

Peningkatan rasio C/N dengan penambahan tepung tapioka pada substrat budidaya *Oligochaeta*

Increasing of C/N ratio with addition of tapioca starch in *Oligochaetes* culture substrate

Yani Hadiroseyani*, Ardina Puspitasari, Tatag Budiardi

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

*Surel: yanihadiroseyani@yahoo.com

ABSTRACT

This study was aimed to improve the productivity of sludge worm (*Oligochaetes*) in culture systems using the addition of tapioca flour to the substrate to increase C/N ratio up to 10, 20, and 30. The substrate used was a mixture of mud and chicken manure with a ratio of 1:1 on the container measuring 100×12×15 cm³. Culture system used was a recirculation system. Initial stock of the worm was at density 150 g/m². Results showed the highest population and biomass of the worm in each treatments was occurred on tenth day. The highest density of sludge worm, i.e. 421,145 ind/m² with total biomass of 1,497.80 g/m², was obtained on the treatment of C/N ratio at 20 (P <0.05).

Keywords: *Oligochaetes*, C/N ratio, tapioca starch, recirculation system

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas cacing sutra (*Oligochaeta*) pada sistem budidaya dengan memperbaiki kualitas substrat cacing menggunakan penambahan tepung tapioka sehingga mencapai rasio C/N 10, 20, dan 30. Substrat yang digunakan yaitu campuran lumpur tanah dan kotoran ayam dengan perbandingan 1:1 pada wadah budidaya berukuran 100×12×15 cm³. Sistem budidaya yang digunakan yaitu sistem resirkulasi. Cacing dibudidayakan pada padat penebaran 150 g/m². Hasil menunjukkan puncak populasi dan biomassa cacing sutra terjadi pada hari kesepuluh. Kepadatan cacing tertinggi, yaitu 421.145 ind/m² dengan biomassa 1.497,80 g/m², diperoleh pada perlakuan penambahan tepung tapioka dengan C/N rasio 20 (P<0,05).

Kata kunci: cacing sutra, rasio C/N, tepung tapioka, sistem resirkulasi

PENDAHULUAN

Cacing sutra (*Oligochaeta*) adalah jenis pakan alami yang sering digunakan dalam kegiatan pembenihan ikan karena mengandung protein yang tinggi. Secara umum *Oligochaeta* mengandung protein sebesar 60–70% (bobot kering) di dalam jaringan tubuhnya (Suthar, 2009; Ratsak & Verkuijlen, 2006). Cacing sutra dapat dibudidayakan dalam wadah kayu berlapis plastik dengan pengaliran air dan penambahan substrat untuk media tumbuh cacing. Budidaya cacing menggunakan sistem resirkulasi bertujuan untuk menghemat penggunaan air dan pupuk sebagai media tumbuh.

Pembudidayaan cacing sutra dilakukan pada substrat yang terdiri atas campuran lumpur

tanah dan bahan organik dari pupuk kandang. Penggunaan pupuk tersebut dilakukan untuk menyuplai makanan cacing agar kepadatan dan biomassa cacing dapat meningkat. Pemupukan ini bertujuan untuk menambah kandungan nutrisi dalam media pemeliharaan, terutama unsur nutrisi penting seperti C dan N. Hadiroseyani *et al.* (2007) mendapatkan fermentasi yang dilakukan pada kotoran ayam dapat meningkatkan rasio C/N hampir 200%, yaitu dari 7,98 menjadi 14,75, namun kemudian menurun menjadi 4,81 pada hari ke-60 setelah fermentasi dilakukan. Penurunan rasio C/N pada penelitian tersebut mengakibatkan penurunan jumlah bakteri pada substrat cacing sehingga pertumbuhan populasi dan biomassa cacing juga dapat menurun. Upaya mempertahankan dan meningkatkan rasio C/N dapat dilakukan dengan menambahkan bahan

yang mengandung karbon.

Tepung tapioka adalah bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan rasio C/N pada pembudidayaan cacing sutra karena kadar karbon cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemberian tepung tapioka pada rasio C/N 10, 20, dan 30 terhadap pertumbuhan kepadatan populasi dan biomassa cacing sutra.

BAHAN DAN METODE

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan adalah penambahan tepung tapioka untuk mendapatkan rasio C/N 10, 20, dan 30, ke dalam pupuk pada substrat pemeliharaan cacing. Pupuk yang ditambahkan adalah kotoran ayam yang telah difermentasikan terlebih dulu menggunakan bahan aktivator komersial bermerk EM4. Pupuk tersebut mengandung unsur N sebanyak 1,44%. Frekuensi pemupukan setiap lima hari dengan jumlah pupuk adalah 1 kg/m². Sumber karbon yang digunakan adalah tepung tapioka dengan kandungan unsur karbon sebesar 38,45% sehingga ditambahkan sebanyak 26,42 g tapioka untuk mendapatkan rasio C/N 10; 85,69 g tapioka untuk mendapatkan rasio C/N 20, dan 262,35 g tapioka untuk rasio C/N sebesar 30.

Prosedur penelitian

Kegiatan budidaya cacing pada penelitian ini menggunakan sistem resirkulasi menggunakan bantuan pompa. Wadah pemeliharaan berdimensi 100×12×10 cm³ dan diisi substrat hidup cacing berupa campuran lumpur tanah dan kotoran ayam hasil fermentasi dengan perbandingan 1:1, yaitu masing-masing sebanyak 1,2 kg. Ke-dua bahan tersebut diaduk merata dan ditempatkan pada wadah dengan ketinggian substrat 2 cm, lalu dialiri air setinggi 2 cm dari permukaan substrat. Selama sepuluh hari pertama dilakukan penggenangan substrat, kemudian dilakukan penebaran cacing sebanyak 150 g/m². Selama pemeliharaan debit aliran air diatur sebesar 1,5 L/menit dan air ditampung dalam ember yang diaerasi sebelum mengalir kembali ke wadah.

Metode fermentasi pupuk dilakukan dengan cara: kotoran ayam yang digunakan terlebih dahulu dikeringkan dengan sinar matahari selama enam jam. Bahan yang digunakan untuk proses fermentasi pupuk adalah aktivator fermentasi (EM4), gula pasir, dan air. Gula pasir sebanyak

3,75 g dan EM4 sebanyak 4 mL dicampur ke dalam 300 mL air. Larutan tersebut dicampurkan pada 10 kg kotoran ayam, lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik tertutup dan didiamkan selama lima hari.

Pengambilan sampel cacing dan pengukuran parameter kualitas air dilakukan setiap sepuluh hari, sedangkan pengambilan sampel untuk bakteri dilakukan setiap 20 hari. Sampel diambil dari lima titik pada masing-masing wadah yaitu dua titik pada bagian *inlet*, satu titik pada bagian tengah dan dua titik pada bagian *outlet*. Sampel cacing diambil dengan membenamkan pipa berdiameter 3 cm ke dalam substrat dan diangkat dengan menutup bagian atasnya. Substrat yang terambil ditempatkan dalam gelas dan dicuci kemudian dilakukan pemisahan cacing dari substrat. Kepadatan populasi cacing ditentukan dengan menghitung secara langsung. Pengukuran biomassa cacing dilakukan dengan penimbangan sampel cacing yang diperoleh menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 mg. Pengukuran panjang tubuh cacing dilakukan secara acak dengan mengambil 15 ekor sampel dan diukur menggunakan mistar dengan ketelitian 0,1 cm.

Penghitungan bakteri pada substrat dilakukan dengan metode agar tuang, dengan cara mengambil 1 g substrat dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diencerkan hingga 10⁻⁵. Pengenceran dilakukan menggunakan larutan fisiologis (8,5 g NaCl dalam 1 L akuades) sebanyak 9 mL dan diaduk menggunakan *vortex* sehingga homogen. Setiap tahapan tersebut dilakukan secara aseptik untuk menghindari kontaminasi oleh bakteri lain. Pada tiga pengenceran terakhir dilakukan pengambilan larutan sebanyak 0,1 mL secara duplo dan dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian dituangkan larutan agar TSA (*triple soy agar*) secukupnya hingga menutupi seluruh cawan. Pengamatan bakteri dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam dengan menghitung koloni bakteri dan mengamati ciri morfologinya.

Parameter budidaya yang diukur antara lain suhu, oksigen terlarut, pH dan ammonia. Suhu diukur menggunakan termometer Celcius setiap pagi dan sore hari, oksigen terlarut diukur menggunakan DO-meter, pH diukur menggunakan pH-meter dan amonia diukur menggunakan metode titrasi setiap sepuluh hari. Pengambilan sampel untuk analisis air dilakukan pada bagian *outlet*.

Pengolahan dan analisis data

Data dianalisis menggunakan *Microsoft*

Excel 2007 dan SPSS yang meliputi analisis ragam (*analysis of variance/ANOVA*) dengan uji F pada selang kepercayaan 95% digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap biomassa dan kepadatan populasi cacing sutra. Kemudian dilakukan uji

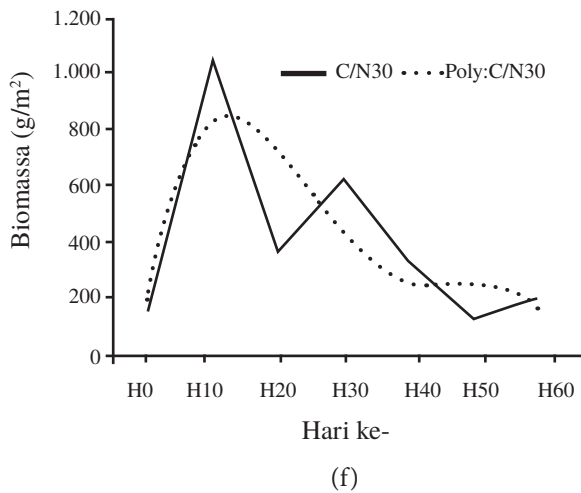
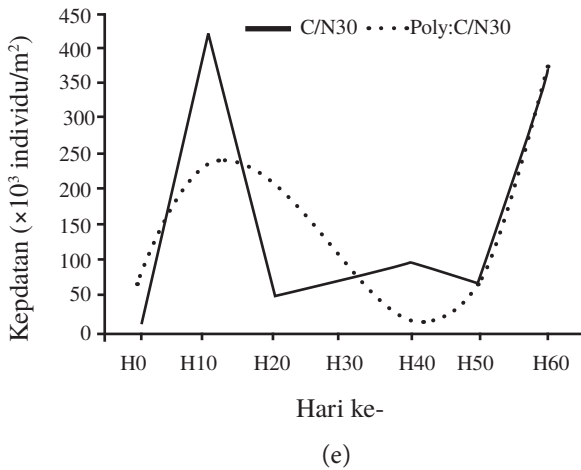
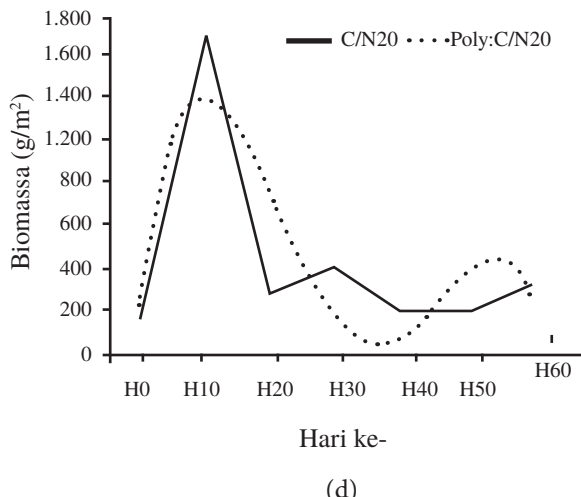
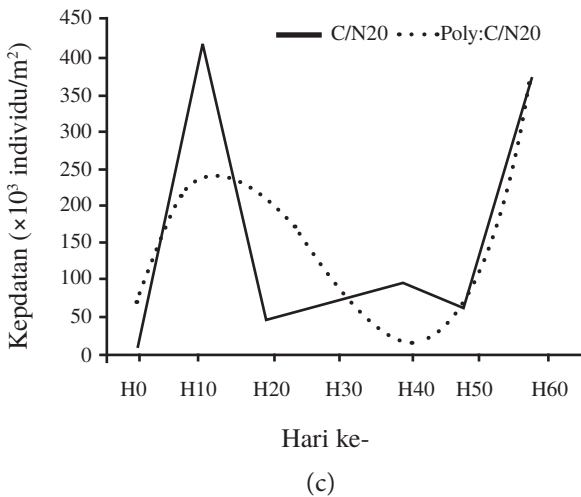
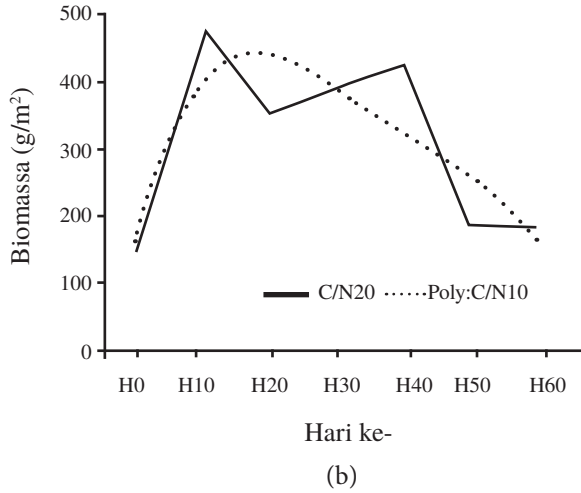
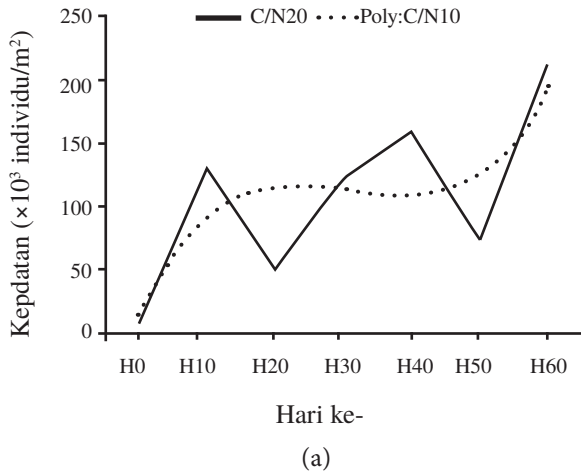
lanjut berupa uji *Duncan*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kepadatan dan biomassa cacing sutra

Hasil pengamatan terhadap kepadatan populasi



Gambar 1. Perkembangan kepadatan populasi dan biomassa cacing sutra selama 60 hari pemeliharaan dengan perlakuan rasio (a,b) C/N10, (c,d) C/N20, (e,f) C/N30.

dan pertumbuhan biomassa cacing sutra pada masing-masing perlakuan tertera pada Gambar 1. Sejalan dengan waktu, pada perlakuan rasio C/N 10 menunjukkan peningkatan kepadatan populasi cacing secara kontinu tetapi dengan jumlah populasi paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan rasio C/N 20 dan 30 kepadatan populasi cacing memiliki pola yang sama, yaitu meningkat pada hari kesepuluh, lalu menurun terus sampai hari ke-50, dan meningkat tajam pada hari ke-60. Kepadatan populasi tertinggi diperoleh pada perlakuan rasio C/N 20, yaitu 421.145 ind/m² pada hari kesepuluh dan 694.577 ind/m² pada hari ke-60.

Biomassa cacing pada ke-tiga perlakuan terus menurun setelah hari kesepuluh walaupun populasi meningkat. Pada perlakuan rasio C/N 10 diperoleh biomassa cacing paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu pada hari kesepuluh hanya mencapai 475,77 g/m². Pada waktu yang sama perlakuan rasio C/N 20 mencapai biomassa cacing tertinggi yaitu mencapai 1.497,80 g/m², sedangkan pada perlakuan rasio C/N 30 didapatkan biomassa cacing 1.042,58 g/m². Analisis ragam kepadatan populasi dan biomassa cacing sutra pada hari kesepuluh dan ke-60 dari ketiga perlakuan penambahan tepung tapioka yang berbeda dengan selang kepercayaan 95% dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

Pemberian tepung tapioka memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan populasi dan biomassa cacing sutra. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan rasio C/N 20 memberikan hasil yang lebih tinggi dalam pertumbuhan populasi dan biomassa cacing dari perlakuan rasio C/N 10, sedangkan pada perlakuan rasio C/N 30 tidak berbeda

dengan kedua perlakuan lainnya. Pada hari ke-60 menunjukkan bahwa perlakuan rasio C/N 20 menunjukkan kepadatan populasi dan biomassa cacing lebih tinggi dari perlakuan rasio C/N 10 dan rasio C/N 30.

Jumlah bakteri

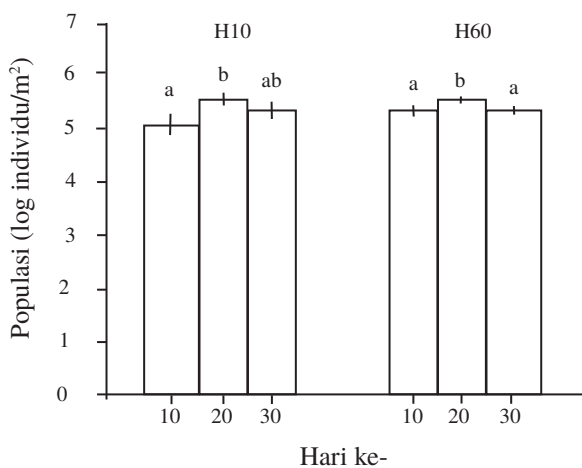
Jumlah koloni bakteri selama pemeliharaan cacing sutra tertera pada Tabel 2 di mana pada hari ke-20 dan seterusnya jumlah bakteri sangat banyak sehingga tidak dapat dihitung.

Kualitas air

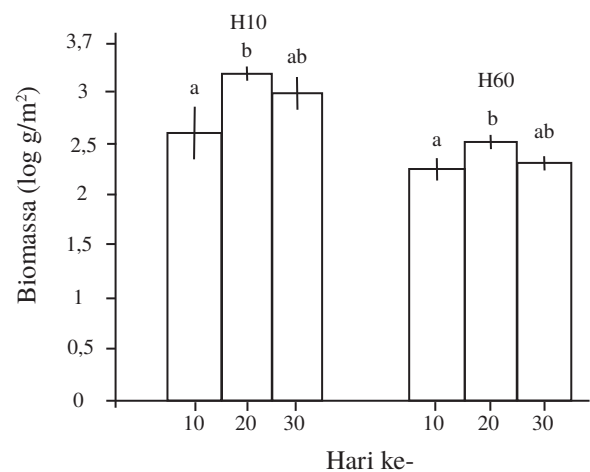
Kualitas air selama 60 hari pemeliharaan cacing sutra menunjukkan kisaran seperti tertera pada Tabel 3.

Pembahasan

Peningkatan biomassa dan juga kepadatan populasi cacing sutra pada hari kesepuluh ini diduga karena cacing yang ditebar merupakan cacing dewasa yang siap untuk bertelur. Cacing yang ditebar berbobot sekitar 2,5 mg. Cacing pada ukuran ini diduga merupakan cacing dewasa. Berbeda dengan hasil penelitian Ducrot *et al.* (2007) cacing *Tubifex* sp. dewasa yang memproduksi kokon pertama kali memiliki berat sekitar 84 mg pada suhu 24 °C. Ketika sudah berada di wadah budidaya, cacing tersebut mengeluarkan kokon yang dapat menetas dalam waktu 10–12 hari. Selain itu, pertumbuhan cacing sutra sangat tinggi pada minggu pertama dan menyebabkan biomassa dan populasi cacing bertambah karena cacing dewasa yang masih bertahan di dalam wadah budidaya ditambah cacing muda yang sudah menetas. Cacing muda membutuhkan waktu sekitar 21 hari (Lobo *et al.* 2009) untuk perkembangan embrionya sehingga



Gambar 2. Kepadatan populasi cacing sutra pada hari kesepuluh dan ke-60 ($P < 0,05$).



Gambar 3. Biomassa cacing sutra pada hari kesepuluh dan ke-60 ($P < 0,05$).

pada hari ke-30 dan ke-60 terjadi kenaikan biomassa kembali, karena pada hari ke-60 ini cacing-cacing muda tersebut menjadi dewasa dan memproduksi kokon yang pada akhirnya menetas menghasilkan cacing muda. Hal ini sesuai dengan pendapat Lobo dan Alves (2011) yang menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan sejak kokon diletakkan sampai menetas sekitar 10–20 hari dan membutuhkan waktu sekitar 40 hari untuk mencapai dewasa. Pada hari ke-20 kepadatan populasi maupun biomassa mengalami penurunan sampai hari ke-50 dan kembali meningkat pada hari ke-60.

Penurunan cacing pada hari ke-20 disebabkan karena tingkat kematian yang tinggi pada cacing dewasa. Lobo dan Alves (2011) menyatakan bahwa ketersediaan makanan merupakan faktor penting untuk kemampuan reproduksinya. Selain itu *carrying capacity* turut berpengaruh dalam budidaya cacing. Oplinger *et al.* (2011) menyatakan bahwa densitas mempunyai pengaruh yang besar terhadap produksi cacing. Cacing yang ditebar pada penelitian ini lebih padat densitasnya yaitu 7.218 ind/m². Pada penelitian Oplinger *et al.* (2011), produksi cacing paling baik ditunjukkan pada densitas 2.674 ind/m² sehingga cacing-cacing yang berkembang dalam wadah budidaya selain berkompetisi untuk mendapatkan makanan juga berkompetisi untuk

mendapatkan ruang. Berdasarkan hasil yang diperoleh, cacing lebih baik dipanen sebelum hari ke-20 karena setelah itu cacing mengalami penurunan secara drastis baik dalam kepadatan populasi maupun biomassa.

Pada hasil pengamatan terlihat bahwa selama pemeliharaan, pola penambahan biomassa dan populasi berlawanan di mana populasi mengalami kenaikan namun biomassa cenderung turun. Hal ini dikarenakan cacing yang ada di media pemeliharaan didominasi oleh cacing-cacing muda yang biomasnya kecil sehingga walaupun populasi naik biomassa turun. Namun hal ini juga menguntungkan karena cacing yang dihasilkan lebih halus dan seragam dengan rata-rata ukuran <0,3 cm sehingga sangat cocok untuk diberikan kepada larva ikan.

Penggunaan komposisi lumpur dan kotoran ayam sebagai substrat bertujuan untuk mengikuti habitat aslinya di mana cacing sutra umumnya dijumpai di selokan berlumpur yang kaya bahan organik. Tubifisid merupakan organisme bentik yang dapat dijumpai di lingkungan bersih, dan bahkan memiliki jumlah yang melimpah pada perairan tercemar (Wood *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2008; Lin & Yo 2008). Lumpur digunakan karena memiliki fraksi-fraksi yang halus sehingga sesuai dengan lingkungan alamnya dan cacing secara aktif memilih fraksi lumpur-tanah liat dan menghindari partikel pasir yang lebih besar (Maestre *et al.*, 2007). Pada penelitian ini sangat tepat menggunakan lumpur karena fraksinya yang halus dan kotoran ayam terfermentasi karena kaya bahan organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Maestre *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa spesies ini mempunyai dua tingkat selektivitas dalam perilaku makan yaitu memilih fraksi yang halus dan memilih area yang kaya bahan organik.

Penelitian tentang rasio C/N telah banyak dilakukan dalam rangka upaya untuk mendapatkan teknik budidaya ikan dan udang pola tradisional

Tabel 2. Jumlah koloni bakteri (Cfu/mL) pada perlakuan rasio C/N 10, 20, dan 30 substrat budidaya cacing sutra

Hari ke-	Jumlah bakteri pada perlakuan (cfu)		
	C/N 10	C/N 20	C/N 30
0	0,5 × 10 ⁷	4 × 10 ⁷	2 × 10 ⁷
20	TBUD	TBUD	TBUD
40	TBUD	TBUD	TBUD
60	TBUD	TBUD	TBUD

Keterangan: TBUD = tidak bisa untuk dihitung.

Tabel 3. Kisaran kualitas air pada perlakuan rasio C/N 10, 20, dan 30 substrat budidaya cacing sutra

Parameter	Perlakuan		
	A (C/N 10)	B (C/N 20)	C (C/N 30)
Suhu (°C)	24–28	24–28	24–28
DO (mg/L)	1–5,4	1–4,7	1,3–4,3
pH	6,62–8,62	6,45–8,42	6,27–8,53
TAN (mg/L)	0,38–3,8	0,68–3,73	0,42–2,67
TOM (%)	70,76–86,83	70,76–94,61	70,76–84,03

Keterangan: DO = *dissolved oxygen* (oksigen terlarut), TAN = *total ammonia nitrogen*, TOM = *total organic matter*.

yang efektif, murah, dan efisien yaitu dengan menambahkan bahan berkarbon salah satunya tepung tapioka yang mengandung karbon 38,45%. Penambahan sumber karbon untuk pemeliharaan udang berfungsi untuk meningkatkan rasio C/N di tambak menjadi sekitar 20 sehingga memicu pertumbuhan bakteri heterotrof yang menyerap N anorganik (amonia) di perairan sehingga dapat memperbaiki kualitas air.

Penambahan tepung tapioka pada kotoran ayam bertujuan agar rasio C/N bertambah. Pemberian bahan mengandung karbon ke dalam perairan dapat mendukung proses metabolisme mikroba, dan mikroba akan memanfaatkan bahan berkarbon rendah ($C/N > 15$) dan mengambil nitrogen dari perairan untuk menghasilkan protein sel (Crab *et al.*, 2007). Adanya bakteri ini akan mengurangi nitrogen di air dan protein bakteri yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh cacing. Hal ini bermanfaat bagi cacing karena diduga selain makan bahan organik yang memiliki fraksi halus, cacing juga makan bakteri. Berdasarkan hasil analisis, perlakuan C/N 20 memberikan pengaruh yang paling baik. Diduga dosis tepung ini tepat untuk diberikan karena dosis ini mampu menghasilkan bakteri dan air yang ada tidak terlalu keruh. Perlakuan C/N 10 kurang untuk mengoptimalkan pertambahan biomassa dan populasi dan perlakuan C/N 30 berlebihan untuk diberikan karena mengakibatkan air media menjadi sangat keruh.

Perlakuan rasio C/N 20 menghasilkan kepadatan populasi dan biomassa terbaik diduga jumlah karbon dan nitrogen mempunyai komposisi yang tepat untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Rasio karbon dan nitrogen harus dalam komposisi yang tepat bagi bakteri, karena kerja bakteri tidak akan efisien pada lingkungan yang terlalu banyak mengandung karbon atau terlalu banyak mengandung nitrogen. Pada perlakuan rasio C/N 10 diduga pemberian tepung tapioka kurang sehingga jumlah nutrient untuk pertumbuhan bakteri tidak mencukupi. Sedangkan perlakuan rasio C/N 30 diduga terlalu berlebihan. C/N rasio yang terlalu tinggi diasosiasikan dengan penurunan aktivitas mikrobial (Fontenote *et al.*, 2007).

Kualitas air dapat menjadi perhatian utama ketika mengkultur organisme perairan dalam sistem statik/tertutup (Oplinger *et al.*, 2011). Lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan asalnya akan memengaruhi nafsu makan sehingga berpengaruh terhadap penurunan biomassa dan populasi, walaupun cacing

Oligochaeta merupakan spesies yang toleran terhadap kualitas air yang buruk. Parameter lingkungan yang berpengaruh antara lain suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*), serta *total ammonia nitrogen* (TAN).

Siklus hidup cacing sutra dipengaruhi oleh faktor makanan dan suhu (Dubey *et al.*, 2005). Suhu selama masa pemeliharaan masih berada dalam kisaran normal yaitu antara 24–28 °C. Pada suhu 5 °C cacing tidak akan berkembang, sedangkan pada suhu 15–25 °C cacing berkembang menuju kematangan seksual (dewasa). Hal ini ditambah pula dengan pernyataan Ratsak dan Verkuijlen (2006) yang menyatakan bahwa cacing menunjukkan reproduksi dan pertumbuhan paling tinggi pada suhu antara 20 dan 25 °C dan paling rendah pada suhu 8 °C. Oleh karena itu, dalam pemeliharaan ini, cacing masih mampu untuk tumbuh dan berkembang walaupun tidak terlalu tinggi karena masih banyak faktor lain yang memengaruhi. Kisaran nilai pH selama pemeliharaan adalah 6,27–8,62 untuk semua perlakuan. Kisaran ini masih memungkinkan untuk cacing dapat tumbuh dan berkembang. Whitley (1967) menyebutkan bahwa untuk pH 6 ketahanan tubifisid sebesar 77%, pH 7 sebesar 93%, pH 7,5 sebesar 96%, pH 8 sebesar 94%, dan pH 9 sebesar 81%.

Pada penelitian ini diperoleh nilai DO tertinggi yaitu 5,4 mg/L dan terendah 1 mg/L. Ketahanan cacing disebabkan karena adaptasi dari organ respirasi cacing untuk beroperasi pada konsentrasi oksigen yang rendah bahkan dalam keadaan anaerob. Nilai DO juga akan menurun seiring bertambahnya populasi cacing karena digunakan untuk respirasi. Selain digunakan oleh cacing, oksigen juga digunakan oleh bakteri untuk mendekomposisi bahan organik yang kaya nitrogen sehingga dihasilkan amonia. Selain itu amonia juga dihasilkan dari proses ekskresi organisme, reduksi nitrit, dan kegiatan pemupukan. Ion-ion amonia mampu menyerap O_2 sehingga nilai DO di perairan rendah.

Selama pemeliharaan, pada wadah media budidaya cacing ditemukan tabung-tabung kecil yang terbuat dari substrat. Tabung-tabung tersebut merupakan rumah bagi larva *Chironomous* (cacing darah). Cacing tersebut agak sulit dilihat karena biasanya mengubur diri dalam rumah tabung berupa partikel organik dan/atau pasir. Cacing darah bentuknya lebih pendek dan warnanya lebih cerah daripada cacing sutra. Cacing darah juga banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami hewan akuatik karena mengandung

sumber zat besi yang tinggi (Rajabipour *et al.*, 2011). Keberadaan cacing ini dapat dikatakan sebagai kompetitor dari cacing sutra. Kedua jenis cacing ini berkompetisi dalam hal mendapatkan makanan, oksigen, dan juga ruang.

KESIMPULAN

Penambahan tepung tapioka dengan C/N rasio 20 atau 85,69 g/120 g pupuk kandang memberikan hasil paling baik yaitu kepadatan populasi sebesar 421.145 ind/m² dengan bobot biomassa cacing sutra sebesar 1.497,80 g/m² dengan pada hari puncak kesepuluh.

DAFTAR PUSTAKA

- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270: 1–14.
- DuBey R, Caldwell C, Gould WR. 2005. Effects of temperature, photoperiod, and *Myxobolus cerebralis* infection on growth, reproduction, and survival of *Tubifex tubifex* lineages. *Journal of Aquatic Animal Health* 17: 338–344.
- Ducrot V, Péry AR, Quéau H, Mons R, Lafont M, Garric J. 2007. Rearing and estimation of life-cycle parameters of the tubificid worm *Branchiura sowerbyi*: application to ecotoxicity testing. *Science of the Total Environment* 384: 252–263.
- Fontenot Q, Bonvillain C, Kilgen M, Boopathy R. 2007. Effects of temperature, salinity, and carbon: nitrogen ratio on sequencing batch reactor treating shrimp aquaculture wastewater. *Bioresource Technology* 98: 1.700–1.703.
- Hadiroseyani Y, Nurjariah, Wahjuningrum D. 2007. Kelimpahan bakteri dalam budidaya cacing *Limnodrilus* sp. yang dipupuk kotoran ayam hasil fermentasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 6: 79–87.
- Lin KJ, Yo SP. 2008. The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. *Hydrobiologia* 596: 213–223.
- Lobo H, Alves RG. 2011. Reproductive cycle of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Naididae: Tubificinae) cultivated under laboratory conditions. *Zoologia* 28: 427–431.
- Lobo, Nascimento S, Alves RG. 2009. The effect of temperature on the reproduction of *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta: Tubificidae). *Zoologia* 26: 191–193.
- Martins RT, Stephan NNC, Alves RG. 2008. Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 20: 221–226.
- Maestre Z, Martinez-Madrid M, Rodriguez P, Reynoldson T. 2007. Ecotoxicity assessment of river sediments and a critical evaluation of some of the procedures used in the aquatic oligochaete *Tubifex tubifex* chronic bioassay. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 53: 559–570.
- Oplinger RW, Bartley M, Wagner EJ. 2011. Culture of *Tubifex tubifex*: effect of feed type, ration, temperature, and density on juvenile recruitment, production, and adult survival. *North American Journal of Aquaculture* 73: 68–75.
- Rajabipour F, Mashaii N, Saresangi H, Bitaraf A, Mohammadi M, Sahragard A. 2011. Chironomus Aprilinus Meigen, 1830, production in underground brackish waters of Iran. *Academic Journal of Entomology* 4: 41–46.
- Ratsak CH, Verkuijlen J. 2006. Sludge reduction by predatory activity of aquatic oligochaetes in wastewater treatment plants: science or fiction? A review. *Hydrobiologia* 564:197–211.
- Suthar S. 2009. Vermistabilization of municipal sewage sludge amended with sugarcane trash using epigeic *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Journal of Hazardous Materials* 163: 199–206.
- Whitley LS. 1967. The resistance of tubificid worms to three common pollutants. *Hydrobiologia* 32: 193–205.
- Wood PJ, Gunn J, Rundle SD. 2008. Response of benthic cave invertebrates to organic pollution events. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 909–922.