

## Pengaruh Pemberian Kitosan dalam Pakan terhadap Pertumbuhan, Sintasan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Nila (*Oreochromis niloticus*)

### The Effect of Chitosan in Feed on Growth, Survival Rate and Feed Utilization Efficiency of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Rozi\*, Akhmad Taufiq Mukti, Syifania Hanifah Samara & Muhammad Browijoyo Santanumurti

Departemen Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga

\*Corresponding Author: rozi@fpk.unair.ac.id

#### Abstrak

Kitosan merupakan polisakarida fungsional yang mampu menginduksi berbagai aktivitas biologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian kitosan terhadap pertumbuhan dan profil darah ikan nila. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Masing-masing perlakuan diberikan penambahan dosis kitosan sebesar 0 ppt, 10 ppt, 50 ppt dan 100 ppt. Ikan nila sebanyak 120 ekor dengan ukuran 5-7 cm ditebarkan dalam akuarium dengan kapasitas 10 ekor/akuarium. Variabel yang diamati meliputi laju pertumbuhan, survival rate, profil darah ikan, kualitas air, dan efisiensi pemanfaatan pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kitosan terbaik yaitu pada dosis 100 ppt yang menghasilkan FCR sebesar  $3,48 \pm 2,25$ , AGP:  $0,13 \pm 0,03$ , SGR:  $0,85 \pm 0,84$  dan EPP:  $28,70 \pm 16,54$ .

**Kata Kunci:** Ikan nila; kitosan; pertumbuhan; profil darah *presumably*

#### Abstract

Chitosan is a functional polysaccharide that is capable of inducing various biological activities. This research aims to examine the effect of chitosan on growth and blood profile of tilapia fish. The method used in this research was experimental methods with completely randomized design (RAL) consisting of 4 treatments and 3 times. 120 Tilapia fish in 5-7 cm in range size were reared in aquarium at density of 10 fish/aquarium. Feed were given at the additional dose of 10 ppt, 50 ppt, and 100 ppt chitosan. The observed variables were growth rate, survival rate, fish blood profile, water quality, feed utilization efficiency. The results showed that the best chitosan treatment was at a dose of 100 ppt which produced FCR of  $3.48 \pm 2.25$ , AGP:  $0.13 \pm 0.03$ , SGR:  $0.85 \pm 0.84$  and EPP:  $28.70 \pm 16.54$ .

**Keywords:** Blood profile; chitosan; growth; tilapia

#### Pengantar

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan salah satu komoditas unggulan bagi masyarakat Indonesia. Beberapa keunggulan ikan nila diantaranya merupakan ikan omnivora yang memiliki toleransi salinitas yang luas terhadap lingkungan, budidaya yang mudah, kandungan gizi yang tinggi, rasa daging yang digemari dan harga relatif terjangkau. Ikan nila sebagai sumber protein hewani yang banyak diminati oleh masyarakat mempunyai kandungan gizi 17,7 % protein dan 1,3% lemak (Wijaya, 2011). Hal tersebut menyebabkan budidaya ikan nila dari tahun ke tahun semakin meningkat sesuai hasil Pusat Data, Statistik dan Informasi (2013), jumlah produksi ikan nila 2011 mencapai 328.473 ton dan 2012 mencapai 338.659 ton. Namun demikian, peningkatan jumlah produksi ikan nila saat ini hanya mampu memenuhi

0,1% dari permintaan pasar dunia (Ardita *et al.*, 2015). Hal tersebut disebabkan adanya penyakit dan keterlambatan pertumbuhan ikan pada proses budidaya, serta belum tersedianya benih unggul dengan pertumbuhan cepat (Gustiano *et al.*, 2008).

Kitosan merupakan gula yang diperoleh dari cangkang kerang termasuk kepiting, lobster, setelah mengalami demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi. Kitosan merupakan produk hasil turunan kitin yang berbentuk linier terdiri dari monomer N-asetilglukosamin (GlcNAc) dan D-glukosamin (GlcN) tidak toksik dan mempunyai berat molekul sekitar 800 kD (Ridwan *et al.*, 2015). Kitosan ini memiliki bahan dasar yang mudah diperoleh dan murah, polisakarida alkali alami dengan muatan positif dan juga salah satu polimer alam yang paling melimpah, serta pemanfaatannya belum optimal. Kitosan memiliki aktivitas biologis seperti haemostatik (Pusateri *et al.*, 2006), antiinflamasi

(Dai et al., 2009), antitumor (Tsukada et al., 1990; Koide, 1992), antimikroba (Benhabiles et al., 2012), hipoglikemik dan hipokolesterolemik (Yao et al., 2006; 2008) dan efek stimulasi kekebalan (Moon et al., 2007; Yin et al., 2008). Pada pemeliharaan nila, kitosan ini memberi manfaat meningkatkan ketahanan ikan tersebut terhadap serangan penyakit (Soekarsono, 2010) dan melapisi pakan sehingga menghindari kerusakannya (Bautista-Banos et al., 2006).

Kofuji et al. (2014) melaporkan bahwa kitosan dapat melindungi senyawa antioksidan asam  $\alpha$  lipat dari kerusakan akibat panas, cahaya, serta kondisi asam. Kitosan telah menjadi kandidat baru promotor pertumbuhan pada hewan ternak. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengaruh pemberian kitosan terhadap ayam boiler dan bebek dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan (Huang et al., 2005; Shi et al., 2005; Khambualai et al., 2009; Shi-bin & Hong, 2012). Pengaruh kitosan terhadap pertumbuhan dan hematologi pada ikan belum diteliti. Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian tentang pengaruh pemberian kitosan pada pakan buatan pellet terhadap pertumbuhan, efisiensi penyerapan pakan dan profil darah nila *O. niloticus*.

## Bahan dan Metode

### Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila (*O. niloticus*), dengan total ikan sebanyak 120 ekor yang memiliki panjang tubuh rata-rata  $8,68 \pm 0,95$  cm dan berat badan rata-rata  $11,53 \pm 2,81$  g. Wadah yang digunakan selama pemeliharaan adalah akuarium ukuran  $60 \times 40 \times 35$  cm<sup>3</sup> dan menggunakan aerasi untuk menjamin ketersediaan oksigen terlarut. Pakan uji yang digunakan dalam penelitian adalah pellet apung komersial PF-1000.

### Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental dengan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan sebagai berikut:

- P0: tanpa kitosan (0 ppt)
- P1: Kitosan 4,5 ml dalam 450 g pakan (10 ppt)
- P2: Kitosan 22,5 ml dalam 450 g pakan (50 ppt)
- P3: Kitosan 45 ml dalam 450 g pakan (100 ppt)

Stok campuran pakan dan kitosan selama 3 bulan disimpan pada kulkas dengan suhu 12 °C. Pemeliharaan ikan nila dilakukan selama 3 bulan dan pemberian pakan dilakukan sebanyak dua kali sehari yaitu pukul 09.00 dan 16.00 WIB dengan metode *relative feeding rate* (5%) dari bobot biomassa ikan.

## Variable dan Metode Pengumpulan Data

Parameter dalam penelitian ini meliputi pertumbuhan, profil darah dan kualitas air. Parameter pertumbuhan meliputi pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), pertumbuhan harian (ADG), rasio konversi pakan (FCR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dan Survival rate (SR). Parameter profil darah meliputi jumlah eritrosit dan leukosit. Parameter kualitas air meliputi nilai oksigen terlarut (DO), pH, suhu, amonia, nitrit dan nitrat.

### Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak merupakan selisih berat ikan pada waktu tertentu dengan berat di awal masa pemeliharaan. Effendi (1997) menjelaskan pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung menggunakan rumus :

$$W_m = W_t - W_o$$

#### Keterangan :

- $W_m$  : Pertumbuhan Berat Mutlak (gr)
- $W_t$  : Berat Ikan pada Waktu Tertentu (gr)
- $W_o$  : Berat Ikan diawal Masa Pemeliharaan (gr)

### Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak merupakan selisih panjang ikan pada waktu tertentu dengan panjang di awal masa pemeliharaan. Effendi (1997) menjelaskan pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus :

$$L_m = L_t - L_o$$

#### Keterangan :

- $L_m$  : Pertumbuhan Panjang Mutlak (gr)
- $L_t$  : Panjang Ikan pada Waktu Tertentu (gr)
- $L_o$  : Panjang Ikan diawal Masa Pemeliharaan (gr)

### Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) merupakan pertumbuhan ikan dalam panjang maupun berat selama waktu pemeliharaan. Zonneveld et al. (1991) menjelaskan laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{T} \times 100\%$$

#### Keterangan:

- $W_t$  : Berat Ikan diakhir Masa Pemeliharaan (gr)
- $W_o$  : Berat Ikan diawal Masa Pemeliharaan (gr)
- $L_t$  : Panjang Ikan diakhir Masa Pemeliharaan (gr)
- $L_o$  : Panjang Ikan diawal Masa Pemeliharaan (gr)
- $T$  : Lama Waktu Pemeliharaan (hari)

### Pertumbuhan Harian Rata-rata (ADG)

Perhitungan Pertambahan Berat Harian Rata-rata

atau *Average Daily Growth* (ADG) menurut Cholikh (2005):

$$ADG = \frac{(W_t - W_o)}{H}$$

**Keterangan:**

- $W_t$  : Berat akhir (gr)
- $W_o$  : Berat awal (gr)
- H : Lama pemeliharaan (hari)

**Rasio Konversi Pakan (FCR)**

Rasio konversi pakan (FCR) merupakan rasio pakan yang diberikan terhadap berat ikan yang dihasilkan. Menurut Djajasewaka (1985) rasio konversi pakan (FCR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

**Keterangan:**

- FCR = Rasio konversi pakan
- F = Berat pakan yang diberikan (gr)
- $W_t$  = Biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (gr)
- D = Bobot ikan mati (gr)
- $W_o$  = Biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (gr)

**Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)**

Efisiensi pemanfaatan pakan merupakan persentase perbandingan selisih berat ikan diakhir dan awal masa pemeliharaan dengan jumlah pakan yang diberikan. Suwannasang *et al.* (2017) menjelaskan EPP dapat dihitung menggunakan rumus :

$$EPP = \frac{W_t - W_o}{F} \times 100\%$$

**Keterangan :**

- EPP : Efisiensi Pemanfaatan Pa an (%)
- $W_t$  : Berat Ikan diakhir Masa Pemeliharaan (gr)
- $W_o$  : Berat Ikan diawal Masa Pemeliharaan (gr)
- F : Berat Pakan yang Diberikan (gr)

**Survival Rate (SR)**

Tingkat *survival rate* (SR) merupakan persentase perbandingan jumlah ikan pada akhir dengan awal masa pemeliharaan. Ferdous *et al.* (2014) menjelaskan SR dapat dihitung menggunakan rumus :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

**Keterangan :**

- SR : Tingkat *survival rate* (%)
- $N_t$  : Jumlah ikan diakhir masa pemeliharaan (ekor)
- $N_o$  : Jumlah ikan diawal masa pemeliharaan (ekor)

**Jumlah Eritrosit dan Leukosit**

Jumlah eritrosit dapat dihitung menggunakan metode Hayem sementara jumlah leukosit dapat dihitung menggunakan metode Turk (Soyinka *et al.*, 2015).

**Parameter Kualitas air**

Parameter data kualitas air yang diukur meliputi DO, pH, suhu, amonia, nitrat dan nitrit. DO diukur megggunakan DO meter, pH diukur menggunakan pH paper, suhu diukur dengan menggunakan termometer dan untuk pengukuran amonia, nitrat, dan nitrit diukur menggunakan *water test kit*.

**Analisis Data**

Analisis statistik dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) selang kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

**Hasil dan Pembahasan**

**Hasil**

Hasil pengukuran bobot rata-rata individu nila tiap 2 minggu, laju pertumbuhan spesifik (SGR), sintasan, FCR, efisiensi pemanfaatan pakan, profil darah ikan dan kualitas air ditampilkan secara berturut-turut pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa bobot akhir rata-rata individu ikan nila pada perlakuan P3 (24,10±6,48) secara signifikan (p<0,05) lebih baik dibandingkan dengan kontrol (P0) 17,09±2,81 dengan penambahan bobot mutlak rata-rata sebesar 12,19±3,45 g. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapat nilai panjang total tertinggi pada perlakuan P3 (100 ppt), dengan rerata nilai panjang (11,79±1,29 cm) dan pada nilai panjang mutlak rata-rata sebesar 2,06±0,19.

Tabel 2 menunjukkan bahwa data hasil sintasan ikan nila yang diperoleh selama penelitian dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan Kontrol (P0) 90,00±10,00 % dan terendah pada perlakuan P3 sebesar 46,70 ±20,82 %. Data ADG atau rerata pertumbuhan harian ikan nila yang tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 0,13±0,03 g/hari dan yang terendah perlakuan Kontrol (P0) sebesar 0,03±0,01 g/hari. Data hasil laju pertumbuhan spesifik (SGR) yang diperoleh selama penelitian didapatkan nilai tertinggi pada perlakuan P3 (100 ppt) (0,85 ±0,84) dan yang terendah adalah Kontrol P0 (0,29±0,05). Data FCR ikan nila yang menunjukkan nilai terbaik pada perlakuan P3 (3,48±2,25) dan yang terendah adalah perlakuan Kontrol P0 (11,44±2,81). EPP ikan nila yang diperoleh selama penelitian didapatkan nilai tertinggi pada perlakuan P3 (28,70±16,54 %) dan yang terendah adalah perlakuan P0 (8,75±16,65 %).

**Tabel 1** Rerata pertumbuhan bobot dan panjang mutlak pada masing-masing Perlakuan Selama Percobaan.

Perlakuan	Bobot Mutlak rata-rata			Panjang Mutlak rata-rata		
	W0	Wt	Wm	Lo	Lt	Lm
0 ppt (P0)	13,78±1,69	17,09±2,81	3,31±1,12 <sup>a</sup>	9,85±0,57	10,31±0,44	0,46±0,13 <sup>a</sup>
10 ppt (P1)	11,65±3,39	19,43±1,30	7,78±2,09 <sup>b</sup>	8,68±0,95	10,79±0,66	1,53±0,46 <sup>b</sup>
50 ppt (P2)	11,53±2,81	20,80±1,08	9,27±1,73 <sup>c</sup>	9,48±0,37	10,94±0,29	1,45±0,08 <sup>c</sup>
100 ppt (P3)	11,91±3,03	24,10±6,48	12,19±3,45 <sup>bc</sup>	9,73±1,48	11,79±1,29	2,06±0,19 <sup>d</sup>

**Tabel 2** Nilai Rata-rata Survival Rate (SR), Pertumbuhan Harian Rata-rata (ADG), Laju Pertumbuhan Spesifi (SGR), Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) selama Percobaan

Parameter	Perlakuan			
	P0 (0 ppt)	P1 (10 ppt)	P2 (50 ppt)	P3 (100 ppt)
SR (%)	90,00	73,30	56,70	46,70
ADG (g)	0,03±0,01	0,08±0,02	0,10±0,02	0,13±0,03
SGR (%)	0,29±0,05 <sup>a</sup>	0,60±0,10 <sup>b</sup>	0,66±0,10 <sup>b</sup>	0,85±0,04 <sup>c</sup>
FCR	11,44±2,81	5,64±4,51	4,98±0,34	3,48±2,25
EPP (%)	8,75±0,45	17,72± 0,70	20,06±0,14	28,70±0,21

**Tabel 3** Rerata jumlah sel darah pada ikan nila selama percobaan.

Parameter	Perlakuan			
	P0 (0 ppt)	P1 (10 ppt)	P2 (50 ppt)	P3 (100 ppt)
Eritrosit (sel/ml)	2,15 x 10 <sup>6</sup> ± 7,76	2,87 x 10 <sup>6</sup> ± 5,25	1,68 x 10 <sup>6</sup> ± 3,83	2,58 x 10 <sup>6</sup> ± 7,02
Leukosit (sel/ml)	1,16 x 10 <sup>4</sup> ± 8,70	1,10 x 10 <sup>4</sup> ± 1,42	4,01 x 10 <sup>4</sup> ± 1,46	7,97 x 10 <sup>4</sup> ± 2,39

**Tabel 4** Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Selama Penelitian.

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	Hasil pustaka	Sumber Pustaka
Dissolved Oxygen	mg/liter	3,36 ± 0,65	>3	SNI : 01- 6141 – 1999
Suhu	°C	27,51 ± 0,27	25-32	SNI : 01- 6141 – 1999
pH	-	6,8 ± 0,35	6,5 - 9	Arie (1998)
Amonia	mg/liter	2,83	<0,5	Sayed & Moneeb (2015)
Nitrat	mg/liter	15,04	45	Sayed & Moneeb (2015)
Nitrit	mg/liter	4,69	1	Siikavuopio & Saether 2006).

Penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah Eritrosit tertinggi pada ikan nila pada perlakuan chitosan P1 (10 ppt) sebesar 2,87 x 10<sup>6</sup> ± 5,25 sel/mm<sup>3</sup> dibandingkan ikan kontrol P0 (0 ppt) sebesar 2,15 x 10<sup>6</sup> ± 7,76 sel/mm<sup>3</sup>. Sedangkan jumlah leukosit tertinggi pada perlakuan P3 (100 ppt) yaitu 7,97 x 10<sup>4</sup> ± 2,39 sel/mm<sup>3</sup> dibandingkan perlakuan kontrol sebesar 1,10 x 10<sup>4</sup> ± 1,42 sel/mm<sup>3</sup> (Tabel 3)

Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan selama penelitian tersaji pada Tabel 4.

#### Pembahasan

Sesuai dengan hasil analisis ragam (ANOVA), keempat perlakuan pemberian kitosan (kontrol, 10 ppt, 50 ppt dan 100 ppt) menunjukkan hasil rerata pertumbuhan bobot dan panjang mutlak, pertumbuhan harian rata-rata (ADG), laju pertumbuhan spesifik (SGR) yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ). Faktor penyebab kurang efektifnya pengaruh kitosan terhadap pertumbuhan panjang dan berat pada

semua variable perlakuan adalah kemungkinan besar kualitas air yang tidak optimal berdasarkan Tabel 4 yaitu ammonia 2,83 ± 1,85 mg/liter, nitrat 5,04 ± 10,33 mg/liter dan nitrit 4,69 ± 9,20 mg/liter. Rendahnya kualitas air tersebut menyebabkan ikan rentan terhadap stress dan gangguan pencernaan, fungsi usus dan gangguan kinerja usus (Smith *et al.*, 2010). Terganggunya sistem pencernaan mengakibatkan pertumbuhan ikan terhambat, karena pertumbuhan ikan diatur sebagian besar oleh *brain neuroendokrin GH-IGFs* (Won & Borski, 2013). Sedangkan GH dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang dan otot melalui efek langsung dan tidak langsung pada protein, lipid dan metabolisme karbohidrat dan peningkatan produksi IGF-IGF dapat menstimulasi serapan asam amino dan sintesis protein dalam otot dan mengurangi tingkat pemecahan protein di dalam serabut otot (Canosa *et al.*, 2005). Penyebab inefektifnya kitosan pada hasil penelitian ini belum diketahui secara jelas dan membutuhkan eksperimen lebih lanjut

untuk dipecahkan. Namun dari beberapa hasil penelitian lain menyebutkan bahwa suplementasi chitosan pada ikan seabass sangat membantu dalam meningkatkan laju pertumbuhan, hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi GH dalam struktur morfologi serum dan ameliorik dari usus kecil. Usus kecil merupakan organ utama dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi, dan memainkan peran penting pada mukosa usus. Abnormal struktur morfologi usus biasanya berhubungan dengan terhambatnya pertumbuhan pada ikan salmon laut. Pemendekan villus dapat menurunkan luas permukaan dalam penyerapan nutrisi, yang menyebabkan penyerapan nutrisi yang buruk dan kinerja tidak efektif. Dalam penelitian Zaki *et al.* (2015), panjang vilus dapat meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis kitosan pada konsentrasi 1 & 2 g/kg diet<sup>-1</sup>. Rasio panjang villus terhadap kedalaman crypt adalah kriteria yang berguna untuk memperkirakan kapasitas pencernaan di usus kecil (Montagne *et al.*, 2003). Pada penelitian ikan seabass, chitosan menghasilkan peningkatan struktur morfologi usus, seperti peningkatan vili usus dan rasio panjang vili terhadap kedalaman crypt (Torzsas *et al.*, 1996; Han *et al.*, 2012). Selain itu, chitosan menyediakan lingkungan yang bermanfaat bagi proliferasi enterosit, mencegah atrofi usus (Han *et al.*, 2012). Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa penerapan kitosan telah meningkatkan kesehatan epitelium serta mikro villi usus sehingga mengakibatkan area permukaan menjadi luas untuk penyerapan nutrisi. Hal ini diperkuat oleh Sukenda (2008) bahwa pemberian chitosan pada pakan juga meningkatkan nafsu makan ikan lele.

Hasil pengamatan efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan nila (*O. niloticus*) yang diberi pakan buatan dengan penambahan kitosan disajikan pada Tabel 2. Secara deskriptif, hal ini menunjukkan bahwa pemberian kitosan tidak berpengaruh signifikan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan nila yang dipelihara. Sesuai dengan hasil analisis ragam, memperlihatkan bahwa keempat perlakuan pemberian kitosan (kontrol, 10 ppt, 50 ppt dan 100 ppt) tersebut menghasilkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ). Nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara  $8,75\pm 16,65 - 28,70\pm 16,54$  dari sebanyak 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Nilai tersebut termasuk rendah karena berdasarkan penelitian Islami *et al.*, (2013) bahwa nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan nila yakni berkisar antara 18,18-48,68 %. Efisiensi pemanfaatan pakan merupakan salah satu faktor yang dapat menunjang pertumbuhan ikan. Selain itu, pertumbuhan juga dipengaruhi oleh pakan

baik secara kualitas maupun kuantitas. Efisiensi pakan menunjukkan seberapa banyak pakan yang dimanfaatkan dengan baik oleh ikan. Haryanto *et al.* (2014) nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) yang rendah menunjukkan bahwa ikan membutuhkan jumlah pakan lebih banyak untuk meningkatkan berat tubuhnya. Hal ini karena tidak semua pakan yang dikonsumsi oleh ikan dimanfaatkan untuk pertumbuhan, namun juga diperlukan untuk aktivitas dan reproduksi ikan.

Hasil penelitian tingkat *survival rate* (SR) ikan nila (*O. niloticus*) yang diberi pakan buatan dengan penambahan kitosan disajikan pada Tabel 2. Sesuai dengan hasil analisis ragam, memperlihatkan bahwa keempat perlakuan pemberian kitosan (kontrol, 10 ppt, 50 ppt dan 100 ppt) tersebut menghasilkan nilai *survival rate* yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ). Tingginya kematian pada perlakuan (P2 dan P3) bisa disebabkan oleh rendahnya hasil kualitas air terutama pada parameter amonia, nitrat, dan nitrit sehingga memungkinkan ikan percobaan menjadi stress dan nafsu makan berkurang dan menyebabkan beberapa ikan mati. Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian Zaki *et al.*, (2015) bahwa penambahan kitosan pada pakan ikan dapat meningkatkan sistem imun non-spesifik serta meminimalisir angka kematian. Ikan yang mengalami gangguan fisiologis (stres) akibat rendahnya kualitas air mengakibatkan terjadinya penurunan nafsu makan secara drastis akan sulit beraktivitas seperti berenang dan bernafas karena kurangnya asupan nutrisi yang masuk kedalam tubuh sehingga energi yang digunakan menjadi sedikit. Energi sangat dibutuhkan dalam tubuh ikan untuk melakukan suatu kerja Subandiyono & Hastuti, (2010). Dalam kegiatan budidaya, derajat *survival rate* atau *survival rate* (SR) merupakan salah satu parameter utama yang menunjukkan keberhasilan produksi budidaya tersebut. Berdasarkan BSN (2009), nilai baku mutu derajat *survival rate* ikan nila yakni 75%. Beberapa faktor yang memengaruhi *survival rate* ikan terdiri dari 2 faktor yakni faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam merupakan faktor yang berasal dari individu ikan tersebut, sedangkan faktor luar merupakan faktor yang dipengaruhi dari luar seperti kualitas pakan, kualitas air dan lingkungan (Yulianto, 2006).

*Feed Conversion Ratio* merupakan ratio jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan budidaya. Semakin rendah nilai konversi jumlah pakan terhadap produksi daging yang dihasilkan maka semakin baik nilai FCR nya dan demikian sebaliknya. Berdasarkan hasil penelitian konversi pakan benih ikan nila berkisar antara  $3,48\pm 2,25$  sampai  $11,44\pm 2,81$ . Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penambahan kitosan dengan dosis berbeda

dalam pakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai FCR ikan selama penelitian. Rasio konversi pakan pada perlakuan P0 yaitu  $11,44 \pm 2,81$  lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Hal tersebut menunjukkan tidak terjadi pemanfaatan pakan secara efisien dikarenakan tidak ada pemberian kitosan sehingga sangat tidak berpengaruh terhadap penambahan bobot tubuh benih ikan nila. Hal yang berbeda dengan pada perlakuan kitosan dengan dosis 100 ppt menghasilkan FCR terendah sebesar  $3,48 \pm 2,25$ . Rasio konversi pakan sangat berpengaruh terhadap bobot tubuh dan laju pertumbuhan ikan, pada perlakuan P3 memiliki bobot biomassa awal yaitu  $11,91 \pm 3,03$  g dan bobot biomassa akhir lebih tinggi yaitu  $24,10 \pm 6,48$  g. Rendahnya nilai rasio konversi pakan menunjukkan optimalnya kemampuan ikan dalam mencerna serta mengabsorpsi pakan yang diberikan selama pemeliharaan, sehingga mampu mengubah secara optimal pakan menjadi daging. Menurut Ardita *et al.* (2015), semakin kecil nilai konversi pakan maka semakin efisien pakan dan digunakan dengan baik oleh ikan untuk pertumbuhan. Pakan yang diberikan selama pemeliharaan adalah 450 g. Chitosan yang diberikan pada pakan ikan nila dapat meningkatkan nafsu makan ikan sehingga koefisien pakan menjadi kecil (Sukenda *et al.*, 2008)

Dari hasil uji Anova semua perlakuan tidak terdapat pengaruh yang signifikan ( $P > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa, penambahan kitosan dalam pakan buatan tidak berpengaruh terhadap jumlah eritrosit ikan nila. Namun demikian, hasil penelitian ini masih dalam kisaran normal jumlah eritrosit ikan nila yaitu 20.000-3.000.000 sel/mm<sup>3</sup> (Hartika *et al.*, 2014). Jumlah eritrosit terendah pada perlakuan P2 (50 ppt) yaitu  $1,68 \times 10^6 \pm 3,83$  sel/mm<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan asupan gizi yang kurang sehingga energi yang dihasilkan menurun. Penurunan jumlah eritrosit berkaitan dengan haemoglobin, semakin sedikit jumlah haemoglobin maka ikan nila mengalami anemia (Matofani *et al.*, 2013). Sedangkan Perlakuan P1 pada pemberian chitosan dengan dosis 100 ppt terbilang baik bila dibandingkan dengan dosis perlakuan lainnya yang cenderung menurun dari bulan pertama hingga bulan ketiga, pada dosis 10 ppt dan kontrol juga dapat dilihat bahwasannya jumlah eritrosit pada Tabel 3 yang ditunjukkan fluktuatif. Jumlah eritrosit yang tinggi tidak hanya karena pengaruh pemberian suatu bahan, jumlah eritrosit pada ikan dapat meningkat ketika stress, begitu pula dengan pengambilan darah secara berlebihan dapat menyebabkan ikan tersebut kekurangan darah dan menyebabkan jumlah eritrosit menurun (Royan *et al.*, 2014).

Sedangkan hasil uji perlakuan kitosan terhadap profil darah leukosit dimana semua perlakuan tidak terdapat pengaruh yang signifikan ( $P > 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa, penambahan kitosan dalam pakan buatan tidak berpengaruh terhadap jumlah leukosit ikan nila. Namun demikian, hasil penelitian ini masih dalam kisaran normal jumlah leukosit ikan nila yaitu 20.000-150.000 sel/mm<sup>3</sup> (Sasongko, 2001). Pemberian kitosan secara berkesinambungan dapat mereduksi stress pada ikan dengan cara meningkatkan jumlah sel darah putih (Najafabad, 2016).

Pada penelitian yang telah dilakukan, rata-rata kisaran suhu yang didapat yaitu  $27,51 \pm 0,27$  °C. Menurut Khairuman & Amri (2011) menyatakan bahwa suhu optimal untuk ikan nila yaitu antara 24°C-32°C, pada umumnya pertumbuhan ikan nila akan terganggu apabila suhu lingkungan hidupnya dibawah 14°C dan diatas 38°C. Pengukuran derajat keasaman (pH) selama penelitian berlangsung dilakukan setiap hari dua kali dan mendapatkan rata-rata nilai  $6,8 \pm 0,35$ . Menurut Monalisa & Infa (2010) menyatakan bahwa ikan akan mentoleransi lingkungan budidaya dengan pH 5 namun pertumbuhannya dapat terhambat sedangkan pertumbuhan ikan nila yang optimal pada pH 6,5-9. Hal ini sesuai dengan pendapat Monalisa & Infa (2010) yang menyatakan bahwa pH yang dapat ditoleransi oleh ikan adalah 4 sedangkan pH air yang baik dalam kegiatan budidaya ikan nila yaitu 6-8,5 dan pH yang optimal dalam menunjang pertumbuhan ikan nila berkisar antara 7-8. Kandungan oksigen terlarut yang didapatkan selama penelitian berkisar  $3,36 \pm 0,65$  mg/L sehingga nilai DO tersebut dapat dikatakan baik untuk pemeliharaan ikan nila karena menurut (BSN, 2009) kandungan oksigen terlarut (DO) yang baik dalam budidaya ikan nila adalah diatas 3,0 mg/L.

Kadar amonia dalam perairan budidaya pada umumnya adalah hasil metabolisme ikan yang berupa feses dan terlarut. Kotoran padat atau feses dan sisa pakan yang tidak dikonsumsi merupakan bahan organik yang mengandung protein tinggi kemudian diuraikan menjadi polipeptida, asam-asam amino dan amonia sebagai produk akhir dalam media budidaya. Kandungan konsentrasi oksigen yang tinggi maka akan mempengaruhi pH, suhu dan konsentrasi NH<sub>3</sub> menjadi tinggi pula. Hasil pengukuran rata-rata pada amoniak menunjukkan hasil  $2,83 \pm 1,85$  mg/L. Menurut Monalisa & Infa (2010) menyatakan bahwa amoniak terlarut yang baik untuk ikan adalah kurang dari 1 mg/L. Hal ini berarti menunjukkan kadar amoniak dalam media pemeliharaan ikan nila tergolong kurang baik dikarenakan melebihi dari ambang batas yang ditentukan.

Nilai rata-rata kandungan nitrat yang didapat selama penelitian berkisar antara 15,04 mg/L, dimana nilai tersebut cukup baik dengan dibandingkan oleh baku mutu air untuk perikanan yaitu 20 mg/L. Kadar nitrat

yang didapat menunjukkan bahwa kondisi media pemeliharaan ikan nila tergolong subur dan secara umum masih layak untuk digunakan sebagai kegiatan pemeliharaan ikan. Sementara itu untuk kandungan nitrit didapatkan rata-rata nilai 4,69 mg/L dimana kadar tersebut tidak sesuai dengan nilai ambang yang diperbolehkan dalam kegiatan budidaya ikan yaitu 0,06 mg/L. Nitrit merupakan senyawa yang bersifat toksik terhadap organisme akuatik, namun pada umumnya dalam perairan kadar nitrit tidak stabil dikarenakan nitrit merupakan produk peralihan yang didapatkan melalui proses nitrifikasi amonia menjadi nitrat (Erlania *et al.*, 2010).

## Kesimpulan

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan kitosan terbaik yaitu pada dosis 100 ppt yang menghasilkan FCR sebesar  $3,48 \pm 2,25$ , AGP:  $0,13 \pm 0,03$ , SGR:  $0,85 \pm 0,84$  dan EPP:  $28,70 \pm 16,54$ . Hasil uji Anova menunjukkan semua perlakuan kitosan tidak terdapat pengaruh yang signifikan ( $P > 0,05$ ) dan penambahan kitosan dalam pakan buatan tidak berpengaruh terhadap jumlah eritrosit maupun leukosit ikan nila.

## Daftar Pustaka

- Ardita, N., A. Budiharjo & S.L.A. Sari. 2015. Pertumbuhan dan rasio konversi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan prebiotik. *Bioteknologi*, (12): 16-21. DOI: 10.13057/biotek/c120103.
- Bautista-Baños, S., A.N. Hernández-Lauzardo, M.G. Velázquez-del Valle, M. Hernández-López, E.A. Barka, E. Bosquez-Molina & C.L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25 : 108-118. Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/j.cropro.2005.03.010.
- Benhabiles, M.S., R. Salah, H. Lounici, N. Drouiche, M.F.A. Goosen & N. Mameri. 2012. Antibacterial Activity of Chitin, Chitosan and Its Oligomers Prepared from Shrimp Shell Waste. *Food Hydrocoll.* (29):48-56. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.02.013.
- BSN (Badan Standar Nasional). 2009. Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker). Kelas Benih Sebar. BSN (Badan Standar Nasional). SNI 7550:2009. 12 hlm.
- Canosa, L.F., S. Unniappan & R.E. Peter. 2005. Periprandial Changes in Growth

Hormone Release in Goldfish: Role of Somatostatin, Ghrelin, and Gastrin-Releasing Peptide. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289,125-13310. DOI: 10.1152/ajpregu.00759.2004.

Cholik, F. 2005. *Akuakultur. Masyarakat Perikanan Nusantara*. Taman Aquarium Air Tawar. Jakarta.

Dai, T., G.P. Tegos, M. Burkatovskaya, A.P. Castano & M.R. Hamblin. 2009. Chitosan Acetate Bandage as a topical Antimicrobial Dressing for Infected Burns. *Antimicrob. Agents Chemother.* 53:393-400. DOI: 10.1128/AAC.00760-08.

Djajasewaka. 1985. *Pakan Ikan (Makanan Ikan)*. Yasaguna. Jakarta.

Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Penerbit Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.

Erlania, Rusmaedi, A.B. Prasetyo & J. Haryadi. 2010. Dampak manajemen pakan dari kegiatan budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di keramba jaring apung terhadap kualitas perairan Danau Maninjau. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Hal 621-631.

Ferdous, Z., N. Nahar, Md.S. Hossen, K.R. Sumi & Md.M. Ali. 2014. Performance of different feeding frequency on growth indices and survival of monosex tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) Fry. *Int. J. Fish. Aqu. Stud.* (1): 80-83.

Gustiano, R., O.Z. Arifin & E. Nugroho. 2008. Perbaikan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan seleksi famili. *Media Akuakultur*. (3): 98-106.

Han, X.Y., Du, W.L., Huang, Q.C., Xu, Z.R. and Wang, Y.Z. (2012) Changes in Small Intestinal Morphology and Digestive Enzyme Activity with Oral Administration of Copper-Loaded Chitosan Nanoparticles in Rats. *Biological Trace Elements Research*, 145, 355-360. DOI: 10.1007/s12011-011-9191-x.

Hartika, R., Mustahal & A.N. Putra. 2014. Gambaran darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan dosis prebiotik yang berbeda dalam pakan. *JPK.* (4):259-267.

Haryanto, P., Pinandoyo & R.W. Ariyati. 2014. Pengaruh dosis pemberian pakan buatan yang berbeda terhadap pertumbuhan juvenil kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *J. Aqua. Man. & Tech.* (3): 58-66.

- Huang, R.L., Y.L. Yin, G.Y. Wu, Y.G. Zhang, T.J. Li, L.L. Li, M.X. Li, Z.R. Tang, J. Zhang, B. Wang, J.H. He & X.Z. Nie. 2005. Effect of Dietary Oligochitosan Supplementation on Ileal Digestibility of Nutrients and Performance in Broilers. *Poultry Science*. (84): 1383-1388. DOI: 10.1093/ps/84.9.1383.
- Islami, E. Y., F. Basuki & T. Elfitasari. 2013. Analisa pertumbuhan ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara pada KJAwadaslintang dengan kepadatan berbeda. *J. Aqua. Man. & Tech*. (2): 115-121.
- Khairuman & K. Amri. 2011. 2,5 Bulan Panen Ikan Nila. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Khambualai, O., K. Yamauchi, S. Tangtaweewipat & B. Cheva-Isarakul. 2009. Growth Performance and Intestinal Histology in Broiler Chickens Fed with Dietary Chitosan. *British Poultry Science*. (50):592-597. DOI: 10.1080/00071660903247182.
- Kofuji, K., C.J. Qian, M. Nishimura, I. Sugiyama, Y. Murata & S. Kawashima. 2005. Relationship between physicochemical characteristics and functional properties of chitosan. *Eur. Polym. J*. (41): 2784-2791. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2005.04.041.
- Koide, H. 1992. Pseudodementia and delirium in depression: A contribution to psychosomatic medicine. 46 (4) 10.1111/j.1440-1819.1992.tb02854.x.
- Matofani, A.S., S. Hastuti dan F. Basuki. 2013. Profil darah ikan nila kunti (*Oreochromis niloticus*) yang diinjeksi *Streptococcus agalactiae* dengan kepadatan berbeda. *J. Aqua. Man. & Tech*. (2):64-72.
- Monalisa, S.S & M. Infa. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *J. Tropical Fisheries*. (5): 526-530.
- Montagne, L., Pluske, J.R. and Hampson, D.J. (2003) A Review of Interactions between Dietary Fibre and the Intestinal Mucosa, and Their Consequences on Digestive Health in Young Non-Ruminant Animals. *Animal Feed Science Technology*, 108, 95-117. DOI: 10.1016/S0377-8401(03)00163-9.
- Moon, J.S., Kim, H.K., Koo, H.C., Joo, Y.S., Nam, H.M., Park, Y.H. and Kang, M.I. 2007. The antibacterial and immunostimulative effect of chitosan-oligosaccharides against infection by *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. (75):989-998. DOI: 10.1007/s00253-007-0898-8.
- Najafabad, M.K., M.R. Imanpoor, V. Taghizadeh & A. Alishahi. 2016. Effect of dietary chitosan on growth performance, hematological parameters, intestinal histology and stress resistance of *Caspian kutum (Rutilus frisii kutum Kamenskii, 1901)* fingerlin s. *J. Fish Physiol Biochem*. DOI: 10.1007/s10695-016-0197-3.
- Pusat Data, Statistik dan Informasi. 2013. Kelautan dan Perikanan dalam Angka. Kementrian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Pusateri, A.E., J.B. Holcomb., B.S. Kheirabadi., H.B. Alam. C. Wade & K.L. Ryan. 2006. Making sense of the prelinical literature on advanced hemostatic products. *The Journal of Trauma*. 60 (3): 674-682. DOI: 10.1097/01.ta.0000196672.47783.fd.
- Ridwan, I.M., M. Sukirno & K. Rahman. 2015. Pengaruh edibel coating dari chitosan terhadap mutu fillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang disimpan pada suhu rendah. *JOM*. 15 hal.
- Royan, F., S. Rejeki & A.H.C. Haditomo. 2014. Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap profil darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). 3 (2). 109-117
- Sakai M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *J. Aquaculture*. 172: 63-92. DOI: 10.1016/S0044-8486(98)00436-0.
- Sasongko, A. 2001. Biomassa Bakteri Nitrifikasi pada Berbagai Bahan Filter dalam Sistem Resirkulasi Aliran Tertutup dan Pengaruhnya Terhadap Kondisi Ikan: Gambaran Darah. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Shi, B.L., D.F. Li, X.S. Piao & S.M. Yan. 2005. Effects of Chitosan on Growth Performance and Energy and Protein Utilization in Broiler Chickens. *British Poultry Science*. (46): 516-519. DOI: 10.1080/00071660500190785.
- Shi-bin, Y., & C. Hong. 2012. Effects of Dietary Supplementation of chitosan on Growth Performance and Immune Index in Ducks. *African Journal of Biotechnology*. (11):3490-3495.
- Smith, F., J.E. Clark, B.L. Overman, C.C. Tozel, J.H. Huang, J.E.F. Rivier, A.T. Blikslager & A.J. Moeser. 2010. Early Weaning Stress Impairs Development of Mucosal Barrier Function in the Porcine Intestine. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiology*, 298, 352-363. DOI: 10.1152/ajpgi.00081.2009.
- Soeharsono, 2010. Probiotik. Widya Padjajaran

Bandung. Hal.119-123.

- Soyinka, O. Oufemi, Ayoola, O. Simeon, Ifedayo & O. Samuel. 2015. Haematology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed *Mytilus edulis* shell meal substituted for di-calcium phosphate. *J. Fish. Sci.* (9): 14-18.
- Subandiyono & S. Hastuti. 2008. Pola glukosa darah *post prandial* dan pertumbuhan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dengan pemberian pakan berkromium organik. *Aquacultura Indonesiana.* (9): 31-38.
- Sukenda, L., Jamal, D. Wahjuningrum & A. Hasan. 2008. Penggunaan kitosan untuk pencegahan infeksi *Aeromonas hydrophyla* pada ikan lele dumbo *Clarias* sp. *J. Akuakultur Indonesia.* (7): 159-169. DOI: 10.19027/jai.7.159-169.
- Suwannasang, A., N. Suanyuk, A. Issaro, W. Phromkunthong, C. Tantikitti, T. Itami & T. Yoshida. 2017. Growth, immune responses and protection of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* immunized with formalin-killed *Streptococcus agalactiae* serotype Ia and III vaccines. *Songklanakarin J. Sci. Tech.* (39): 429-437.
- Torzsas, T.L., C.W. Kendall, M. Sugano, Y. Iwamoto & A.V. Rao. 1996. The Influence of High and Low Molecular Weight Chitosan on Colonic Cell Proliferation and Aberrant Crypt Foci Development in CF1 Mice. *Food Chemistry and Toxicology*, 34, 73-77. DOI: 10.1016/0278-6915(95)00083-6.
- Tsukada, K., Matsumoto, T., Aizawa, K., Tokoro, A., Naruse, R., Suzuki, S. and Suzuki, M. (1990) Antimetastatic and Growth-Inhibitory Effects of N-Acetylchitohexaose in Mice Bearing Lewis Lung Carcinoma. *Japanese Journal Cancer Research.* (81):259-265. DOI: 10.1111/j.1349-7006.1990.tb02559.x.
- Wijaya, A. 2011. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik (*Bacillus* sp.) pada Media Pemeliharaan terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Terinfeksi (*Streptococcus agalactiae*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Unpad. Jatinangor.
- Won, E.T. and R.J. Borski. 2013. Endocrine Regulation of Compensatory Growth in Fish. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 4, 74-87. DOI: 10.3389/fendo.2013.00074.
- Yao, H.T., Huang, S.Y. and Chiang, M.T. 2006. Effect of Chitosan on Plasma Cholesterol and Glucose Concentration in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Taiwan. J. Agric. Chem. Food Sci.* (44):122-132.
- Yao, H.T., Huang, S.Y. and Chiang, M.T. 2008. A Comparative Study on Hypoglycemic and Hypocholesterolemic Effects of High and Low Molecular Weight Chitosan in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Food Chemistry, Toxicology.* (46):1525-1534. DOI: 10.1016/j.fct.2007.12.012.
- Yin, Y. L., Z.R. Tang, Z.H. Sun, Z.Q. Liu, T.J. Li, R.L. Huang, Z. Ruan, Z.Y. Deng, B. Gao, L.X. Chen, G.Y. Wu & S. Kim. 2008. Effect of Galacto-Mannan-Oligosaccharides or Chitosan Supplementation on Cytoimmunity and Humoral Immunity Response in Early-Weaned Piglets. *Asian-Aust. Journal Animal Science.* (21):723-731. DOI: 10.5713/ajas.2008.70408.
- Yulianto, T. 2006. Pembenihan Ikan Nila. Satuan Kerja PBIAT Janti. Klaten. (tidak diterbitkan).
- Zaki, M.A., M.E.S. Salem, M.M. Gaber & A.M. Nour. 2015. Effect of chitosan supplemented diet on survival, growth, feed utilization, body composition & histology of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *World J. Eng. & Tech.* (3) :38-47. DOI: 10.4236/wjet.2015.34C005.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman & J.H. Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Terjemahan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318p.