

## Efektivitas Penambahan Nanokitosan dalam Pakan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Effectiveness of Additional Nanochitosan in Feed on The Survival and Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Miska Sanda Lembang<sup>1\*</sup>, Reni Tri Cahyani<sup>2</sup>, Christine Dyta Nugraeni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Akuakultur, Universitas Borneo Tarakan, Jalan Amal Lama No. 1 Kota Tarakan, Kalimantan, 77123, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Borneo Tarakan, Jalan Amal Lama No. 1 Kota Tarakan, Kalimantan, 77123, Indonesia

\*Korespondensi: miska.lembang@borneo.ac.id

### ABSTRAK

Budidaya ikan nila merupakan salah satu sumber mata pencaharian masyarakat di Kota Tarakan. Namun permasalahan lingkungan menyebabkan benih ikan nila mudah terserang penyakit akibat bakteri di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan potensi kitosan dengan ukuran nanopartikel, yang ditambahkan pada pakan untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan nila. Nanokitosan adalah ekstrak dari limbah cangkang kepiting atau kulit udang, yang berfungsi sebagai immunostimulan. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan dua perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan satu adalah tanpa pemberian nanokitosan dan perlakuan dua dengan pemberian nanokitosan dalam pakan. Hasil sintesis nanokitosan didapatkan ukuran berdasarkan jumlah dengan intensitas tertinggi pada ukuran 537,17 nm. Hasil kualitas air suhu dan pH dari dua perlakuan masih berada dalam kisaran optimal untuk budidaya ikan nila yaitu suhu 27-29°C, pH antara 7,3-7,8, kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 1,3-5,8 mg/L dan kisaran kadar amonia sebesar yaitu 0,1-3,5 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa perlakuan menggunakan nanopartikel kitosan dalam pakan lebih efektif daripada tanpa menggunakan nanopartikel kitosan dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila. Hasil uji T menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik harian (SGR) pada semua perlakuan tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ), tetapi pada kelangsungan hidup (SR) benih ikan nila pada semua perlakuan berbeda signifikan ( $P < 0,05$ ). Hasil ini dapat disimpulkan bahwa penambahan nanokitosan dalam pakan berpengaruh nyata meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan nila.

**Kata kunci:** Ikan Nila; Nanokitosan; Nanopartikel; Pertumbuhan;

### ABSTRACT

Tilapia cultivation in Tarakan City is one of the sources of community livelihood. However, environmental problems cause fish to be susceptible to diseases caused by bacteria in the waters. This study aims to increase the potential of chitosan with nanoparticle size, which is added to feed for the survival and growth of tilapia seed. Nanochitosan is an extract from crab or shrimp shell waste, which functions as an immunostimulant. By utilizing the active nature of the nanoparticle size, it can provide better growth and survival of tilapia seed. The research was conducted with an experimental method of two treatments and three replications. One treatment was without the addition of nanochitosan and the second treatment was with the addition of nanochitosan in the feed.

The results of the synthesis of nanochitosan obtained size based on the amount with the highest intensity at 537.17 nm. Water quality were still optimal, namely the temperature was 27-29°C and the pH was between 7.3-7.8. The dissolved oxygen content (DO) obtained in the two treatments was 1.3-5.8 mg/L. The range of ammonia levels in the two treatments was 0.1-3.5 mg/L. Based on the results of the study, it was found that the treatment using chitosan nanoparticles in the feed was more effective than without using chitosan nanoparticles in the feed on the growth and survival of Tilapia Seeds. The results of the T test showed that the daily specific growth rate (SGR) in all treatments was not significantly different ( $P > 0.05$ ), but the survival rate (SR) of tilapia seed in all treatments was significantly different ( $P < 0.05$ ). These results can be concluded that the addition of nanochitosan in feed has a significant effect on increasing the survival of tilapia seed.

**Keywords:** Growth; Nanochitosan; Nanoparticle; Tilapia

## PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya ikan nila telah memberikan dampak perekonomian yang positif, dan sebagai sumber kebutuhan pangan berprotein hewani bagi masyarakat Kota Tarakan (Muhtadin, 2011). Keberhasilan budidaya ikan nila bergantung pada manajemen budidaya perikanan yang baik seperti penyediaan pakan dan kualitas air. Permasalahan pakan yang utama ialah memerlukan modal besar untuk pemenuhan pakan ikan. Hal ini dikarenakan bahan baku pakan ikan yang merupakan komoditas impor. Permasalahan lainnya dari budidaya ikan nila adalah faktor lingkungan yang menyebabkan ikan mudah terserang penyakit akibat bakteri di perairan. Pemeliharaan benih ikan nila adalah fase penting, karena pada ukuran benih akan lebih rentan terinfeksi bakteri dibandingkan dengan ikan nila yang ukuran konsumsi (Setijaningsih & Gunadi, 2016). Penyebab benih ikan nila mudah terserang penyakit antara lain dari pemberian pakan, lingkungan, dan kualitas air. Pemberian zat tambahan pada pakan perlu dilakukan untuk meningkatkan sistem imun benih ikan nila. Salah satu bahan tambahan yang bersifat sebagai antibakteri adalah kitosan (Yudhasasmita, 2017).

Kitosan adalah hasil ekstrak limbah perikanan dari kulit udang atau cangkang kepiting. Kitosan dapat berfungsi sebagai immunostimulan terhadap perubahan kualitas air, penyakit, bakteri, dan lain-lain. Menurut (Lestari &

Baehaki, 2019) kitosan telah diteliti mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam budidaya ikan gabus. Pemberian kitosan pada pakan juga memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan pada udang vaname (Ekaputri *et al.*, 2018) dan ikan nila (Rozi *et al.*, 2018). Kitosan dapat diubah ukurannya menjadi nanokitosan. Nanokitosan adalah kitosan yang mempunyai ukuran nanometer. Ukuran nanometer yaitu dengan skala 1-1000 nm membuat luas permukaan kitosan lebih besar sehingga sifat aktifnya lebih besar dan efektif daripada bentuk aslinya. Nanokitosan telah diteliti mampu bersifat sebagai antimikroba (Amaliyah, 2018). Ukuran nanopartikel mampu meningkatkan sifat aktif kitosan karena ukurannya yang kecil. Sifat aktif ini apabila dikombinasikan pada pakan akan lebih mudah masuk dalam sistem pencernaan ikan nila.

Pakan benih ikan yang umumnya digunakan adalah pakan komersil. Pakan komersil umumnya mengandung kandungan nutrisi protein, lemak, dan karbohidrat. Selain kandungan nutrisi tersebut, perlu juga zat antibakteri dalam pakan untuk lebih menunjang pertumbuhan ikan. Sehingga pemberian bahan tambahan alami dalam pakan untuk meningkatkan imunitas benih ikan nila sangat penting dilakukan. Salah satu bahan tambahan pakan yang mampu bertindak sebagai antibakteri adalah kitosan. Penambahan kitosan dalam pakan telah diteliti mampu sebagai antibakteri

dan mempertahankan imun biota perairan terhadap kondisi lingkungan yang kurang optimal (Lestari & Baehaki, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan potensi kitosan dengan ukuran nanopartikel, yang ditambahkan pada pakan. Pemanfaatan sifat aktif yang tinggi dari ukuran nanopartikel kitosan diharapkan memberikan efektivitas kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan nila..

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Agustus 2022 di Laboratorium *Mini Hatchery* Universitas Borneo Tarakan.

### Bahan

Bahan penelitian ini terdiri dari biota uji yaitu ikan nila yang didapatkan dari pembudidaya Kota Tarakan, pakan pellet PF 999, kitosan (deasetilasi 95,2%) yang dibeli dari CV. Chi Multiguna, Natrium Tripoliposfat (NaTPP) (p.a), dan asam asetat (p.a).

### Alat

Alat yang digunakan antara lain akuarium kaca (30x30x30 cm), aerator (amara AA-999), thermometer, pH meter, DO meter (Lutron DO-5510), spektrofotometer UV-Vis (T60 UV 190-1100nm), *Particel Size Analyzer* (PSA) (Partica LA-960), *magnetic stirrer* (SH2), timbangan, dan penggaris.

### Sintesis Nanokitosan

Proses penelitian diawali dengan mensintesis nanokitosan dengan metode gelasi ionik. Kitosan sebanyak 1 g dilarutkan ke dalam larutan asam asetat kemudian diaduk selama satu malam menggunakan pengaduk magnetik. Larutan kitosan ditambahkan larutan TPP hingga terbentuk suspensi nanopartikel. Suspensi nanopartikel yang terbentuk kemudian diukur ukuran partikel

menggunakan *Particel Size Analyzer* (PSA).

### Biota Uji

Biota uji yang digunakan adalah Benih ikan nila yang dengan berat rata-rata 0,8 g. Benih ikan nila yang disiapkan adalah 100 ekor yang diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu. Hal ini untuk menghindari stress benih ikan nila. Selama proses adaptasi benih ikan nila diberikan pakan tiga kali sehari.

### Persiapan Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian adalah pellet PF 999 dengan kandungan protein 35%, lemak 2%, serat 3%, abu 13%, dan air 12% serta sesuai dengan ukuran bukaan mulut benih ikan nila. Pakan komersil ditambahkan nanokitosan dengan perbandingan 3:1 untuk mencegah kadar nanokitosan yang berlebihan. Setelah keduanya dicampurkan merata maka disimpan dalam wadah tertutup untuk mencegah kontaminasi bakteri.

### Pemeliharaan Benih Ikan Nila

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan dua perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan satu adalah tanpa pemberian nanokitosan dan perlakuan dua dengan pemberian nanokitosan dalam pakan. Jenis pakan yang diberikan pada setiap perlakuan adalah pellet PF 999. Wadah uji yang digunakan diisi air sebanyak 5 liter dan diberikan aerasi sebagai suplai oksigen pada masing-masing wadah uji. Benih ikan nila yang telah diadaptasikan ditimbang dan diukur panjangnya, kemudian didistribusikan dalam masing-masing perlakuan sebanyak 10 ekor tiap wadah uji. Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari dengan pemberian pakan pada setiap perlakuan tiga kali sehari. Pada akhir pemeliharaan benih ikan nila kembali ditimbang, diukur panjangnya, dan dihitung jumlah benih yang tetap hidup. Pengukuran panjang dan bobot

hanya dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan untuk mencegah

### Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu suhu, pH, DO, dan amonia. Pengukuran suhu dan pH dilakukan secara langsung, sedangkan pengukuran DO dan amonia dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Universitas Borneo Tarakan setiap 5 hari.

### Parameter Pengukuran

Pertumbuhan ikan nila pada masing-masing perlakuan diamati pertambahan bobot ikan selama waktu pemeliharaan yaitu 30 hari. Parameter pertumbuhan yang dihitung dengan menggunakan persamaan SGR (*Specific Growth Rate*) atau laju pertumbuhan spesifik (Effendi, 1997).

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_0)}{\Delta t} \times 100\%$$

Dimana Laju pertumbuhan spesifik harian (%) atau SGR adalah *Specific Growth Rate* (%);  $W_0$  adalah berat rata-rata pada awal pemeliharaan (gram);  $W_t$  adalah berat rata-rata pada akhir pemeliharaan (gram); dan  $\Delta t$  adalah lama pemeliharaan (hari).

Kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) dihitung pada akhir pemeliharaan dengan menghitung jumlah ikan nila yang masih hidup diakhir pemeliharaan. Perhitungan kelangsungan hidup (SR) dilakukan dengan menggunakan rumus (Zooneveld *et al.*, 1991):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Dimana SR adalah *Survival Rate* (%);  $N_t$  adalah jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor); dan  $N_0$  adalah jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor).

### Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis statistik menggunakan uji T, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan tingkat signifikansi 5% menggunakan *software* SPSS versi 16.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sintesis Nanokitosan

Penggunaan kitosan dalam penelitian terlebih dahulu diubah dalam bentuk nanopartikel. Setelah proses sintesis nanokitosan, maka dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui terbentuknya ukuran nanopartikel. Penelitian yang dilakukan (Yudhasasmita, 2017) menghasilkan nanokitosan berdasarkan jumlah partikel, jumlah paling sedikit berukuran 389,15 nm, sedangkan jumlah partikel terbanyak berukuran 589,00-616,76 nm. Berdasarkan hasil karakterisasi PSA didapatkan ukuran nanokitosan berdasarkan jumlah yaitu antara 537-7400 nm dengan intensitas tertinggi pada ukuran 537,17 nm. Hasil pengukuran ini menunjukkan kitosan berhasil diubah dalam bentuk nanopartikel. Berikut adalah gambar hasil karakterisasi ukuran nanokitosan.



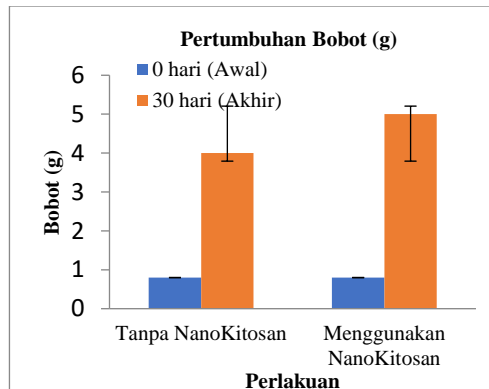
Gambar 1. Ukuran nanokitosan

### Pertumbuhan Benih Ikan Nila

Pertumbuhan benih ikan nila didapatkan dari jumlah bobot ikan nila diawal dan akhir pemeliharaan selama 30 hari. Berdasarkan hasil rata-rata bobot ikan nila selama pemeliharaan dalam tiga kali ulangan didapatkan grafik pada Gambar 2.

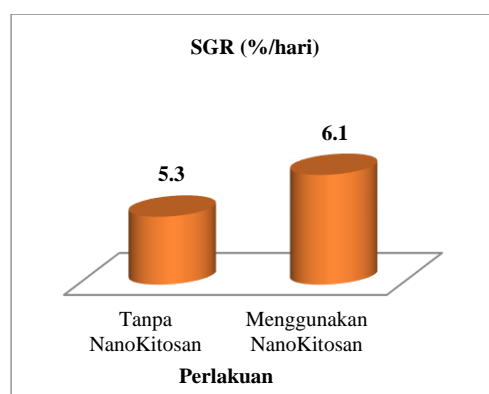
Pada grafik pertumbuhan bobot secara deskriptif diketahui bahwa

pertumbuhan ikan nila dengan penambahan nanokitosan dalam pakan lebih baik dari tanpa penambahan nanokitosan. Hasil ini kemudian dianalisis uji T dengan taraf 5% dan didapatkan nilai  $p > 0,05$ . Berdasarkan hasil ini maka didapatkan bahwa tanpa dan dengan menggunakan nanopartikel kitosan dalam pakan tidak berbeda signifikan terhadap pertumbuhan bobot benih ikan nila.



Gambar 2. Pertumbuhan benih ikan nila

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) selama pemeliharaan dapat dilihat pada gambar 3. Nilai rata-rata SGR benih ikan nila yang dihasilkan pada pemeliharaan benih ikan nila tanpa penambahan nanokitosan adalah 5,3 %/hari dan yang dihasilkan pada pemeliharaan menggunakan nanokitosan adalah 6,1 %/hari.



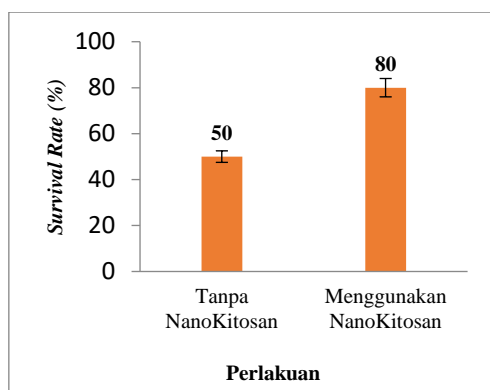
Gambar 3. Laju pertumbuhan

Hasil ini kemudian dianalisis uji T dengan taraf 5% dan didapatkan nilai  $p > 0,05$ . Berdasarkan hasil ini maka

didapatkan bahwa laju pertumbuhan spesifik (SGR) ikan nila tanpa dan dengan menggunakan nanokitosan dalam pakan tidak berbeda signifikan. Perbedaan yang tidak signifikan pada laju pertumbuhan spesifik (SGR) dapat disebabkan oleh menurunnya kualitas air khususnya pada tingginya amonia dan rendahnya oksigen terlarut. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa penambahan kitosan dalam pakan tidak berpengaruh nyata diakibatkan kualitas air yang kurang optimal (Rozi *et al.*, 2018). Minimnya kualitas air dapat mengganggu sistem pencernaan sehingga proses pertumbuhan akan terhambat (Smith *et al.*, 2010). Akan tetapi, kualitas air yang kurang optimal tetap memberikan pertumbuhan benih ikan nila yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa nanokitosan mampu mengurangi dampak negatif dari kualitas air yang kurang optimal. Hal ini karena sifat nanokitosan sebagai immunostimulan dalam pakan sehingga mengakibatkan benih ikan nila tetap mengalami pertumbuhan meskipun dengan kondisi air yang kurang optimal (Lestari & Baehaki, 2019). Secara deskriptif laju pertumbuhan spesifik harian (SGR) benih ikan nila dengan menggunakan nanokitosan dalam pakan, lebih baik daripada tanpa menggunakan nanokitosan. Hal ini menandakan bahwa pemberian nanokitosan mampu meningkatkan laju pertumbuhan spesifik harian benih ikan nila. Hasil ini juga lebih baik daripada penelitian sebelumnya yang menggunakan kitosan dalam pakan didapatkan laju pertumbuhan spesifik harian benih ikan nila 0,85%. Kitosan yang digunakan adalah serbuk kitosan yang tidak diubah menjadi ukuran nanopartikel (Rozi *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa kitosan dalam ukuran nanopartikel bekerja lebih efektif karena luas permukaan yang besar, permukaan yang spesifik, dan ukurannya yang lebih kecil dapat mudah masuk dalam sel-sel pertumbuhan benih ikan nila (Sivakami *et al.* 2013).

Hasil penelitian selama 30 hari pemeliharaan didapatkan persentase rata-rata kelangsungan hidup (SR) ikan nila

lebih baik pada penggunaan nanokitosan. Grafik persentase kelangsungan hidup (SR) disajikan pada gambar 4. Nilai SR tanpa menggunakan nanokitosan memiliki rata-rata 50% sedangkan menggunakan nanokitosan menunjukkan rata-rata 80%. Dalam kegiatan budidaya, derajat *Survival Rate* (SR) merupakan salah satu parameter utama yang menunjukkan keberhasilan produksi budidaya tersebut. Berdasarkan BSN (2009), nilai baku mutu derajat *Survival Rate* (SR) ikan nila yakni 75%. Penggunaan nanokitosan dalam pakan menghasilkan *survival rate* benih ikan nila 80% yakni lebih tinggi dari baku mutu. Hasil ini juga lebih baik dari penelitian sebelumnya yang menggunakan kitosan dalam pakan yang menghasilkan persentase kelangsungan hidup benih ikan nila 46-73% (Rozi *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan kitosan dalam bentuk nanopartikel bekerja lebih efektif dalam menjaga kelangsungan hidup benih ikan nila.



Gambar 4. Kelangsungan hidup

Hasil ini kemudian dianalisis uji T dengan taraf 5% dan didapatkan nilai  $p < 0,05$ . Berdasarkan hasil ini maka didapatkan bahwa persentase kelangsungan hidup (SR) ikan nila tanpa dan dengan menggunakan nanokitosan dalam pakan berbeda signifikan. Kitosan merupakan polimer alami yang ramah lingkungan, tidak beracun, meningkatkan imun, dan bersifat antibakteri (Suptijah, 2006). Kitosan yang berfungsi sebagai immunostimulan, mampu meningkatkan kesehatan pencernaan sehingga

penyerapan nutrisi pakan yang diberikan akan lebih baik (Aathi *et al.*, 2010). Berdasarkan penelitian (Zaki *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa penambahan kitosan pada pakan ikan dapat meminimalisir angka kematian dengan meningkatkan sistem imun. Apabila ikan mengalami gangguan fisiologis (stres) karena menurunnya kualitas air, maka membuat penurunan nafsu makan sehingga sulit beraktivitas karena kurangnya asupan nutrisi. Faktor yang memengaruhi *survival rate* ikan yakni faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam yaitu yang berasal dari individu ikan tersebut, sedangkan faktor luar yang dipengaruhi dari luar seperti kualitas pakan, kualitas air dan lingkungan (Yulianto, 2006). Dari kondisi hasil penelitian faktor penghalang kelangsungan hidup benih ikan nila adalah kualitas air. Tingginya amonia dan rendahnya oksigen terlarut (DO) menyebabkan tingginya kematian pada perlakuan tanpa menggunakan nanokitosan. Sementara pada perlakuan menggunakan nanopartikel kitosan dengan kondisi kualitas air yang kurang optimal, didukung oleh faktor dari dalam individu. Nanokitosan dalam pakan akan terserap lebih cepat dalam sistem pencernaan karena ukurannya yang kecil. Oleh karena itu, sifat aktif kitosan akan lebih tinggi sebagai immunostimulan dalam menjaga kesehatan ikan meskipun faktor luar lingkungan kurang optimal (Lestari & Baehaki, 2019).

### Kualitas Air

Pengukuran kualitas air yang dilakukan pada penelitian ini adalah suhu, pH, DO, dan amonia. Pada penelitian yang telah dilakukan, rata-rata kisaran suhu yang didapat pada perlakuan tanpa nanokitosan dan perlakuan menggunakan nanokitosan masih berada dalam batas optimal yaitu 27-29°C. Menurut Khairuman & Amri (2011) menyatakan bahwa suhu optimal untuk ikan nila yaitu antara 24°C-32°C, serta pertumbuhan ikan nila akan terganggu apabila suhu di bawah 14°C dan di atas 38°C. Pengukuran derajat keasaman (pH) didapatkan rata-

rata kisaran pH pada perlakuan tanpa nanokitosan yaitu 7,3-7,7 dan perlakuan menggunakan nanokitosan yaitu 7,7-7,8. Hasil ini masih dalam keadaan optimal sebab ikan nila akan mentoleransi lingkungan budidaya dengan pH 5, namun pertumbuhannya dapat terhambat sedangkan pertumbuhan ikan nila yang optimal pada pH 6,5-9 (BSN, 2009).

Kandungan oksigen terlarut (DO) yang didapatkan rata-rata kisaran DO pada perlakuan tanpa nanokitosan yaitu 1,3-5,7 mg/L dan perlakuan menggunakan nanokitosan yaitu 1,9-5,8 mg/L. Menurut (BSN, 2009) kandungan oksigen terlarut (DO) yang baik dalam budidaya ikan nila adalah diatas 3,0 mg/L. Kadar amonia yang didapatkan rata-rata kisaran amonia pada perlakuan tanpa nanokitosan yaitu 0,2-3,5 mg/L dan perlakuan menggunakan

nanokitosan yaitu 0,1-3,3 mg/L. Berdasarkan baku mutu amonia terlarut yang dapat ditoleransi untuk ikan adalah kurang dari 1 mg/L (BSN, 2009). Pada awal pemeliharaan sampai pada hari ke-20 nilai DO dan amonia masih di atas baku mutu. Akan tetapi menjelang akhir pemeliharaan nilai DO dan amonia semakin menurun. Hal ini dapat disebabkan dari peningkatan hasil metabolisme ikan yang berupa feses atau sisa pakan. Material ini akan terurai menjadi zat-zat organik sehingga dalam proses tersebut akan menyerap oksigen yang terlarut di perairan serta meningkatkan amonia. Rata-rata kisaran hasil pengukuran masing-masing pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air.

Perlakuan	Parameter Kualitas Air			
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Amonia NH <sub>3</sub> (mg/L)
Perlakuan 1 (Tanpa Nanokitosan)	27-29	7,3-7,7	1,3-5,7	0,2-3,5
Perlakuan 2 (Dengan Nanokitosan)	28-29	7,7-7,8	1,9-5,8	0,1-3,3
Standar Baku Mutu (BSN, 2009)	25-32	6,5 -9	>3	<1

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan menggunakan nanokitosan dalam pakan lebih efektif daripada tanpa menggunakan nanokitosan dalam pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan nila. Hasil uji T dengan taraf 5% menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik harian (SGR) pada semua perlakuan tidak berbeda signifikan ( $P>0,05$ ), tetapi pada kelangsungan hidup benih ikan nila (SR) pada semua perlakuan berbeda signifikan ( $P<0,05$ ).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini, dengan pemberian dana penelitian melalui DIPA/PNBP Universitas Borneo Tarakan tahun 2021 dengan SK Rektor No. 202/UN51/KPT/2021.

### DAFTAR PUSTAKA

Aathi, K., Ramasubramanian, V., Uthayakumar, & Munirasu. (2013). Effect of chitosan supplemented diet on survival, growth, hematological, biochemical and immunological responses of indian major carp *labeo rohita*. *International*

- Research Journal of Pharmacy*, 5 (5), 141-147.  
<https://doi.org/10.7897/2230-8407.04529>
- Amaliyah, N. (2018). Antibacterial activity of cinnamic acid - chitosan encapsulation. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(1), 8-12.  
<https://doi.org/10.14710/jksa.21.1.8-12>
- BSN (Badan Standar Nasional). (2009). *Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus Bleeker). kelas benih sebar*. Jakarta: BSN (Badan Standar Nasional).
- Effendi, M. I. (1997). *Biologi perikanan*. Bogor: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ekaputri, R. A. (2018). Pengaruh penambahan kitosan pada pakan komersial terhadap laju pertumbuhan spesifik dan retensi protein udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(2), 39-47.  
<https://doi.org/10.20473/jmcs.v7i2.20712>
- Khairuman & Amri, K. (2011). *2,5 bulan panen ikan nila*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Lestari, S. D., & Baehaki, A. (2019). Aktivitas antibakteri kompleks kitosan-monosakarida terhadap patogen dalam surimi ikan gabus sebagai model matriks pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 80-88.  
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i1.25881>
- Muhtadin, S. H. (2011). Studi perbandingan analisis kandungan gizi ikan nila *Oreochromis niloticus* di desa pancana kabupaten barru dan lajoa kabupaten soppeng. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Reizal, M. (2016). Pengembangan kitosan terkini pada berbagai aplikasi kehidupan: review. *Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Petro dan Oleokimia* (pp. 49-63). Pekanbaru: IOP Publishing.
- Rozi., Taufiq, A., Mukti, Samara, S. H., Santanumurti, M. B. (2018). Pengaruh pemberian kitosan dalam pakan terhadap pertumbuhan, sintasan dan efisiensi pemanfaatan pakan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(2), 103-111.  
<https://doi.org/10.22146/jfs.38868>
- Setijaningsih, L., & Gunadi, B. (2016). Efektivitas substrat dan tumbuhan air untuk penyerapan hara nitrogen dan total fosfat pada budidaya ikan berbasis sistem integrated multi-trophic aquaculture (IMTA). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, (pp. 169-176).
- Sivakami, M. S., Thandapani, G., Jayachandran, V., Hee, S. J., Se, K. K., Sudha, P.N., (2013). Preparation and characterization of nano chitosan for treatment wastewaters. *International Journal Biology Macromolekul*. 57, 204-211.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijbio mac.2013.03.005>
- Smith, F., Clark, J. E., Overman, B. L., Tozel, C. C., Huang, J. H., Rivier, J. E. F., Blisklager, A. T., Moeser, A. J., (2010). Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine. *America Journal Physiology*. 298, 352-363.  
<https://doi.org/10.1152/ajpgi.00081.2009>
- Suptijah, P. (2006). Deskriptif karakteristik fungsional dan aplikasi kitin kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yudhasmita, S. (2017). Sintesis dan aplikasi nanopartikel kitosan sebagai adsorben Cd dan antibakteri koliform. *Biogenesis*



*Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1), 42-48.

<https://doi.org/10.24252/bio.v5i1.3432>

Yulianto, T. (2006). *Pembenihan ikan nila*. Klaten: Satuan Kerja PBIAT Janti.

Zaki, M. A., Salem, M. E. S., Gaber, M. M., & Nour, A. M. (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.  
<https://doi.org/10.4236/wjet.2015.34C005>

Zonneveld, N., Huisman, E. A., & Boon, J. H. (1991). *Prinsip-prinsip budidaya ikan. Terjemahan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

