish silage + 15% vegetable waste + 10% bran + 25% tofu waste + 10 ml molasses + 1 ml probiotics + 100 ml water), Treatment D (25% fish silage + 25% vegetable waste + 10% bran + 40% tofu waste + 10 ml molasses + 1 ml probiotics + 100 ml water), and Treatment E (100% vegetable waste + 1 ml probiotics + 10 ml molasses + 100 ml water). Research results showed the highest growth was obtained by Treatment D with an average absolute biomass of $39,496 \pm 1,080$ g/container while the productivity value was $454.14 \pm 9,001$ g/m²/cycle. The ANOVA test with reliance of 95% showed that the average growth of the four treatments are significantly different.

Key words: Tubifex, cultivation media, fermented animal material, fermented plant material, growth

PENDAHULUAN

Pembenihan merupakan suatu fase budidaya yang memerlukan pakan alami dalam jumlah tinggi untuk mendukung produksi yang melimpah. Pakan alami yang banyak dimanfaatkan dalam proses pembenihan adalah cacing sutra (*Tubifex* sp.) (Chilmawati *et al.*, 2015; Fajri & Hutabarat, 2014). *Tubifex* sp. merupakan pakan yang sesuai untuk benih ikan untuk mendukung pertumbuhan benih (Kusumorini *et al.*, 2017; Syam 2012). Cacing sutra memiliki kadar protein tinggi dan kandungan gizi yang cukup baik untuk dijadikan pakan ikan dengan kandungan nutrisi di antaranya yaitu protein (57%), lemak (13,3%), serat kasar (2,04%), abu (3,6%), dan air (87,7%) (Prihatini dan Bahrudin 2014; Wahyu 2013; Pursetyo *et al.*, 2019; Mandila dan Hidayat 2013; Nurhidayah, 2018; Wijayanti, 2018). Namun ketersediaan cacing sutra terkendala oleh hasil tangkapan pada alam yang rendah, terutama pada musim hujan dan musim kemarau. Hal tersebut karena habitat cacing sutra yaitu pada air menggenang (Suryadin *et al.*, 2004; Supriyono *et al.*, 2015). Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat peluang pada usaha produksi cacing sutra.

Cacing sutra (*Tubifex* sp.) merupakan cacing rambut berwarna merah yang termasuk kelas *Oligochaeta* air tawar. Cacing sutra tidak mempunyai insang serta memiliki bentuk tubuh yang kecil dan tipis. Cacing sutra membenamkan kepalanya ke dalam lumpur yang kaya akan bahan organik untuk mencari makan, sementara ujung ekornya berada pada permukaan untuk bernapas (Anggraini, 2014). Bentuk tubuh cacing sutra yang kecil dan tipis menyebabkan pertukaran oksigen dan karbondioksida terjadi pada permukaan tubuh yang banyak mengandung pembuluh darah (Kandang dan Tarigan, 2014). Makanan utama cacing sutra merupakan bahan organik yang telah terurai dan mengendap pada dasar perairan. Cacing sutra memperoleh makanan pada kedalaman 2-3 cm dari permukaan substrat. Cacing sutra memilih makanan yang berukuran kecil dan lembek. Bahan organik yang dimanfaatkan oleh cacing sutra salah satunya yaitu nitrogen sehingga dapat membantu melakukan perbaikan terhadap sifat fisika, kimia, dan biologi tanah serta lingkungan. Kegiatan budidaya cacing sutra didukung oleh pemberian pupuk organik sebagai suplai nitrogen serta unsur lainnya. Pupuk organik yang ditambahkan ke dalam media budidaya cacing sutra mengalami perombakan oleh *mikroorganisme* tanah sehingga mengalami konversi menjadi bahan organik tanah atau humus.

Cacing sutra umumnya mengonsumsi berbagai macam bahan organik. Jumlah dan jenis bahan organik yang tersedia sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan cacing sutra. Kebiasaan makan cacing sutra ialah dengan membuat lubang berupa tabung dan menyaring atau mengumpulkan partikel-partikel lumpur yang dapat dicerna di dalam ususnya (Suharyadi, 2012). Menurut Adam (2014), nutrisi yang dimanfaatkan oleh cacing sutra sebagian besar terdiri dari ganggang berfilamen, diatom dan *detritus* berbagai tanaman dan hewan. Jumlah makanan yang dikonsumsi sehari-hari oleh cacing sutra yaitu dua hingga delapan kali bobot tubuhnya.

Budidaya cacing sutra dengan sistem terkontrol dibutuhkan untuk menjaga ketersediaannya bagi kegiatan budidaya khususnya pembenihan. Keberhasilan dalam budidaya ditentukan oleh nutrisi yang terkandung pada media, pupuk dan pakan yang diberikan pada kegiatan budidaya cacing sutra. Media budidaya cacing sutra yang digunakan tidak mengalami kontaminasi oleh bakteri dan antibiotik sehingga cacing sutra yang diberikan kepada larva memiliki mutu baik dan baik bagi kelangsungan hidup benih. Bahan organik yang dimanfaatkan sebagai sumber makanan bagi cacing dapat difermentasi (Cahyono *et al.*, 2015; Herawati *et al.*, 2016; Suryadin *et al.*, 2004). Hal tersebut karena fermentasi pada bahan media dan pakan sangat baik dan menentukan keberhasilan dari budidaya cacing sutra Ansyari and Rifa'i, (2005). Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian budidaya cacing sutra dengan dosis bahan-bahan pembentuk media tumbuh yang berbeda di antaranya yaitu silase ikan, limbah sayuran, dedak, ampas tahu.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan untuk mengetahui dosis media budidaya cacing sutra dengan menggunakan bahan ramah lingkungan yang terdiri dari limbah ikan sisa olahan (silase), limbah sawi, dedak, dan ampas tahu. Parameter penelitian meliputi biomassa cacing sutra. Uji proksimat dilakukan di Laboratorium Kimia, analisa kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Uji *Salmonella* sp pada cacing hasil budidaya dilakukan pada Laboratorium Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan Serang (LP2IL).

Rancangan Penelitian dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

- a) SI 100% + LS 0 + DD 0% + AT 0 % + Molase 10 ml + Em4 1 ml + Air 100 ml.
- b) SI 75% + LS 25% + DD 0% + AT 0% + Molase 10 ml + Em4 1 ml + Air 100 ml.
- c) SI 50 % + LS 15 % + DD 10% + AT 25 % + Molase 10 ml + Em4 1 ml + Air 100 ml
- d) SI 25 % + LS 10% + DD 25% + AT 40 % + Molase 10 ml + Em4 10 ml + Air 100 ml
- e) SI 0 % + LS 100 % + DD 0 % + AT 0 % + Molase 10 ml + Em4 10 ml + Air 100 ml.

Keterangan:

SI = Silase *Bay Product* ikan , LS = Limbah Sayuran, DD = Dedak, AT= Ampas Tahu.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Wadah Kultur

Wadah penelitian berupa akuarium dengan ukuran $30 \times 40 \times 15 \text{ cm}^3$ ($0,12 \text{ m}^3$) sebanyak 15 buah. Wadah diletakkan pada rak yang terbuat dari besi. Wadah pemeliharaan dilengkapi oleh kran aerasi sebanyak 2 buah. Selain itu, bak penampungan yang digunakan dilengkapi filter serta pompa. Wadah pemeliharaan dilubangi pada satu bagian untuk dijadikan lubang *outlet* dengan debit air sebesar 0,35 L/menit.

Pembuatan Media Kultur

Bahan silase *by product* pengolahan ikan, ampas tahu, dedak padi, limbah sayuran sawi difermentasi dengan menggunakan probiotik dan molase. Masrurotun *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa fermentasi dilakukan dengan cara menggunakan probiotik yang terlebih dahulu diaktifkan dengan molase 1 ml, probiotik 10 ml dan air 100 ml serta dilengkapi aerasi selama 2-6 jam. Bahan yang digunakan ditimbang sesuai dengan dosis dan kemudian dilakukan pencampuran larutan aktivasi probiotik dengan perbandingan 1:1 pada bahan yang difermentasi sesuai dengan perlakuan yang diterapkan. Pencampuran dilakukan hingga larutan bersifat homogen. Larutan kemudian difermentasi selama 7 hari. Hasil fermentasi kemudian dicampur dengan lumpur halus yang sudah dibersihkan dan diayak. Ketebalan lumpur yang digunakan adalah 4-6 cm. Hasil campuran 4 bahan fermentasi dengan lumpur ditambahkan air setinggi 4 cm dari permukaan lumpur dan kemudian difermentasi kembali selama 7 hari. Bibit cacing sutra ditebar pada media kultur.

Kultur Cacing Sutra

Bibit cacing sutra ditanam pada media penelitian dengan jarak 7-10 cm sebanyak 2,5 g/lubang titik tanam. Total titik tanam yaitu sebanyak 6 lubang sehingga total bibit yang ditanam secara keseluruhan yaitu sebanyak 15 g/wadah (Efendi dan Tiyoso, 2017), dengan kisaran tebar sebanyak 10-25 untuk budidaya cacing sutra (Poluruy *et al.*, 2019).

Pemberian Pakan

Pemberian pakan dilakukan dengan menggunakan dosis sebesar $0,25 \text{ kg/m}^2$ (Masrurotun *et al.*, 2014). Pemberian pakan dilakukan sebanyak satu kali sehari dengan cara mematikan aliran air terlebih dahulu selama 10 menit agar pakan yang diberikan tidak terbawa arus air. Pemberian pakan dilakukan pagi hari dengan pakan ditebar secara merata pada permukaan media. Aliran air kemudian dihidupkan kembali setelah pemberian pakan selesai. Pemberian pakan dilakukan selama 21 hari pemeliharaan. Bahan pakan yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan perlakuan penelitian.

Pengelolaan Air

Pengukuran parameter air berupa suhu, pH dan oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap 7 hari sekali pada pagi hari. Parameter nitrit, nitrat dan amonia dianalisis pada awal penelitian dan akhir penelitian. Pengaturan kecepatan pada klep pengatur debit air yang keluar di dalam media budidaya dilakukan sehingga tetap berada pada kecepatan 0,35 liter/menit. Penambahan air pada bak penampungan air dilakukan selama seminggu sekali.

Panen

Aliran air selama 1 jam sebelum panen agar cacing muncul ke permukaan dan membentuk koloni. Cacing yang sudah bergerombol diambil dan diletakkan pada wadah yang berbeda. Cacing yang masih tersisa di dalam substrat dituangkan ke dalam penyaring halus kemudian dialiri air untuk memisahkan substrat dengan cacing. Cacing yang telah dipisahkan diletakkan pada wadah dengan penutup plastik hitam. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi oksigen dalam wadah sehingga cacing berkoloni untuk mempermudah proses panen. Cacing hasil panen kemudian ditimbang biomasnya dan dilakukan pengujian.

Analisis Cacing Sutra Hasil Budidaya

Parameter pengujian yang diamati dalam penelitian ini di antaranya yaitu pertumbuhan mutlak, produktivitas, pengujian bakteri *Salmonella* sp, dan pengujian kandungan nutrisi (pengujian proksimat).

Pertumbuhan Berat Mutlak (Effendi 1997).

$$G = W_t - W_o$$

Keterangan:

G = Pertumbuhan mutlak (g)

W_t = Berat rata – rata akhir (g)

W_o = Berat rata – rata awal (g)

Produktivitas pada pertumbuhan cacing sutra Saefulhak (2004).

$$\text{Produktivitas} = \frac{B_t}{L}$$

Produktivitas = Produktivitas (kg/m²)

B_t = Biomassa pada akhir pemeliharaan (kg)

L = Luas permukaan wadah (m²)

Analisis Proksimat (SNI 01-2891-1992).

- Analisis kadar abu (923.03 AOAC)
- Analisis kadar protein (960.52 AOAC 1998)
- Analisis kadar air (SNI 01-2891-1992)
- Analisis kadar lemak (SNI 01-2891-1992)
- Analisis kasar karbohidrat

Pengujian Bakteri *Salmonella* sp (SNI 01-2332-2006).

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan meliputi inkubator, oven, autoklaf, neraca analitik, *laminar flow*, tabung reaksi, cawan petri, bunsen, erlemeyer, dan jarum ose. Bahan utama yang digunakan yaitu kotoran ayam. Kotoran ayam dan cacing sutra yang digunakan merupakan hasil tangkapan dari Kota Bogor.

Media uji yang digunakan yaitu SSA (*Salmonella Shigella Agar*), SCA (*Simmon's Citrate Agar*), SIM (*Solid Indol Motility*), dan APW (*Alkaly Pepton Water*), reagen pewarnaan gram, *methyl red*, glukosa, sukrosa, kertas oksidase, dan akuades (Nasional, 2006).

Isolasi, seleksi dan identifikasi bakteri *Salmonella* sp.

- Tahap pra- pengkayaan
- Tahap pengkayaan
- Seleksi pada media Sselektif
- Menghitung jumlah angka lempeng.
- Uji kualitatif *Salmonella* spp.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan aplikasi Ms. Excel 2016 dan dianalisis secara statistik dengan SPSS 25. Analisis ragam dilakukan dengan Uji ANOVA pada selang kepercayaan 95% untuk menentukan apakah perlakuan memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan kinerja produksi. Apabila perlakuan berpengaruh signifikan maka dilanjutkan dengan Uji Duncan. Apabila perlakuan tidak berpengaruh signifikan, maka dilakukan analisis secara deskriptif. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Nilai Nutrien Bahan Organik

Hasil Analisis Proksimat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Nutrien Bahan Organik
Kandungan Proksimat (%)

	Bahan	Protein	Lemak	Abu	Karbohidrat
Non- Fermentasi	Ampas tahu	12,75	3,3	3,41	80,04
	Dedak	2,43	0,5	19,25	68,93
	Silase Ikan	38,3	14,34	23,76	23,6
	Limbah Sawi	12,15	2,7	7,21	77,94
Fermentasi	Ampas tahu	14,14	1,66	3,3	9,23
	Dedak	2,4	1,11	9,65	35,04
	Limabah Sawi	16,24	4,26	4,94	74,56
	Silase Ikan	38,3	14,34	23,76	23,6

Keterangan : Hasil Pegujian Lab Kimia STP Jakarta.

Rata – rata pertumbuhan

Hasil 2. Biomassa rata–rata mutlak dan produktivitas

Parameter	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D	Perlakuan E
Biomassa rata – rata mutlak (g/wadah)	12,27 ± 4,07 ^a	21,85 ± 4,62 ^b	26,89±1,905 ^b	39,496 ± 1,080 ^c	10,59±0,565 ^a
Produktivitas (g/M ²)	161,16± 75,22 ^a	307,1 ± 38,52 ^{bc}	349,11,± 15,88 ^{cd}	454,14± 9,001 ^d	213,2± 40,71 ^{ab}

Keterangan : * Superscript yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05)

Hasil uji proksimat pada cacing sutra hasil budidaya dengan media berupa bahan organik ramah lingkungan disajikan pada Tabel. 3.

Tabel 3 Hasil uji proksimat cacing sutra

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbonhidrat(%)
A	50,58	2,04	0,9	4,18
B	52,95	2,25	0,91	3,78
C	55,1	2,3	0,97	3,41
D	58,57	2,44	0,7	2,03
E	51,6	2,35	0,9	2,21

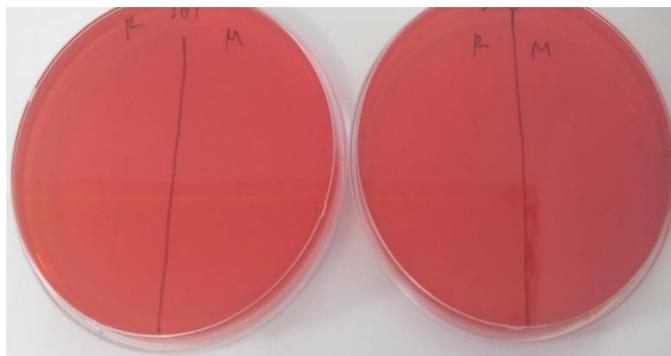
Tabel 4. Hasil Pengujian Bakteri *Salmonella* sp.

Perlakuan	Bakteri <i>Salmonella</i> sp	Keterangan
A	Negatif	LP2IL Serang
B	Negatif	LP2IL Serang
C	Negatif	LP2IL Serang
D	Negatif	LP2IL Serang
E	Negatif	LP2IL Serang

Keterangan: Hasil pengujian LP2IL Serang.

Pengujian bakteri pada cacing sutra

Hasil pengujian bakteri pada cacing sutra pada Laboratorium Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan Lingkungan (LP2IL) Serang seluruh perlakuan negatif terhadap keberadaan *Salmonella* sp. Hal tersebut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 32924 Tahun 2009 Hasil pengujian pada media SSA (*Salmonella Shigella Agar*) dengan goresan Lactose broth menggunakan jarum ose diinkubasi selama 24 jam dalam suhu 35°C menunjukkan bahwa tidak tumbuh koloni berwarna hitam sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media organik ramah lingkungan tidak mengandung *Salmonella* sp.

Gambar: 1.1 Media(SSA) *Salmonella* sp Negatif

Hasil pengujian bakteri pada cacing sutra uji menunjukkan bahwa tidak terdapat koloni yang tumbuh *Salmonella* sp. yang merupakan koloni berwarna hitam pada media SSA.

Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Hasil Penelitian	Kisaran Kualitas air
1	Suhu	oC	25,8- 26,75	23-27 °C Fadhlullah <i>et al</i> 2017
2	Power of hydrogen (pH)	-	6,7-7,2	6-7,6 mg/L Ngatung <i>et al</i> 2011
3	Oksigen Terlarut	mg/L	4,0-5,6	2,5-7,0 mg/L Utami 2018
4	Nitrat	mg/L	0,15-0,23	1,1 – 1,42 mg/L Wenda <i>et al</i> 2018
5	Nitrit	mg/L	0,06-0,26	0,01- 0,20 mg/L Wenda <i>et al</i> 2018
6	Amonia	mg/L	1,0-3,1	4-12 mg/L Arrate <i>et al</i> 2004

Pembahasan

Tabel 1. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai nutrisi pada tiap bahan organik yang sudah difermentasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan nilai nutrisi pada bahan baku media budidaya. Menurut Yuyanti (2014); Winarno, (2000), fermentasi dapat merombak senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana sehingga mudah untuk dicerna organisme budidaya, serta dapat meningkatkan konsentrasi vitamin, mineral dan palatabilitas, dan enzim hidrolitik. Pada proses fermentasi menggunakan *Effective Microorganism 4* (EM4) sebagai probiotik, Parminta, (2002) mengemukakan bahwa EM4 merupakan cairan yang terdiri dari bakteri asam laktat, ragi, jamur fermentasi serta mengandung bakteri fotosintetik *Lactobacillus* sp. Pemberian EM4 sebanyak 1 ml untuk 1 kg bahan baku dicampurkan dengan molase sebanyak 10 ml untuk proses fermentasi selama 7 hari. Menurut Sandi dan Saputra, (2012), penambahan EM4 sebanyak 10% dapat menurunkan kadar serat bahan baku yang difermentasi. Menurut Winedar (2006), hasil fermentasi dapat meningkatkan pencernaan dan konsentrasi protein pada bahan baku. Bahan fermentasi selain EM4 yang digunakan yaitu molase. Molase atau tetes tebu merupakan suatu bahan yang mengandung karbon organik yang tinggi yaitu sebanyak 48-56% (Avnimelech, 2007; Paturau, (1982), Simanjuntak, 2009, Kusmiati, 2007) sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan untuk fermentasi. Hasil uji menunjukkan bahwa bahan baku yang mengandung protein tinggi yaitu silase ikan dengan kandungan protein sebanyak 38,5 %.. Menurut Junianto (2003), silase ikan merupakan cairan kental yang hasil rombakan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana oleh enzim sehingga dapat dimanfaatkan untuk budidaya cacing sutra. Selain itu, ampas tahu hasil fermentasi menunjukkan kandungan karbohidrat yang tinggi yaitu sebesar 79,13% (Poultryindonesia, 2010). Proses fermentasi menyederhanakan partikel bahan pakan, sehingga nilai gizi meningkat. Bahan pakan yang telah mengalami fermentasi memiliki kualitas lebih baik dibandingkan bahan baku. Fermentasi ampas tahu mengubah protein menjadi asam-asam amino, dan secara tidak langsung menurunkan kadar serat kasar pada

ampas tahu. Konsentrasi lemak dan abu tertinggi yaitu pada silase ikan dengan nilai berturut-turut yaitu sebesar 14,34% dan 23,76%. Kandungan tersebut diduga merupakan sisa dari lemak yang terdapat pada limbah ikan sehingga mengakibatkan kandungan lemak tinggi, sedangkan kadar abu diduga tinggi karena merupakan sisa dari tulang ikan. Handajani, (2014) menjelaskan bahwa meningkatnya kadar lemak pada silase ikan disebabkan karena adanya pemberian molase dan probiotik. Bahan limbah sawi memiliki protein sebesar 16,24% dan karbohidrat sebesar 74,56% sehingga melengkapi kebutuhan nutrisi dari tumbuhan sebagai media budidaya cacing sutra. Mangelep *et al.*, (2016) menyatakan bahwa penambahan limbah sawi putih yang terbaik yaitu sebanyak 20%. Dedak hasil fermentasi mengandung protein rendah yaitu sebesar 2,42%, nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan hasil uji Tillman *et al* (2005) yaitu sebesar 7,6 %. Hal tersebut karena dedak sulit dicerna sehingga perlu dilakukan proses fermentasi.

Berdasarkan hasil penelitian pada masing-masing perlakuan tampak bahwa pengaruh kombinasi bahan organik silase ikan, limbah sawi, dedak, dan ampas tahu dalam media budidaya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap biomassa mutlak dan produktivitas. Nilai biomassa rata-rata dan produktivitas tertinggi yaitu pada perlakuan D dengan nilai berturut-turut yaitu $39,496 \pm 1,080$ g/wadah dan $454,14 \pm 9,001$ g/m²/siklus. Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan hasil penelitian pada Adlan (2014) yang bernilai sebesar $1933,71 \pm 156,95$ g/m². Maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi bahan baku yang terbaik adalah perlakuan D karena hanya dibutuhkan silase ikan sebanyak 25% untuk media pertumbuhan cacing sutra. Selain itu, limbah ikan olahan banyak ditemukan serta ampas tahu, dedak dan limbah sawi yang dimanfaatkan sebagai media budidaya mudah ditemukan. Cartwright *et al.*, (2004) menyatakan keberadaan bahan organik pada lumpur mendukung kehidupan cacing sutra.

Perlakuan D memiliki biomassa rata-rata mutlak tertinggi. Hal tersebut diduga karena dosis kombinasi antara bahan hewani dan bahan nabati silase ikan 25%, limbah sawi 10%, dedak 25%, dan ampas tahu 40% dengan persentase penambahan ampas tahu lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Selain itu, diketahui bahwa kandungan karbohidrat hasil fermentasi yaitu sebesar 79,13% (Tabel 2.1) serta mengandung protein tertinggi yaitu pada silase ikan sebesar 38,3%. Nutrien pada media perlakuan D dapat dimanfaatkan dengan baik oleh bakteri dan kemudian dikonsumsi oleh cacing sutra dalam proses perombakan bahan organik. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Fajri, *et al.*, (2014); Syam *et al.*, (2011); Febrianti (2004) bahwa pertumbuhan cacing sutra membutuhkan protein dan karbohidrat yang tinggi sebagai sumber makanan.

Hasil penelitian ini memiliki nilai rata-rata pertumbuhan biomassa mutlak lebih tinggi dari penelitian Wenda *et al.*, (2018) yaitu 38 g selama 30 hari dengan biomassa tebar awal sebesar 20 g. Akbar *et al.*, (2017) menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan biomassa mutlak sangat rendah dengan nilai sebesar 8,8 g selama 20 hari pemeliharaan sehingga hasil penelitian ini lebih tinggi dan sesuai untuk media cacing sutra serta bebas dari bakteri *Salmonella* sp. serta residu antibiotik. Penggunaan bahan organik ramah lingkungan yang difermentasi dengan EM4 sebanyak 1 ml dan molase 10 ml selama 7 hari dapat meningkatkan kandungan unsur hara pada media budidaya cacing sutra. Putri *et al.*, (2014) menyatakan bahwa dalam EM4 terdapat campuran mikroba yang dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi di antaranya yaitu unsur C dan N. Rata-rata pertumbuhan mutlak terendah yaitu pada perlakuan A dimana komposisi bahan yang dimiliki yaitu silase ikan sebanyak 100%. Rata-rata nilai produktivitas $161,16$ g/m²/siklus dan pertumbuhan mutlak yaitu sebesar $12,27$ g/wadah rendahnya nilai pertumbuhan pada perlakuan ini disebabkan karena ketiadaan bahan baku nabati untuk karbohidrat yang berasal dari ampas tahu yang memiliki unsur N. Suswardany & Kusumawati (2006) mengungkapkan bahwa silase ikan dengan kandungan protein tinggi menyebabkan kandungan N pada media merupakan yang paling tinggi sehingga apabila C/N rasio berlebih dari rasio optimal akan dilakukan pembuangan dalam bentuk gas amonia (NH₃). Hal tersebut terlihat dari hasil pengujian pada perlakuan A yang memiliki nilai amonia tinggi (3,1 mg/L). Menurut Pursetyo *et al.*, (2011) bakteri membutuhkan N-organik dan C-organik untuk pertumbuhan. Jumlah bakteri yang rendah pada media disebabkan oleh jumlah bahan organik yang sedikit, sehingga nilai nutrisi rendah.

Berdasarkan data pada Tabel 1.3 diketahui bahwa cacing sutra hasil budidaya memiliki protein tinggi yaitu pada perlakuan D dengan kandungan silase ikan sebesar 25%, limbah sayuran 10%, dedak 25 %, dan ampas tahu 40% dengan kadar protein pada cacing sutra yaitu sebesar 58,57%. Kandungan protein pada seluruh perlakuan memiliki kisaran konsentrasi protein yaitu 50,38 – 58,7% dimana kisaran nilai tersebut sama dengan hasil penelitian (Buwono, 2000; Chilmawati *et al.*, 2015; Khairuman dan Sihombing, 2008). Bahan organik hasil fermentasi pada perlakuan D memiliki kandungan nutrisi seimbang sehingga kandungan C dan N sebagai nutrisi dapat dimanfaatkan dengan baik oleh bakteri sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan cacing sutra. Nilai nutrisi yang tinggi pada cacing sutra hasil penelitian dengan menggunakan metode fermentasi pada bahan dan pakan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh bakteri sebagai makanan cacing sutra. Pakan yang diberikan setiap

hari juga dapat mempengaruhi perkembangan cacing sutra. Menurut Solang *et al.*, (2014) bahan pakan yang diberikan dimanfaatkan untuk pertumbuhan serta mendukung produksi telur cacing sutra.

Kandungan nutrisi terendah dari hasil penelitian yaitu pada perlakuan A dengan persentase silase ikan sebesar 100% dengan kadar protein pada cacing 50,38% namun apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Muria (2012) dengan kandungan protein 41,1%, lemak 20,9%, serat kasar 1,3%, dan abu 6,7% dimana nilai-nilai tersebut lebih rendah dari hasil penelitian. Namun perlakuan A memiliki pertumbuhan mutlak dan produktivitas yang rendah dengan nilai berturut-turut $12,27 \pm 4,07$ dan $161,16 \pm 75,2$ g/m²/siklus.

Berdasarkan pengamatan selama 21 hari, suhu pada tiap perlakuan berada pada kisaran normal 25.8 – 26.75°C. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Fadhlullah *et al.*, (2017) bahwa cacing sutra dapat tumbuh secara optimal pada kisaran suhu 23-27°C. Perlakuan D dengan rata – rata pertumbuhan 44,20 g menunjukkan suhu tertinggi dari seluruh perlakuan dengan nilai 25,75°C. Hossain *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kisaran suhu 25°C pada cacing sutra *Tubifex* sp meningkatkan produksi kokot telur.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar oksigen terlarut menunjukkan rata-rata nilai yaitu 4,5-5,6 mg/L. Jumlah oksigen terlarut dalam air berasal dari hasil fotosintesa dan absorpsi dari atmosfer/udara. Oksigen terlarut dimanfaatkan oleh biota akuatik untuk proses respirasi dan pembakaran bahan makanan dalam tubuh. Kandungan oksigen terlarut yang rendah dapat mengakibatkan proses dekomposisi bahan organik sehingga menyebabkan ammonia dan pH meningkat. Menurut Fadhlullah (2017), kisaran kelayakan oksigen terlarut untuk cacing sutra adalah 2,5-7 mg/L. kandungan oksigen terlarut pada perlakuan A yaitu sebesar 5,42 mg/L, perlakuan B sebesar 5,60 mg/L, perlakuan C sebesar 4,47 mg/L, perlakuan D sebesar 4,88 mg/L, dan perlakuan E sebesar 3,99 mg/L sehingga tampak bahwa hasil penelitian baik untuk pertumbuhan cacing sutra dapat dilihat pada Gambar 2.5. Cacing sutra (*Tubifex* sp.) hidup berkoloni dengan bagian ekornya berada dipermukaan dan berfungsi sebagai alat bernafas dengan cara difusi langsung dari udara. Cacing sutra tidak mempunyai insang dan memiliki tubuh yang kecil dan tipis. Tubuh cacing sutra yang kecil dan tipis memungkinkan pertukaran oksigen dan karbondioksida pada permukaan tubuhnya yang banyak mengandung pembuluh darah (Kandang dan Tarigan, (2014). *Tubifex* sp. pada umumnya membuat tabung pada lumpur di dasar perairan dimana bagian posterior tubuhnya menonjol keluar dari tabung bergerak bolak-balik dan bergerak melambai secara aktif di dalam air sehingga terjadi sirkulasi oksigen pada air dan cacing memperoleh oksigen melalui permukaan tubuhnya. Getaran pada bagian posterior tubuh dari *Tubifex* sp, dapat membantu pernafasan. Cacing sutra dapat hidup pada perairan yang berkadar oksigen terlarut rendah Supriyono *et al.*, (2015).

Berdasarkan hasil pengamatan kadar pH dilihat pada penelitian nilai rata-rata dari semua perlakuan masih dalam batas toleransi (6,7–7,2). Faktor yang mempengaruhi pH suatu perairan adalah konsentrasi karbondioksida dan senyawa yang bersifat asam. Nilai pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Pada media dengan pH rendah, kandungan oksigen terlarut berkurang sehingga aktivitas pernafasan meningkat dan selera makan ikan berkurang. Pada budidaya cacing sutra, kisaran pH yang baik adalah 6-7,6 Ngatung *et al.*, (2017).

Sumber ammonia pada perairan merupakan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur (Efendi 2013). Ammonia (NH₃) tidak terisolasi dalam air sehingga bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Menurut Arrate *et al.*, (2004), cacing sutra dapat beradaptasi terhadap konsentrasi ammonia yang tinggi yaitu 4-12 mg/L. Pada hasil penelitian, nilai ammonia berada di bawah 4 mg/L dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan A (3,1 mg/L). Hal tersebut karena terjadi proses pembusukan yang tinggi pada fermentasi silase ikan yang belum sempurna sehingga perombakan pada wadah budidaya. Nilai terendah terlihat pada perlakuan E (1,0 mg/L). Menurut Efendi (2013), cacing sutra dapat tumbuh optimal pada media dengan kandungan ammonia <3,6 mg/L.

Berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian kadar nitrat berada pada kisaran 0,15- 0,23 mg/L. Nitrat yang lebih rendah dari 10 mg/L menunjukkan kondisi perairan yang miskin unsur hara sehingga dalam budidaya harus diberikan pakan/pupuk. Nitrat adalah bentuk nitrogen utama pada media budidaya. Menurut Wenda *et al.*, (2018), konsentrasi nitrat yang baik untuk pertumbuhan cacing sutra adalah 1,1- 1,42 mg/L.

Hasil uji nitrit pada budidaya cacing sutra menunjukkan konsentrasi nitrit dengan kisaran 0,006 – 0,26 mg/L, hal tersebut baik untuk pertumbuhan cacing sutra diduga karena adanya sirkulasi air yang terus menerus meningkatkan oksigen, sedangkan nilai kisaran nitrit yang dapat ditoleransi yaitu pada kisaran 0,003-0,726 mg/L (SNI.06.6989.2004). Hal tersebut sesuai dengan Wenda *et al.*, (2018) bahwa konsentrasi nitrit 0,01 – 0,20 mg/L baik untuk pertumbuhan cacing sutra. Kondisi lingkungan budidaya merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan cacing sutra jika oksigen dan konsentrasi nitrit yang tidak optimal akan bersifat racun.

KESIMPULAN

Penggunaan bahan organik untuk media budidaya pada perlakuan D dengan dosis silase ikan 25%, limbah sayuran 10%, dedak 25%, dan ampas tahu 40% menghasilkan nilai terbaik pada pertumbuhan mutlak $39,496 \pm 1,080$ g/wadah dan produktivitas $454,14 \pm 9,00$ g/m²/siklus. Kisaran kualitas air optimal pada perlakuan tersebut yaitu dengan suhu 25,18°C, pH 6,7, DO 4,9 mg/L, amonia 1,3 mg/L, nitrat 0,15 mg/L, dan nitrit 0,07mg/L. Pada hasil penelitian menggunakan bahan limbah organik ramah lingkungan tidak terkontaminasi oleh bakteri *salmonella* sp.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pusat Pendidikan KP yang telah memberikan dukungan biaya pendidikan Pascasarjana di Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta (STP) dan Terima kasih Dr. Sinung Raharjo.A.Pi, M.Si, Ilham, Ph.D atas bimbingan selama proses tesis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Y.A., 2014. Pengaruh Pemberian Cacing Sutera (*Tubifex* sp), Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp), Di Balai Pengembangan Budidaya Ikan Air Tawar (Bpbiat) Provinsi Gorontalo.
- Adlan, M.A., 2014. Pertumbuhan biomassa cacing sutera (*Tubifex* sp.) pada media kombinasi pupuk kotoran ayam dan ampas tahu (PhD Thesis). Universitas Gadjah Mada.
- Ansyari, P., Rifa'i, M.A., 2005. Penggunaan berbagai dosis pupuk pelengkap cair (ppc) bioton untuk pertumbuhan populasi cacing tubifek (*Tubifex* sp). *Agroscentia* 12, 25–33.
- Buwono, I.I.D., Si, M., 2000. Kebutuhan asam amino esensial dalam ransum ikan. Kanisius.
- Cartwright, D., Blazer, V., Schill, W.B., USGS, U., 2004. Effect of Riparian Zone and Associated Stream Substrata on *Tubifex*: Density and Infection Rate with *Myxobolus Cerebralis*, in: 2004 Whirling Disease Symposium Proceedings.
- Chilmawati, D., Suminto, S., Yuniarti, T., 2015a. pemanfaatan fermentasi limbah organik ampas tahu, bekatul dan kotoran ayam untuk peningkatan produksi dan Chilmawati, D., Suminto, S., Yuniarti, T., 2015b. pemanfaatan fermentasi limbah organik ampas tahu, bekatul dan kotoran ayam untuk peningkatan produksi dan kualitas kultur cacing sutera (*Tubifex* sp). *pena* 28, 186–201.
- Efendi, M., 2013. Beternak cacing sutera cara modern. Penebar Swadaya Grup.
- Efendi, M., Tiyoso, A., 2017. Panen Cacing Sutra Setiap 6 Hari. *AgroMedia*.
- Fadhullah, F., Muhammadar, M., Rahimi, E., Afdhal, S., 2017. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Biomassa dan Populasi Cacing Sutera (*Tubifex* SP.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah* 2.
- Fajri, W., Suminto, Hutabarat, J., 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*.
- Fajri, W.N., Hutabarat, J., 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, 101–108.
- Febrianti, D., 2004. Pengaruh Pemupukan Harian Dengan Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing Sutera (*Limnodrilus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor 34.
- Handajani, H., 2014. peningkatan kualitas silase limbah ikan secara biologis dengan memanfaatkan bakteri asam laktat.
- Herawati, V., Agung Nugroho, R., Darmanto, Y.S., Hutabarat, J., 2016. analisis pemberian pakan *Tubifex* sp. hasil kultur massal menggunakan fermentasi kotoran ayam, roti afkir dan ampas tahu terhadap performa pertumbuhan dan kelulushidupan larva lele (*C. gariepinus*).
- Kandang, d.b.j.p., Tarigan, r.p., 2014. laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan pemberian pakan cacing sutera (*Tubifex* sp.) yang dikultur.
- Khairuman, A.K., Sihombing, T., 2008. Peluang Usaha Budidaya Cacing Sutra. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.

- Kusumorini, A., Cahyanto, T., Utami, L.D., 2017. Pengaruh pemberian fermentasi kotoran ayam terhadap populasi dan biomassa cacing (*Tubifex*). jurnal istek 10.
- Mandila, S. putri, Hidayat, N., 2013. Identifikasi Asam Amino pada Cacing Sutra (*Tubifex sp*) yang Diekstrak dengan Pelarut asam Asetat dan Laktat. UNESA Journal of Chemistry.
- Mangelep, C., Wolayan, F.R., Imbar, m.r., untu, i.m., 2016. penggantian sebagian pakan dengan tepung limbah sawi putih (*Brassica pekinensia* l) terhadap performans broiler. zootec 37, 8–14.
- Masrurotun, M., Suminto, S., Hutabarat, J., 2014a. Pengaruh penambahan kotoran ayam, silase ikan rucah dan tepung tapioka dalam media kultur terhadap biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex sp.*). Journal of Aquaculture Management and Technology 3, 151–157.
- Masrurotun, M., Suminto, S., Hutabarat, J., 2014b. Pengaruh penambahan kotoran ayam, silase ikan rucah dan tepung tapioka dalam media kultur terhadap biomassa, populasi dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex sp.*). Journal of Aquaculture Management and Technology 3, 151–157.
- Muria, E.S., 2012. Pengaruh Penggunaan Media dengan Rasio C: N yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Tubifex (PhD Thesis). universitas airlangga.
- Nasional, B.S., 2006. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 1: Penentuan Coliform dan Escherichia coli pada Produk Perikanan: SNI 01-2332-1-2006. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006c. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 2.
- Nasional, B.S., 1992. SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Ngatung, J.E., Pangkey, H., Mokolensang, J.F., 2017. Budi daya cacing sutra (*Tubifex sp.*) dengan sistim air mengalir di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Tatelu (BPBAT), Propinsi Sulawesi Utara. e- Journal budidaya perairan 5.
- Nurhidayah, W., 2018. pengaruh perbedaan konsentrasi dan jenis pupuk organik cair terhadap biomassa mutlak cacing sutra (*Tubifex sp.*) dalam sistem resirkulasi.
- Poluruy, S., Idris, M., Rahman, A., 2019. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Pertumbuhan Biomassa Cacing Sutra (*Tubifex sp.*) yang Dibudidaya Pada Media Dengan Sistem Rak Bertingkat. Jurnal Media Akuatika 4.
- Prihatini, E.S., Bahrudin, 2014. Pemanfaatan Cacing Sutra (*Tubifex sp.*) Untuk Kelangsungan Hidup Benih Ikan lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var sangkuriang). GROUPER Jurnal Ilmia Fakultas Perikanan.
- Pursetyo, K.T., Satyantini, W.H., Mubarak, A.S., 2019. Pengaruh Pemupukan Ulang Kotoran Ayam Kering Terhadap Populasi Cacing *Tubifex* [The Effect Of Remanuring Dry Chicken Manure In *Tubifex* Population]. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 3, 177–182.
- Putri, D.S., Supriyono, E., Djokosetiyanto, D., 2014. Utilization of fermented chicken manure and catfish culture waste in recirculated sludge worm culture. Jurnal Akuakultur Indonesia 13, 132–139.
- Solang, J., Pangkey, H., Wullur, S., Lantu, S., 2014. Ratio of C: N in culture media of silk worm, *Tubifex sp.* aquatic science & management (jurnal ilmu dan manajemen perairan) 2, 19–23.
- Supriyono, E., Pardiansyah, D., Putri, D.S., Djokosetianto, D., 2015. Perbandingan jumlah bak budidaya cacing sutra (*Tubificidae*) dengan memanfaatkan limbah budidaya ikan lele (*Clarias sp*) sistem intensif terhadap kualitas air ikan lele dan produksi cacing sutra. DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan 4.
- Suryadin, D., Helmiati, S., Rustadi, R., 2004. Pengaruh Ketebalan Media Budidaya Cacing Sutra (*Tubifex sp.*) m menggunakan Lumpur Limbah Budidaya Lele. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada 19 (2): 97-105 ISSN: 0853-6384 eISSN: 2502-5066 19, 97–105.
- Suswardany, D.L., Kusumawati, Y., 2006. Peran Efective Microorganism-4 (EM-4) dalam meningkatkan kualitas kimia kompos ampas tahu.
- Syam, F.S., 2012. Produktivitas budidaya cacing sutra (*Oligochaeta*) dalam sistem resirkulasi menggunakan jenis substrat dan sumber air yang berbeda. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor 35.
- Syam, F.S., Novia, G.M., Kusumastuti, S.N., 2011. Efektivitas Pemupukan dengan Kotoran Ayam dalam Upaya Peningkatan Pertumbuhan Populasi dan Biomassa Cacing Sutra *Limnodrilus sp.* melalui Pemupukan Harian dan Hasil Fermentasi. J. Institut Pertanian Bogor 8.
- Tillman, A. D., S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 2005. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahyu, B.W., 2013. Pemanfaatan Campuran Limbah Padat (Sludge) Pabrik Kertas dan Kompos sebagai Media Budidaya Cacing Sutra (*Tubifex. sp*). UNESA Journal of Chemistry 2.

- Wenda, D., Pangkey, H., Mokolensang, J.F., 2018a. Pemanfaatan kotoran ternak dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan biomassa cacing sutra (*Tubifex sp.*). e-Journal budidaya perairan 6.
- Wenda, D., Pangkey, H., Mokolensang, J.F., 2018b. Pemanfaatan kotoran ternak dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan biomassa cacing sutra (*Tubifex sp.*). e-Journal budidaya perairan 6.
- Wijayanti, D., 2018. Pengaruh presentase pemberian pakan alami cacing sutra (*Tubifex sp*) dan pakan buatan terhadap frekuensi moulting dan pertumbuhan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*)(PhD Thesis). University of Muhammadiyah Malang.