

## PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN METODE BUDIDAYA *CLEANER PRODUCTION*

### *The Growth of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) in Cleaner Production Culture Method*

Haeruddin<sup>1</sup>, Supriharyono<sup>2</sup>, Niniek Widyorini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Doktor Manajemen Sumberdaya Pantai, Departemen Sumberdaya Akuatik, FPIK UNDIP

<sup>2</sup> Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Departemen Sumberdaya Akuatik, FPIK UNDIP

<sup>3</sup> Program Studi Sarjana Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Sumberdaya Akuatik, FPIK UNDIP

Email: [haeruddindaengmile@yahoo.co.id](mailto:haeruddindaengmile@yahoo.co.id)

Diserahkan tanggal 06 April 2019, Diterima tanggal 12 Agustus 2019

#### ABSTRAK

Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan industri budidaya yang cukup penting saat ini. Ikan nila merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya. Penerapan *cleaner production* dalam budidaya ikan dilakukan untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan dari limbah budidaya ikan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pertumbuhan ikan nila (panjang dan berat) pada metode budidaya ikan *cleaner production* dengan mengaplikasikan enzim EZplus ke dalam pakan untuk menekan limbah padat dan cair yang dihasilkan ikan. Peubah yang diamati meliputi laju pertambahan panjang harian ikan, laju pertumbuhan berat harian ikan nila atau *Specific Growth Rate (SGR)*, dan rasio konversi pakan atau *Food Conversion Ratio (FCR)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode budidaya *cleaner production* pada ikan nila mampu meningkatkan laju pertumbuhan panjang dan bobot ikan serta memperbaiki rasio konversi pakan dan memperbaiki mutu media pemeliharaan ikan.

**Kata kunci :** budidaya; *cleaner production*; ikan nila; pertumbuhan.

#### ABSTRACT

Nowadays the tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture is one of the important aquaculture industry. Tilapia is one of the best commodity in fish culture. Implementation of cleaner production in fish farming is carried out to overcome the problem of environmental pollution from fish farming waste. This research was conducted to examine the growth of tilapia (length and weight) in the Cleaner Production cultivation method by applying the EZplus enzyme to the feed to suppress the solid and liquid waste produced by fish. The variables observed included the daily growth rate of fish length, Specific Growth Rate (SGR), and feed conversion ratio (FCR). The results showed that the application of the Cleaner Production cultivation method in tilapia was able to increase the daily growth rate of fish length and weight as well as improve feed conversion ratio and improve the quality of fish culture media.

**Keywords:** aquaculture; cleaner production; tilapia; growth

#### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dunia yang terus meningkat yang disertai dengan perbaikan pendapatan masyarakat di beberapa negara, menyebabkan peningkatan konsumsi ikan sehingga meningkatkan tekanan terhadap lingkungan (UNEP, 2011). Oleh karenanya, industri di berbagai negara mencari teknologi alternatif yang dapat meningkatkan produksi namun menggunakan bahan baku yang lebih sedikit, sehingga lebih kecil dampaknya terhadap lingkungan (Jegannathan and Nielsen, 2013). Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah penerapan bioteknologi dalam industri, sebagai teknologi pengganti atau teknologi suplemen dari teknologi konvensional, menuju berbagai proses *cleaner production* (Kirk *et al.*, 2002; Bornscheuer and Buchholz, 2005; OECD, 2009; Haas *et al.*, 2009; Wohlgemuth, 2009 dalam Jegannathan and Nielsen, 2013). *Cleaner production* didefinisikan sebagai aplikasi secara berkesinambungan strategi pencegahan secara terpadu yang diterapkan pada berbagai proses, produk dan jasa untuk mendapatkan manfaat ekonomi, sosial, kesehatan,

keamanan dan lingkungan (UNEP International Declaration on Cleaner Production, September 1998).

Kegiatan pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) telah berkembang menjadi industri budidaya yang cukup penting. Ikan nila merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya Indonesia (KKP, 2013). Produksi ikan nila di Indonesia pada Tahun 2014 mencapai 1.440.000 ton, dengan pertumbuhan rata-rata dari Tahun 2010 sampai 2014 sebesar 42%/per tahun (Direktorat Produksi KKP, 2014).

Penerapan teknologi budidaya *cleaner production* telah berkembang dengan baik pada beberapa tahun belakangan ini, terutama dengan memanfaatkan enzim untuk memperbaiki pencernaan ikan terhadap pakan (Arafat *et al.*, 2015; Yildirim and Turan, 2010). Pencernaan pakan yang baik akan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan, sehingga limbah padat dan cair yang dihasilkan oleh ikan menjadi lebih sedikit dibanding metode budidaya konvensional. Haeruddin *et al.*, (2018) menunjukkan dalam penelitiannya bahwa penggunaan enzim dalam dosis rendah (0.0125% to 0.025%) dalam pakan pada metode budidaya *cleaner production*,

cenderung menghasilkan konsentrasi amoniak, nitrit dan H<sub>2</sub>S yang lebih rendah dibanding metode konvensional. Kecernaan pakan yang baik pada ikan, akan meningkatkan laju pertumbuhan ikan, sehingga pada usia yang sama dihasilkan ikan dengan bobot dan/atau panjang yang lebih baik, sebagaimana tujuan penerapan metode budidaya ikan *cleaner production*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pertumbuhan ikan nila (panjang dan berat) pada metode budidaya *Cleaner Production* dibandingkan dengan metode budidaya konvensional, untuk melengkapi hasil kajian sebelumnya yang telah dilakukan terhadap peubah mutu air (Haeruddin *et al.*, 2018). Peubah yang diamati meliputi laju pertumbuhan panjang harian ikan, laju pertumbuhan berat harian ikan nila atau *Specific Growth Rate* (SGR), dan rasio konversi pakan atau *Food Conversion Ratio* (FCR).

## METODE PENELITIAN

Materi penelitian meliputi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ukuran  $3,5 \pm 1$  g sebagai hewan percobaan, akuarium kaca volume 20 liter sebagai wadah atau satuan percobaan serta media pembesaran ikan berupa air tanah. Ikan percobaan dibagi dalam 2 kelompok berdasarkan metode budidaya yang diterapkan, yaitu metode budidaya *cleaner production* (dengan pemberian enzim dalam pakan) dan metode budidaya konvensional (tanpa penggunaan enzim dalam pakan). Kelompok pertama merupakan kelompok ikan yang dipelihara dalam metode *cleaner production*, kelompok kedua merupakan kelompok ikan dengan budidaya konvensional. Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap, untuk membandingkan metode budidaya ikan yang digunakan (*cleaner production* dan konvensional). Masing-masing metode budidaya ikan yang dibandingkan diulang 3 kali.

Pemberian enzim dalam metode *cleaner production* dilakukan dengan cara mencampurkan enzim ke dalam pakan

dengan dosis 0,0125% enzim. Enzim yang digunakan memiliki kandungan: protease, lipase, amylase, pepsin, tripsin dan kemotripsin. Sebelum diberikan ke dalam pakan, enzim dalam bentuk padatan dicairkan terlebih dahulu dalam wadah, kemudian dipindahkan ke botol semprot (sprayer) yang digunakan untuk menyemprot pakan dengan cairan enzim.

Pakan yang telah disemprot dikeringanginkan, tanpa penjemuran sinar matahari maupun alat pemanas lainnya. digunakan untuk menyemprot pakan dengan cairan enzim. Pakan yang telah disemprot dikeringanginkan, tanpa penjemuran sinar matahari maupun alat pemanas lainnya.

Pemberian pakan sebanyak 3% hingga 5% dari total biomassa ikan dengan frekuensi dua kali sehari (pagi dan sore hari), disesuaikan dengan selera makan ikan. Jika ikan berselera makan baik, ditandai dengan tidak ada atau hanya sedikit sekali sisa pakan yang tersisa di dasar akuarium, persentase pakan yang diberikan lebih besar.

Ikan dipelihara dalam akuarium yang telah diisi air hingga volume 15 liter. Setiap akuarium diisi 2 ekor ikan. Masing-masing kelompok ikan dipelihara dalam 3 akuarium. Percobaan dilakukan selama 5 minggu. Setiap hari dilakukan pergantian air media budidaya sebanyak 20%. Air akuarium dikuras dengan metode sifonisasi, kemudian diisi kembali dengan air baru hingga volume 15 liter. Bobot dan panjang ikan ditimbang setiap minggu selama percobaan. Pada saat yang sama, dilakukan sampling mutu air untuk peubah amoniak, nitrit dan H<sub>2</sub>S. Analisis konsentrasi amoniak, nitrit dan H<sub>2</sub>S dilakukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Peubah mutu air lainnya meliputi: temperatur, pH, dan oksigen terlarut diukur setiap hari, pada pagi dan sore hari. Pengukuran dan sampling air contoh dilakukan pada bagian tengah akuarium. Semua hasil pengukuran dan analisis dicatat pada lembar kerja yang telah tersedia. Analisis data dilakukan dengan membandingkan 2 metode budidaya yang digunakan, dengan uji t berpasangan Jenis bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Bahan Dan Alat yang Digunakan Selama Penelitian

No	Nama Bahan/Alat	Kegunaan	Kandungan/Ketelitian
1	Ikan nila	Ikan uji	Panjang $3 \pm 1$ g
2	Air tanah	Media uji	Kandungan amoniak, nitrit dan H <sub>2</sub> S sesuai persyaratan budidaya ikan nila
3	Enzim	Meningkatkan pencernaan pakan pada ikan percobaan	
4	Akuarium	Wadah penelitian	Volume kosong $\pm 20$ liter
	Termometer digital	Mengukur temperature media uji	Ketelitian 0,01°C
	pH meter digital	Mengukur pH media uji	Ketelitian 0,01
	DO meter digital	Mengukur konsentrasi oksigen terlarut media uji	Ketelitian 0,01 mg/l O <sub>2</sub>
	Spektrofotometer	Mengukur absorbansi contoh air untuk amoniak, nitrit dan H <sub>2</sub> S	Ketelitian 0,001 mg/l
8	Becker gelas	Wadah untuk menimbang ikan uji	Volume 500 dan 1.000 ml
9	Timbangan elektrik	Menimbang bobot ikan	Ketelitian 0,01 gram
10	Jangka sorong/penggaris	Mengukur panjang ikan	Ketelitian 0,1 cm
11	Nampan	Wadah untuk menampung ikan saat diukur panjangnya	-
12	Aerator	Menambahkan oksigen ke dalam media	Miniaerator
13	Selang nilon	Menguras air akuarium	Diameter 0,5 – 1 cm

Laju pertambahan panjang harian ikan nila ditentukan dengan formula:

$$LPP = \frac{\ln Lt - \ln Wo}{T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: LPP: Laju pertambahan panjang harian (%); Ln: ; Logaritma natural; Lt: Panjang akhir ikan (g) Lo: Panjang awal ikan (g) ; T: 35 hari

Laju pertumbuhan berat harian ikan nila atau *Specific Growth Rate* (SGR) ditentukan menurut formula:

$$SGR = \frac{Wt - Wo}{T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: SGR: *Specific Growth Rate* (%); Wt: Berat akhir ikan (g) ; Wo: Berat awal ikan (g) ; T: 35 hari

Rasio konversi pakan atau food conversion ratio (FCR) ditentukan menggunakan formula Djajasewaka (1985):

$$FCR = \frac{F}{((Wt+D)-Wo)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: F : Jumlah total pakan yang diberikan (g); Wt: Berat akhir ikan (g) ; Wo: Berat awal ikan (g); D: Bobot ikan yang mati (g)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

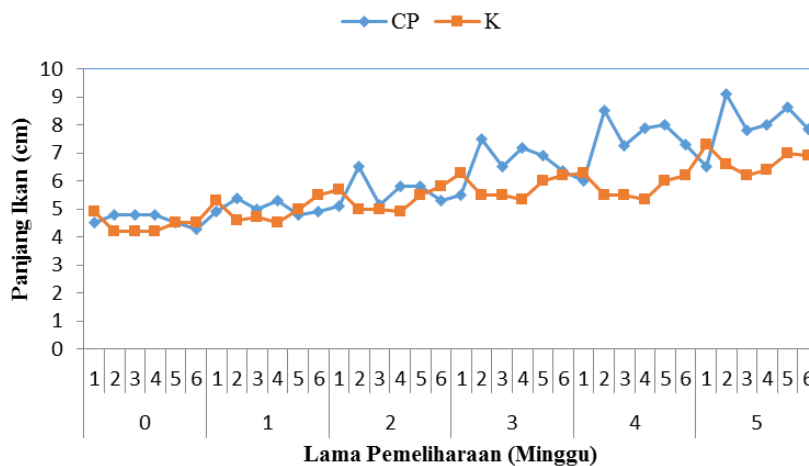
**Panjang dan Laju pertambahan panjang harian ikan nila**

Setelah percobaan dilaksanakan selama 5 minggu diperoleh data panjang ikan nila sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan kecenderungan bahwa ikan yang dipelihara dengan metode budidaya *Cleaner Production*, memiliki panjang yang relatif lebih panjang (median = 5,9 cm) daripada ikan yang dipelihara dengan metode konvensional (median = 5,5 cm). Hasil uji menunjukkan bahwa panjang ikan uji pada metode *cleaner production* dan konvensional berbeda nyata (p = 0,049). Pertumbuhan panjang ikan uji selama percobaan disajikan pada Gambar 1.

**Tabel 2.** Panjang Ikan Nila Selama Penelitian Dilaksanakan

Minggu ke-	Ikan Uji	Panjang Ikan (cm)					
		CP1 <sup>1)</sup>	CP2 <sup>2)</sup>	CP3 <sup>3)</sup>	K1 <sup>1)</sup>	K2 <sup>2)</sup>	K3 <sup>3)</sup>
0	Ikan 1	4,5	4,8	4,8	4,9	4,2	4,2
	Ikan 2	4,8	4,5	4,3	4,2	4,5	4,5
1	Ikan 1	4,9	5,4	5	5,3	4,6	4,7
	Ikan 2	5,3	4,8	4,9	4,5	5	5,5
2	Ikan 1	5,1	6,5	5,15	5,7	5	5
	Ikan 2	5,8	5,8	5,3	4,9	5,5	5,8
3	Ikan 1	5,5	7,5	6,5	6,3	5,5	5,5
	Ikan 2	7,2	6,9	6,35	5,35	6	6,2
4	Ikan 1	6	8,5	7,25	6,8	6,1	5,8
	Ikan 2	7,9	8	7,3	5,85	6,4	6,5
5	Ikan 1	6,5	9,1	7,8	7,3	6,6	6,2
	Ikan 2	8	8,65	7,85	6,4	7	6,9

Keterangan: CP = *Cleaner Production*; K = Konvensional

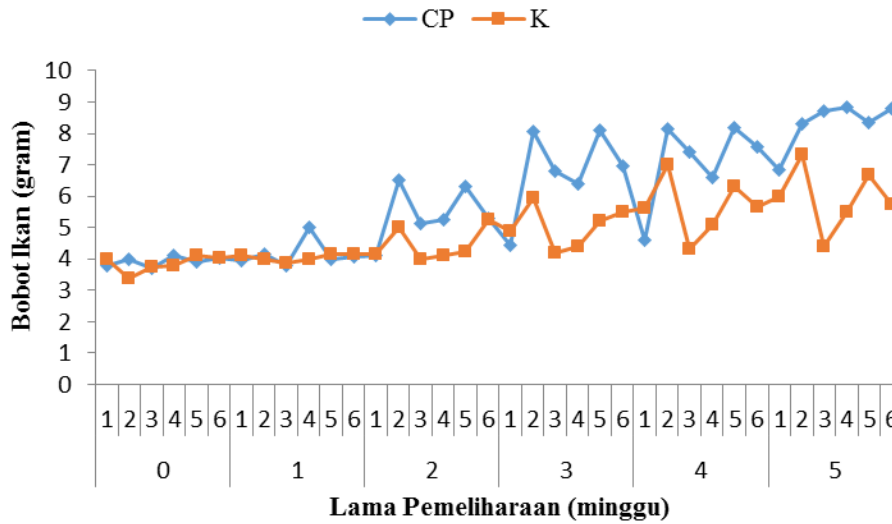


**Gambar 1.** Pertumbuhan Panjang Ikan Selama Percobaan

**Tabel 3.** Bobot Ikan Nila Selama Penelitian Dilaksanakan

Minggu ke-	Ikan Uji	Bobot Ikan (gram)					
		CP1 <sup>1)</sup>	CP2 <sup>2)</sup>	CP3 <sup>3)</sup>	K1 <sup>1)</sup>	K2 <sup>2)</sup>	K3 <sup>3)</sup>
0	Ikan 1	3,8	4	3,7	4	3,38	3,75
	Ikan 2	4,1	3,9	4,02	3,78	4,1	4,05
1	Ikan 1	3,95	4,15	3,8	4,1	3,97	3,85
	Ikan 2	5	4	4,06	4,00	4,15	4,15
2	Ikan 1	4,1	6,5	5,15	4,15	5	4
	Ikan 2	5,25	6,3	5,3	4,1	4,25	5,25
3	Ikan 1	4,42	8,06	6,8	4,9	5,95	4,2
	Ikan 2	6,4	8,1	6,96	4,4	5,2	5,5
4	Ikan 1	4,62	8,16	7,4	5,6	7	4,3
	Ikan 2	6,6	8,2	7,56	5,1	6,3	5,65
5	Ikan 1	6,85	8,3	8,7	5,98	7,35	4,4
	Ikan 2	8,84	8,35	8,8	5,48	6,67	5,75

Keterangan: CP = *Cleaner Production*; K = Konvensional



**Gambar 2.** Pertumbuhan Bobot Ikan Uji Selama Percobaan

Gambar 1 menunjukkan bahwa meskipun pertumbuhan ikan pada awal percobaan hampir sama, namun pada akhir percobaan nampak berbeda. Laju pertambahan panjang harian ikan nila yang dipelihara dalam metode *cleaner production* lebih tinggi daripada laju pertambahan panjang harian ikan nila yang dipelihara dengan metode konvensional. Laju pertambahan panjang harian ikan nila dengan metode *cleaner production* sebesar 28,32%, sementara laju pertambahan panjang harian ikan nila dengan metode konvensional hanya sebesar 7,32%.

**Bobot dan Laju pertumbuhan bobot harian ikan nila**

Setelah percobaan dilaksanakan selama 5 minggu diperoleh data bobot/berat ikan nila sebagaimana disajikan pada Tabel 3. menunjukkan kecenderungan bahwa ikan yang dipelihara dengan metode *cleaner production*, memiliki bobot

yang relatif lebih tinggi (median = 5,800 g) daripada ikan yang dipelihara dengan metode konvensional. Hasil uji menunjukkan bahwa panjang ikan uji yang diberi dan tidak diberi enzim ke dalam pakan (median = 4,350 cm) berbeda sangat nyata (p = 0,028). Pertumbuhan bobot ikan uji selama percobaan disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa meskipun diawal percobaan bobot ikan hampir sama, namun pada akhir percobaan cenderung berbeda. Laju pertumbuhan bobot harian ikan nila dengan metode budidaya ikan *cleaner production* lebih besar daripada laju pertumbuhan bobot harian ikan nila dengan metode budidaya ikan konvensional. Laju pertumbuhan bobot harian ikan nila dengan metode budidaya ikan *cleaner production* sebesar 75,2%, sementara Laju pertumbuhan bobot harian ikan nila dengan metode budidaya ikan konvensional hanya sebesar 35,91%.

**Rasio konversi pakan**

Selera makan ikan nila yang dijadikan obyek penelitian tidak stabil sepanjang percobaan dilaksanakan. Terkadang menunjukkan selera makan yang baik, sehingga pakan yang diberikan hanya tersisa sedikit, bahkan tanpa sisa di dasar akuarium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FCR ikan nila yang diteliti dengan metode budidaya ikan *cleaner production* lebih rendah daripada FCR ikan dengan metode

budidaya konvensional. FCR pakan dengan enzim sebesar 1,75, sementara FCR pakan tanpa enzim sebesar 3,08.

**Kualitas air media budidaya ikan**

Hasil pemeriksaan kualitas air media pemeliharaan ikan uji selama percobaan disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa peubah kualitas air media pemeliharaan ikan nila tidak terlalu berbeda besarnya, untuk peubah mutu air temperatur, TSS, pH, dan oksigen terlarut. Namun cukup berbeda untuk peubah mutu air amoniak, nitrit dan H<sub>2</sub>S.

**Tabel 4.** Kualitas air media pemeliharaan ikan uji selama percobaan

No	Peubah Kualitas Air	<i>Cleaner Production</i>		Konvensional	
		Terendah	Tertinggi	Terendah	Tertinggi
<b>Fisika</b>					
1	Temperatur (°C)	26,86	27,62	26,68	27,48
2	TSS (mg/l)	4,01	60,86	9,54	64,60
<b>Kimia</b>					
1	pH	6,89	7,34	6,94	7,44
2	Oksigen Terlarut (mg/l)	4,01	6,88	4,16	6,98
3	Amoniak (mg/l)	0,055	0,530	0,132	0,332
4	Nitrit (mg/l)	0,261	0,738	0,058	0,318
5	Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S, mg/l)	0,002	0,039	0,002	0,055

**Pembahasan**

Data pada Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa ikan nila yang dipelihara dengan metode *cleaner production* menunjukkan pertambahan panjang yang lebih dibanding dengan ikan nila yang dipelihara dengan metode konvensional. Perbedaan panjang sangat berbeda nyata (p = 0,049) dengan selisih laju pertambahan panjang harian mencapai 21%. Demikian pula dalam hal pertambahan bobot, ikan yang dipelihara dengan metode *cleaner production* memiliki pertambahan bobot yang lebih tinggi dibanding ikan yang dipelihara dengan metode konvensional, dengan selisih laju pertumbuhan bobot harian mendekati 40%. Arafat *et al.*, (2015) telah mencobakan enzim yang sama pada ikan nila yang diberi ransum dengan 2 jenis kadar protein yang berbeda, masing-masing 26% dan 32%. Berdasarkan percobaan tersebut Arafat *et al.*, (2015) mendapatkan bahwa penambahan enzim pada dua jenis pakan dengan kadar protein yang berbeda, tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan panjang dan bobot ikan. Meskipun demikian Arafat *et al.* (2015) menunjukkan bahwa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan dengan kadar protein lebih rendah (26%) menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dibanding ikan yang diberi pakan dengan kadar protein lebih tinggi (32%) dengan penambahan enzim pada pakan ikan dengan kadar enzim tertinggi (5%). Hasil penelitian Maulidin *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa ikan gabus yang diberi pakan dengan enzim papain berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan harian, laju pertumbuhan spesifik. Penelitian penambahan enzim farmazyme (berisi enzim fungal xylanase, β-glecanase, pentosonase, β-amilase, fungal β-glecanase, hemicellulose, pectinase, cellulose dan cellulbiase) yang dilakukan oleh Yildirim *et al.* (2010) pada ikan lele Afrika, *Clarias garipenius*, menunjukkan SGR (Specific Growth Rate). Sementara Hamli *et al.*, (2013) memperoleh bahwa pemberian enzim berupa hasil fermentasi limbah dapur menghasilkan pertumbuhan terbaik.

Pertambahan panjang dan bobot yang lebih tinggi pada ikan nila yang dipelihara dengan metode *cleaner production* dengan pemberian enzim diduga disebabkan oleh 2 hal. Pertama pada ikan nila yang diberi enzim pada pakannya

dapat mentransformasi energi pakan menjadi massa tubuh lebih efisien dibanding ikan nila yang ransumnya tidak diberi enzim (Arafat *et al.*, 2015; Sony *et al.*, 2015; Yildirim and Turan, 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemeliharaan ikan dengan metode budidaya ikan *cleaner production*, mampu memperbaiki rasio konversi pakan, hal mana sejalan dengan hasil penelitian Maulidin *et al.*, (2016) yang menunjukkan bahwa pemberian pakan ikan gabus dengan enzim papain berpengaruh nyata terhadap rasio konversi pakan, efisiensi pakan, retensi protein dan ketercernaan protein (p < 0,05). Demikian pula hasil penelitian Yildirim and Turan, (2010) yang menunjukkan bahwa pemberian enzim farmazyme mampu menekan rasio konversi pakan, rasio konversi protein dan meningkatkan *Apparent Net Protein Utilization* (ANPU). Hal ini terjadi dikarenakan kemampuan enzim mengurangi efek faktor-faktor anti nutrisi dan memperbaiki pemanfaatan energy yang tersimpan pada pakan (Farhangi and Carter, 2007; Soltan, 2009). Hal kedua disebabkan oleh dampak efisiensi penyerapan pakan, sehingga limbah padat (feses) dan cair (urine) yang dihasilkan oleh ikan menjadi lebih sedikit, dan berdampak positif terhadap kondisi mutu air media. Dalam penelitian ini konsentrasi TSS, amoniak, nitrit dan Hidrogen Sulfida cenderung lebih tinggi dalam media pemeliharaan ikan yang dipelihara dengan metode pemeliharaan konvensional tanpa enzim dibanding yang metode pemeliharaan ikan *cleaner production* dengan pemberian pakan dengan enzim. Hal mana sejalan dengan penelitian Haeruddin *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa ikan yang dipelihara dalam metode *cleaner production* cenderung menghasilkan konsentrasi ammonia, nitrit dan Hidrogen Sulfida yang lebih sedikit dibanding ikan yang dipelihara pada metode konvensional. Amoniak dapat menyebabkan kematian yang diawali dengan kerusakan pada jaringan insang, hati dan ginjal (Benli *et al.*, 2008). Ikan *Indian Major Carp* (*Catla catla*) akan mati sebagian dari jumlah populasi setelah diekspos 24 jam (LC<sub>50</sub> 24 jam) pada kosentrasi amoniak, nitrit dan nitrat masing-masing 0,045 mg/l, 120,48 mg/l dan 1565,43 mg/l dalam media tanpa pergantian air dan 0,036 mg/l, 117,43 mg/l dan 1484,08 mg/l dalam media yang mengalir (*flow through system*) (Tilak *et al.*, 2002).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mengalami kerusakan insang, hati dan ginjal jika dipapar dengan amoniak konsentrasi 2 – 10 mg/l dalam media. Kerusakan jaringan insang meliputi hyperemia, proliferasi sel-sel klorida, fusi pada lamella sekunder, *telangiectasis*. Kerusakan pada jaringan hati meliputi *cloudy swelling* dan degenerasi *hydropic*, sementara pada jaringan ginjal menyebabkan *hyperemia* dan *glomerulonephritis* (Benli *et al.*, 2008).

Peningkatan konsentrasi amoniak di dalam media kultur ikan dapat terjadi oleh karena: kerja filter terganggu atau keterlambatan dalam penggantian media kultur, pemakaian obat-obatan, tingkat kepadatan ikan yang dipelihara terlalu tinggi, dan pemberian pakan yang berlebihan jumlah (The tropical tank, 2017).

Konsentrasi nitrit melebihi 0,1 mg/l dalam jangka panjang dapat membahayakan kelangsungan hidup ikan, dikarenakan terjadinya *methaemoglobinemia*, yaitu terjadinya penghambatan angkutan oksigen di dalam sel-sel darah merah, sehingga ikan mati lemas kekurangan oksigen.

Kondisi media pemeliharaan ikan yang baik, menyebabkan pemanfaatan energi untuk adaptasi lingkungan lebih rendah, sehingga energy yang dapat ditransformasi menjadi massa tubuh ikan lebih banyak tersedia.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan nila yang dipelihara dengan metode *cleaner production* menggunakan enzim ke dalam pakan ikan, mampu meningkatkan laju pertumbuhan panjang dan bobot ikan serta memperbaiki rasio konversi pakan. Disamping mampu meningkatkan mutu media pemeliharaan ikan uji. Media pemeliharaan ikan pada metode budidaya ikan *cleaner production* cenderung lebih baik dibanding metode budidaya ikan konvensional.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada segenap pihak yang telah berkontribusi dalam penerbitan artikel ini, terutama kepada pimpinan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Undip yang telah membiayai pelaksanaan penelitian serta reviewer dan pengelola jurnal yang telah memberi kesempatan menerbitkan jurnal ini

## DAFTAR PUSTAKA

Arafat M.Y., N. Abdulgani, R.D. Devianto. 2015. Pengaruh penambahan enzim pada pakan ikan terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 4 No. 1. : 2337 – 3520. DOI: (2301-928X Print

Benli A.C.K., G. Koksul, A. Ozkul. 2008. Sublethal ammonia exposure of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): effect on gills, liver and kidney histology. Chemosphere 72: 1355 – 1358. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2008.04. 037

Bilotta GS, Brazier RE. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. Water Res 42: 2849 – 286.

Bornscheuer, UT., and Buchholz, K. 2005. Highlight in biocatalyst – historical landmarks and current trends. Eng.life.sci. (4): 309 – 323.

Farhangi, M and J.G. Carter. 2007. Effect of enzyme supplementation to dehulled-lupin based diets on growth, feed efficiency, nutrient digestibility and carcass on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aqua. Res. 38: 1274 – 1282. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01789.x

Haas, T., Kircher, M., Kohler, T., Wich, G., Schork, U., Hagen, R. 2009. White biotechnology in Hofer, R., (ed). Sustainable solution for modern economies. RCS Publishing. Cambridge.

Haeruddin, Supriharyono, S. Febrianto. 2018. Water Quality Improvement of Media Culture for Tilapia (*Oreochromis niloticus*) with Cleaner Production Method. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 116 (2018) 012080 DOI :10.1088/1755-1315/116/1/012080

H. Hamli, M.H. Idris and S.K. Wong, 2013. Effect of Fermented Kitchen Waste on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Growth Performance and Water Quality as a Water Additive. Journal of Biological Sciences, 13: 559-562. DOI: 10.3923/jbs.2013.559.562

Jegannathan K.R., P.H. Nielsen. 2013. Environmental assessment of enzyme use in industrial production- a literature review. Journal of Cleaner Production 42: 228 – 240. DOI: 0959-6526© 2013 Elsevier Ltd. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.005>

Kirk, O., Borchert, TV., Fuglsang, CC. 2002. Industrial enzymes application. Curr. Opin. Biotechnol. (13): 345 – 351. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(02\)00328-2](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(02)00328-2)

Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. 2015, Produksi Perikanan Budidaya 4,31 Juta ton. Jakarta. Databoks.katadata.co.id. diunduh Januari 2019.

Maulidin, R., Muchlisin, Z.A., Muhammadar, AA. 2016. Pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan gabus (*Channa striata*) pada konsentrasi enzim papain yang berbeda. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. Volume 1, Nomor 3: 280 -290. Versi online at: <https://www.researchgate.net/publication/308962886>

OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development]. 2009. Metrics to Support Informed Decision Making for Consumers of Biobased Products Organisation. OECD Publications, France

Soltan, M.A. 2009. Effect of dietary fish meal replacement by poultry by-product meal with different grain source and enzyme supplementation on performance and feses recovery, body composition and nutrient balance of Nile tilapia. Pak. J. Nutr., 8 (4): 395 – 407. DOI: 10.3923/pjn.2009.395.407

Soni, AFM, E. Sutikno, I.M. Suitha. 2015. Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) di Tambak Rakyat Dengan Menggunakan Pakan Rendah Protein Sebagai Alternatif Peningkatan Petani Tambak.

SNI [Standar Nasional Indonesia]. 2005. Air dan Air limbah – Bagian 30: cara uji kadar ammonia dengan spektrofotometer secara fenat. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.

- SNI [Standar Nasional Indonesia]. 2004. Air dan air Limbah – Bagian 9: cara uji kadar nitrit dengan spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- SNI [Standar Nasional Indonesia]. 2009. Air dan air Limbah – Bagian 75: cara uji sulfida secara Iodometri. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- The tropical tank. 2017. More on the Nitrogen Cycle: Ammonia, Nitrite and Nitrate, Fishles.
- Tilak KS., Lakshmi JS., Susan TA. 2002. The toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to the fish, Catla catla (Hamilton). J Environ Biol 23 (2): 147 – 149. [https://www.researchgate.net/publication/10885959\\_The\\_toxicity\\_of\\_ammonia\\_nitrite\\_and\\_nitrate\\_to\\_the\\_fish\\_Catla\\_catla\\_Hamilton](https://www.researchgate.net/publication/10885959_The_toxicity_of_ammonia_nitrite_and_nitrate_to_the_fish_Catla_catla_Hamilton)
- UNEP [United Nation Environment Protection]. 1998. International Declaration on Cleaner Production, September 1998.
- UNEP [United Nation Environment Protection]. 2011. Towards a life cycle sustainability assessment: making informed choice on products. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. DTI/1412/PA. United Nation Environment Programme.
- Yildirim Y.B. and Turan F. 2010. Effect of supplementation in diet on growth and feed utilization in African Catfish *Clarias garipenius*. Journal of Animal and Veterinary Advances 9: 327 – 331. DOI: 10.3923/javaa.2010.327.331