

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MINERAL *MIX* TERHADAP KONDISI KUALITAS AIR DAN PRODUKSI PENDEDERAN IKAN NILA YANG DIBUDIDAYA TANPA PERGANTIAN AIR

SHAFIRA SALSABILLA



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





- 

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Efektivitas Penggunaan Mineral Mix terhadap Kondisi Kualitas Air dan Produksi Pendederan Ikan Nila yang Dibudidaya tanpa Pergantian Air” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2024

Shafira Salsabilla
C1401201011



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

SHAFIRA SALSABILLA. Efektivitas Penggunaan Mineral *Mix* terhadap Kondisi Kualitas Air dan Produksi Pendederan Ikan Nila yang Dibudidaya tanpa Pergantian Air. Dibimbing oleh KUKUH NIRMALA dan WILDAN NURUSSALAM.

Budidaya secara intensif pada segmentasi pendederan merupakan salah satu upaya yang dilakukan dalam meningkatkan produksi benih ikan nila ukuran siap tebar untuk kegiatan pembesaran. Intensifikasi pendederan ikan nila menghasilkan tingginya limbah organik yang berasal dari sisa pakan, sisa metabolisme, dan feses ikan. Akumulasi limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang berpengaruh terhadap, pertumbuhan ikan, proses fisiologis, dan tingkat kelangsungan hidup. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas media pemeliharaan dengan biaya yang murah adalah penggunaan mineral *mix* sebagai penunjang proses dekomposisi limbah akuakultur. Produk ini mengandung bahan dasar kimia dan biologi berupa makro dan mikro mineral esensial, serta jenis-jenis bakteri pendekomposisi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemberian mineral *mix* dengan dosis berbeda terhadap kondisi kualitas air dan produksi pendederan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidaya tanpa pergantian air. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dengan tiga kali ulangan, meliputi perlakuan kontrol (tanpa pemberian mineral *mix*), perlakuan A (dosis 0,1 mg L⁻¹), perlakuan B (dosis 0,2 mg L⁻¹) dan perlakuan C (dosis 0,3 mg L⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pemberian mineral *mix* menghasilkan kondisi kualitas air dan kinerja produksi benih ikan nila yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian, dosis mineral *mix* 0,1 mg L⁻¹ dan 0,2 mg L⁻¹ merupakan dosis yang paling optimal untuk kondisi kualitas air dan kinerja produksi pendederan ikan nila.

Kata kunci: benih ikan nila, kinerja produksi, kualitas air, mineral *mix*



ABSTRACT

SHAFIRA SALSABILLA. Effectiveness of Mineral Mix on Water Quality Conditions and Production of Tilapia Breeders Raised without Water Changes. Supervised by KUKUH NIRMALA and WILDAN NURUSSALAM.

Intensive cultivation in the nursery segment is one of the efforts made to increase the production of ready-to-stock tilapia fry for enlargement activities. Intensification of tilapia breeding produces high levels of organic waste from feed residues, metabolic waste, and fish feces. The accumulation of these wastes can cause a decrease in water quality that affects fish growth, physiological processes, and survival rates. One of the efforts that can be made to maintain the quality of the maintenance media at a low cost is the use of mineral mix as a support for the decomposition process of aquaculture waste. This product contains chemical and biological ingredients in the form of essential macro and micro minerals, as well as types of decomposition bacteria. This study aims to analyze the effect of mineral mix with different doses on water quality conditions and production of tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured without water changes. The study was conducted using a completely randomized design consisting of four treatments with three replications, including control treatment (without mineral mix), treatment A (dose of 0,1 mg L⁻¹), treatment B (dose of 0,2 mg L⁻¹) and treatment C (dose of 0,3 mg L⁻¹). The results showed that the mineral mix treatment resulted in water quality conditions and production performance of tilapia fry that were significantly different ($P < 0,05$) from the control treatment. Based on the results of the study, the dose of mineral mix 0,1 mg L⁻¹ and 0,2 mg L⁻¹ is the most optimal dose for water quality conditions and production performance of tilapia seedlings.

Keywords: mineral mix, production performance, tilapia fry, water quality



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MINERAL *MIX* TERHADAP KONDISI KUALITAS AIR DAN PRODUKSI PENDEDERAN IKAN NILA YANG DIBUDIDAYA TANPA PERGANTIAN AIR

SHAFIRA SALSABILLA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan pada
Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Budidaya

**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Dedi Jusadi**
- 2 Dr. Apriana Vinasyiam, S.Pi., M.Si.**

Judul Skripsi : Efektivitas Penggunaan Mineral Mix terhadap Kondisi Kualitas Air dan Produksi Pendederan Ikan Nila yang Dibudidaya tanpa Pergantian Air

Nama : Shafira Salsabilla

NIM : C1401201011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc.



Pembimbing 2:

Wildan Nurussalam, S.Pi., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Budidaya Perairan:

Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.

NIP. 197001031995121001



Tanggal Ujian: 3 Oktober 2024

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efektivitas Penggunaan Mineral *Mix* terhadap Kondisi Kualitas Air dan Produksi Pendederan Ikan Nila yang Dibudidaya tanpa Pergantian Air”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini, yakni kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc. dan Bapak Wildan Nurussalam, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi selama penelitian hingga penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Dedi Jusadi selaku Gugus Kendali Mutu dan Ibu Dr. Apriana Vinasyiam, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji.
3. Bapak Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc. selaku Ketua Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor dan Ibu Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Orang tua tercinta Bapak Abdillah dan Ibu Suhartini, Kakak Muh. Chaerul Fazri, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
5. Kang Akbar Firdaus yang telah memberikan arahan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
6. La Ode Ahmad Siddiq, S.Pi. yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, hingga penyusunan skripsi.
7. Dhara Devona Lutsfi, Fina Oktaviana Tanjung, Raras Dyah Kinanthi, Dian Permatasari, Nur Aprialy Anggraini Nasution, dan Aina Nur Khairunissa yang telah membantu dan memberikan dukungan selama perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi.
8. Teman-teman Budidaya Perairan 57 yang telah kebersamai penulis selama menempuh Pendidikan di Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan akuakultur, khususnya dalam budidaya ikan nila.

Bogor, Oktober 2024

Shafira Salsabilla



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Materi Uji	3
2.3 Rancangan Percobaan	3
2.4 Prosedur Penelitian	3
2.5 Parameter Uji	5
2.6 Analisis Data	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Hasil	9
3.2 Pembahasan	18
IV SIMPULAN DAN SARAN	24
4.1 Simpulan	24
4.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	45



DAFTAR TABEL

1	Perlakuan pemberian mineral <i>mix</i> pada media pemeliharaan benih ikan nila	3
2	Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian	5
3	Analisis keuntungan budidaya pendederan ikan nila dengan perlakuan penggunaan mineral <i>mix</i>	18

DAFTAR GAMBAR

1	Nilai suhu media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	9
2	Kadar DO media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	10
3	Nilai pH media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	10
4	Nilai ORP media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	11
5	Kadar TOM media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	11
6	Kadar TAN media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	12
7	Kadar nitrit media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	12
8	Kadar nitrat media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	13
9	Tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	13
10	Pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	14
11	Pertambahan bobot harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	15
12	Laju pertumbuhan bobot spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	15
13	Pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	16
14	Pertambahan panjang harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	16

15	Laju pertumbuhan panjang spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	17
16	Rasio konversi pakan benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis statistik nilai suhu media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	32
2	Analisis statistik kadar DO media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	32
3	Analisis statistik nilai pH media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	33
4	Analisis statistik nilai ORP media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	34
5	Analisis statistik kadar TOM media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	35
6	Analisis statistik kadar TAN media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	37
7	Analisis statistik kadar nitrit media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	37
8	Analisis statistik kadar nitrat media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda selama 35 hari	38
9	Analisis statistik tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	39
10	Analisis statistik pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	39
11	Analisis statistik pertambahan bobot harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	40
12	Analisis statistik laju pertumbuhan bobot spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	40
13	Analisis statistik pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	41
14	Analisis statistik pertambahan panjang harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	41
15	Analisis statistik laju pertumbuhan panjang spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	42



16	Analisis statistik rasio konversi pakan benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral <i>mix</i> dengan dosis berbeda	42
17	Asumsi biaya variabel budidaya pendederan ikan nila dengan perlakuan penggunaan mineral <i>mix</i>	42
18	Analisis keuntungan budidaya pendederan ikan nila dengan perlakuan penggunaan mineral <i>mix</i>	44

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang marak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis tinggi (Maharani *et al.* 2023). Menurut KKP (2022), tingkat konsumsi ikan nasional pada tahun 2020–2022 mengalami peningkatan dengan capaian sebesar 54,56 kg/kapita pada tahun 2020 dan 57,27 kg/kapita pada tahun 2022. Produksi ikan nila di Indonesia pada tahun 2018–2022 mengalami peningkatan dengan capaian pada tahun 2018 sebesar 1.171.236 ton dan meningkat pada tahun 2022 sebesar 1.356.654 ton (KKP 2023). Peningkatan produksi ikan nila berbanding lurus dengan kebutuhan benih ikan nila. Segmentasi pendederan merupakan kegiatan pemeliharaan benih ikan untuk mencapai ukuran siap tebar kegiatan pembesaran (SNI 2009). Budidaya secara intensif pada segmentasi pendederan merupakan upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan produksi benih ikan nila untuk kegiatan pembesaran.

Sistem budidaya intensif dilakukan dengan meningkatkan padat tebar ikan yang diikuti oleh peningkatan jumlah pakan (Aditya *et al.* 2023). Intensifikasi pada produksi ikan nila dapat menimbulkan permasalahan seperti menurunnya kualitas air sehingga media budidaya menjadi tidak optimal (Nugroho *et al.* 2024). Penurunan kualitas air dapat terjadi karena budidaya intensif menghasilkan akumulasi limbah organik maupun anorganik yang berasal dari sisa pakan, sisa metabolisme, dan feses ikan. Proses dekomposisi sangat diperlukan untuk menekan limbah budidaya yang terakumulasi pada media pemeliharaan. Limbah organik yang menumpuk dapat mengakibatkan tingginya senyawa toksik seperti asam sulfida, amonia, dan nitrit yang berdampak negatif bagi ikan (Puspitasari *et al.* 2020). Kualitas air yang buruk dapat berpengaruh terhadap nafsu makan, sistem imun, proses fisiologis, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan (El-Kady *et al.* 2022).

Manajemen kualitas air pada kegiatan budidaya umumnya menggunakan teknis pergantian air secara berkala selama pemeliharaan. Pergantian air bertujuan untuk mengurangi limbah organik maupun anorganik pada media pemeliharaan (Istiqomah *et al.* 2018). Efektivitas laju penurunan muatan limbah organik dan anorganik hasil budidaya sangat ditentukan oleh tingkat pergantian air yang dilakukan, hal ini menjadi kekurangan dalam metode pergantian air karena dapat membutuhkan ketersediaan air yang cukup banyak (Suryono 2000). Pergantian air secara langsung mempengaruhi biaya produksi karena memerlukan penggunaan energi listrik dalam penyaluran ke media pemeliharaan. Limbah yang dibuang dari proses pergantian air juga dapat mencemari lingkungan perairan di sekitar wilayah budidaya (Junda *et al.* 2023).

Hingga saat ini, terdapat beberapa sistem budidaya penunjang kualitas air yang dapat menciptakan minimnya pergantian air dalam proses budidaya, seperti bioflok, akuaponik, dan *recirculating aquaculture system* (RAS). Bioflok merupakan sistem budidaya yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam mengubah limbah organik menjadi pakan kaya protein untuk biota akuatik (Padeniya *et al.* 2022). Akuaponik merupakan sistem budidaya yang menerapkan prinsip daur ulang air melalui penyerapan hasil dekomposisi limbah budidaya oleh tanaman. Limbah yang dihasilkan dari ikan dan sisa pakan dipecah oleh bakteri menjadi nutrisi yang

dapat diserap oleh tanaman (Palm *et al.* 2018). *Recirculating aquaculture system* (RAS) merupakan sistem budidaya dengan prinsip daur ulang air untuk dapat digunakan kembali. Pada sistemnya, RAS menggunakan filter (fisik, kimia, dan biologi) untuk mengurangi konsentrasi limbah budidaya (Ed-Idoko 2021). Namun, semua sistem budidaya tersebut tentunya memerlukan biaya yang tinggi untuk pembangunan konstruksi, infrastruktur, dan instalasi peralatan. Selain itu, teknologi yang digunakan juga memerlukan pengetahuan khusus, pemantauan, dan pemeliharaan yang intensif dalam penggunaannya (Badiola *et al.* 2012; El-Kady *et al.* 2022).

Budidaya tanpa pergantian air dengan memanfaatkan bakteri dekomposer sebagai pengurai bahan organik merupakan teknik yang dapat diaplikasikan untuk menunjang proses budidaya, yang mampu meminimalisir penggunaan air serta biaya operasional. Bakteri berperan penting sebagai dekomposer yang mengurai bahan-bahan organik menjadi senyawa sederhana yang bermanfaat untuk organisme akuatik (Chumpol *et al.* 2017; Fadillah *et al.* 2022). Bakteri memanfaatkan bahan organik dalam bentuk nutrisi seperti protein, lipid, dan karbohidrat untuk melakukan proses metabolisme (Arfiati *et al.* 2020). Mineral merupakan senyawa yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri untuk mendukung pertumbuhannya. Dong *et al.* (2022) menyatakan bahwa mineral berperan sebagai nutrisi dan energi untuk mikroba yang mampu mendukung pertumbuhan dan metabolisme mikroba menjadi lebih maksimal. Hal tersebut dapat menciptakan proses dekomposisi bahan organik dilakukan lebih cepat oleh bakteri, sehingga akumulasi limbah organik hasil budidaya intensif tanpa pergantian air mampu diminimalisir.

Mineral *mix* adalah suatu produk penunjang kualitas air yang berbentuk bubuk dengan mengandung bahan dasar kimia dan biologi berupa makro dan mikro mineral esensial, serta jenis-jenis bakteri pendekomposisi limbah akuakultur. Mineral *mix* juga dapat dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Menurut Lall dan Kaushik (2021), mineral bermanfaat untuk ikan dalam pembentukan dan pemeliharaan jaringan, proses metabolisme, fungsi fisiologis dan sistem imun. Pengaplikasian produk ini ke media budidaya diduga mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan anorganik di suatu perairan, serta mendukung kinerja produksi ikan nila menjadi lebih optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas penggunaan mineral *mix* dengan dosis berbeda untuk mengetahui dosis yang paling optimal dalam menjaga kualitas air dan mendukung kinerja produksi pendederan ikan nila yang dibudidaya tanpa pergantian air.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan mineral *mix* dengan dosis berbeda terhadap kondisi kualitas air dan kinerja produksi pendederan ikan nila yang dibudidaya tanpa pergantian air.

II METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2024 di Laboratorium Lingkungan 3, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan 1 dan Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

2.2 Materi Uji

Ikan yang digunakan dalam penelitian adalah benih ikan nila dengan panjang rata-rata $5,43 \pm 0,11$ cm dan bobot rata-rata $2,50 \pm 0,11$ g yang berasal dari pembudidaya sekitar Cinangneng, Kabupaten Bogor.

2.3 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dengan tiga kali ulangan untuk masing-masing perlakuan. Perlakuan yang digunakan berupa perbedaan pemberian dosis mineral *mix* yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perlakuan pemberian mineral *mix* pada media pemeliharaan benih ikan nila

Perlakuan	Keterangan
Perlakuan K	Kontrol atau pemberian mineral <i>mix</i> 0 mg L ⁻¹
Perlakuan A	Pemberian mineral <i>mix</i> dengan dosis 0,1 mg L ⁻¹
Perlakuan B	Pemberian mineral <i>mix</i> dengan dosis 0,2 mg L ⁻¹
Perlakuan C	Pemberian mineral <i>mix</i> dengan dosis 0,3 mg L ⁻¹

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian adalah akuarium berukuran 60 × 40 × 40 cm sebanyak 12 unit dan wadah untuk aklimatisasi benih ikan nila berupa akuarium stok berukuran 100 × 50 × 50 cm sebanyak tiga unit. Persiapan wadah diawali dengan pencucian akuarium menggunakan sabun yang kemudian dibilas dengan air mengalir hingga bersih dan didiamkan selama satu hari. Akuarium yang telah kering, selanjutnya dipasangkan aerasi sebanyak tiga titik. Akuarium stok diisi air hingga ketinggian 40 cm atau volume air 200 L, sedangkan akuarium perlakuan diisi air hingga ketinggian 30 cm atau volume air 72 L. Air yang digunakan untuk media pemeliharaan berasal dari campuran air budidaya dan air tandon. Air tandon berasal dari air IPB University yang sebelumnya sudah difiltrasi menggunakan dakron dan bioball pada tandon. Media pemeliharaan diberi garam ikan untuk kadar salinitas 2 ppt.

2.4.2 Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian berupa benih ikan nila dengan panjang rata-rata $5,43 \pm 0,11$ cm dan bobot rata-rata $2,50 \pm 0,11$ g. Benih ikan nila diaklimatisasi terlebih dahulu di dalam akuarium stok berukuran $100 \times 50 \times 50$ cm selama tujuh hari dengan dilakukan pemberian pakan sebanyak dua kali sehari secara *ad satiation*.

2.4.3 Pemeliharaan Benih Ikan Nila dan Pemberian Mineral Mix

Pemeliharaan benih ikan nila dilakukan selama 35 hari tanpa dilakukan pergantian air. Jumlah ikan nila yang ditebar pada setiap akuarium adalah 60 ekor. Proses sampling dilakukan sebelum ikan ditebar ke akuarium dengan menimbang bobot dan mengukur panjang tubuh ikan. Pemberian pakan dilakukan sebanyak tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB secara *ad satiation*. Pakan yang digunakan berupa pakan komersil berbentuk pelet dengan ukuran 1 mm. Pemberian mineral *mix* dilakukan setiap hari dengan dosis yang berbeda pada setiap perlakuan, yaitu $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ (perlakuan A), $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ (perlakuan B), dan $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ (perlakuan C). Mineral *mix* ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan digital agar sesuai dengan dosis yang digunakan. Mineral *mix* yang telah ditimbang selanjutnya dilarutkan dalam secukupnya air dari media pemeliharaan yang kemudian ditebarkan secara merata pada akuarium.

2.4.4 Sampling

Kegiatan sampling dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mengukur panjang total tubuh dan bobot benih ikan nila. Pengukuran panjang total dilakukan menggunakan *millimeter block* dengan ketelitian 0,1 cm dan penimbangan bobot ikan dilakukan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Jumlah ikan nila yang disampling untuk mengukur panjang total sebanyak 30% ekor per akuarium. Pengukuran bobot ikan dilakukan menggunakan keseluruhan ikan pada setiap akuarium.

2.4.5 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan dalam dua frekuensi selama 35 hari, yaitu setiap hari dan satu minggu sekali. Parameter kualitas air yang diukur setiap hari dilakukan secara *in situ*, terdiri atas suhu, *dissolved oxygen* (DO), *potential of hydrogen* (pH), dan *oxidation reduction potential* (ORP). Parameter kualitas air yang diukur satu minggu sekali dilakukan secara *ex situ*, terdiri atas *total organic matter* (TOM), *total ammonia nitrogen* (TAN), nitrit, dan nitrat. Analisis kualitas air secara *ex situ* dilakukan di Laboratorium Lingkungan 1 dan Laboratorium Nutrisi Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

2.5 Parameter Uji

2.5.1 Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan mulai dari awal hingga akhir penelitian. Alat dan metode yang digunakan untuk mengukur kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian

Parameter	Satuan	Alat	Acuan
Suhu	°C	DO-meter Lutron DO-5510	SNI 6989.23-2005
DO	mg L ⁻¹	DO-meter Lutron DO-5510	SNI 06-6989.14-2004
pH	-	pH-meter Lutron pH-207	SNI 6989.11-2019
ORP	mV	pH-meter Lutron pH-207	Andriani <i>et al.</i> 2018
TOM	mg L ⁻¹	Titrimetri	SNI 06-6968.22-2004
TAN	mg L ⁻¹	Spektrofotometer DLAB SP-UV1000	Zhuo dan Boyd 2016
Nitrit	mg L ⁻¹	Spektrofotometer DLAB SP-UV1000	SNI 06-6989.9-2004
Nitrat	mg L ⁻¹	Spektrofotometer DLAB SP-UV1000	SNI 6989.79-2011

DO: dissolved oxygen, ORP: oxidation reduction potential, TAN: total ammonia nitrogen, TOM: total organic matter

2.5.2 Tingkat Kelangsungan Hidup (TKH)

Tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan yang dibandingkan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup ikan dapat dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996) sebagai berikut:

$$\text{TKH (\%)} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

TKH = Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 = Jumlah ikan hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

2.5.3 Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak merupakan peningkatan bobot ikan yang dihasilkan selama pemeliharaan. Pertumbuhan bobot mutlak dapat dihitung menggunakan rumus Eid *et al.* (2020) sebagai berikut:

$$\text{WM} = W_t - W_0$$

Keterangan:

WM = Bobot mutlak (g)

W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W_0 = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)

2.5.4 Pertambahan Bobot Harian (PBH)

Pertambahan bobot harian atau *average daily gain* merupakan rata-rata kenaikan bobot ikan per hari selama pemeliharaan. Pertambahan bobot harian dapat dihitung menggunakan rumus (Gompi *et al.* 2023) sebagai berikut:

$$PBH = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan:

- PBH = Pertambahan bobot harian (g hari⁻¹)
- W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)
- W₀ = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)
- t = Waktu pemeliharaan (hari)

2.5.5 Laju Pertumbuhan Bobot Spesifik (LPBS)

Laju pertumbuhan bobot spesifik merupakan kenaikan secara spesifik pertumbuhan bobot harian ikan selama pemeliharaan. Laju pertumbuhan bobot spesifik dapat dihitung menggunakan rumus Huisman (1987) sebagai berikut:

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

Keterangan:

- LPBS = Laju pertumbuhan bobot spesifik (% hari⁻¹)
- W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)
- W₀ = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)
- t = Waktu pemeliharaan (hari)

2.5.6 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak merupakan peningkatan panjang tubuh ikan yang dihasilkan selama pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung menggunakan rumus (Goddard 1996) sebagai berikut:

$$PM = L_t - L_0$$

Keterangan:

- PM = Panjang mutlak (cm)
- L_t = Panjang rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (cm)
- L₀ = Panjang rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm)

2.5.7 Pertambahan Panjang Harian (PPH)

Pertambahan panjang harian merupakan rata-rata kenaikan panjang ikan per hari selama pemeliharaan. Pertambahan panjang harian dapat dihitung menggunakan rumus Zonneveld *et al.* (1991) sebagai berikut:

$$PPH = \frac{L_t - L_0}{t}$$

Keterangan:

- PPH = Pertambahan panjang harian (cm hari⁻¹)
- L_t = Panjang rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (cm)
- L₀ = Panjang rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm)
- t = Waktu pemeliharaan (hari)

2.5.8 Laju Pertumbuhan Panjang Spesifik (LPPS)

Laju pertumbuhan panjang spesifik merupakan kenaikan secara spesifik pertumbuhan panjang harian ikan selama pemeliharaan. Laju pertumbuhan panjang spesifik dapat dihitung menggunakan rumus Busacker *et al.* (1990) sebagai berikut:

$$\text{LPPS (\%)} = \frac{\ln L_t - \ln L_0}{t} \times 100$$

Keterangan:

- LPPS = Laju pertumbuhan panjang spesifik (% hari⁻¹)
 L_t = Panjang rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (cm)
 L_0 = Panjang rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm)
 t = Waktu pemeliharaan (hari)

2.5.9 Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan merupakan jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan. Rasio konversi pakan dapat dihitung menggunakan rumus (Takeuchi 1988) sebagai berikut:

$$\text{RKP} = \frac{\text{JKP}}{(W_t - W_0) + W_{\text{mati}}}$$

Keterangan:

- RKP = Rasio konversi pakan
 JKP = Jumlah konsumsi pakan (g)
 B_t = Biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)
 B_0 = Biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)
 B_{mati} = Biomassa ikan mati (g)

2.5.10 Analisis Keuntungan

Perhitungan biaya keuntungan pendederan ikan nila diasumsikan dengan 1 siklus pendederan terdiri atas 20 kolam berukuran $2 \times 3 \times 1$ m dengan ketinggian air 0,8 m. Pendederan ikan nila dilakukan menggunakan padat tebar 830 ekor/m³ dengan benih berukuran 5 cm (harga beli Rp 400,-). Harga jual benih saat panen untuk ukuran 7–8 cm sebesar Rp 650,- dan ukuran 8–9 cm sebesar Rp 700,-. Perhitungan keuntungan ekonomi didapatkan dari hasil pengurangan total penerimaan dengan biaya pengeluaran. Berikut ini merupakan rumus keuntungan:

$$\text{Keuntungan (Rp.)} = \text{Penerimaan} - \text{Biaya pengeluaran}$$

Kemudian dilakukan juga perhitungan harga pokok produksi (HPP) dan rasio R/C. HPP menunjukkan perbandingan antara biaya total produksi dan jumlah produksi (Nurmalina *et al.* 2009). Nilai yang didapatkan merupakan harga jual minimal suatu produk. HPP dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{HPP} = \frac{\text{biaya total}}{\text{jumlah produksi}}$$

Revenue/cost ratio (R/C ratio) merupakan perbandingan antara penerimaan dan biaya total yang berfungsi untuk mengetahui keuntungan relatif suatu usaha terhadap biaya yang dikeluarkan (Nurmalina *et al.* 2009).

$$R/C = \frac{\text{penerimaan}}{\text{biaya total}}$$

2.6 Analisis Data

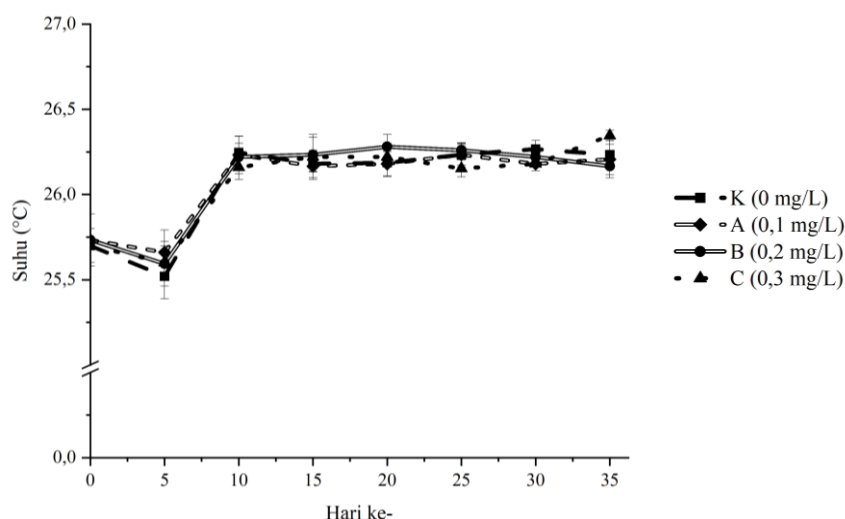
Data hasil penelitian ditabulasi dan diolah menggunakan *Microsoft Excel 2021* dan *SPSS 26.0* yang disajikan dalam bentuk grafik. Hasil data pengukuran kualitas air dan parameter produksi diolah menggunakan *Microsoft Excel 2021* yang selanjutnya dilakukan uji normalitas, homogenitas, dan analisis sidik ragam menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS 26.0*. Data kualitas air dan parameter produksi dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui beda nyata perlakuan terhadap parameter uji. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

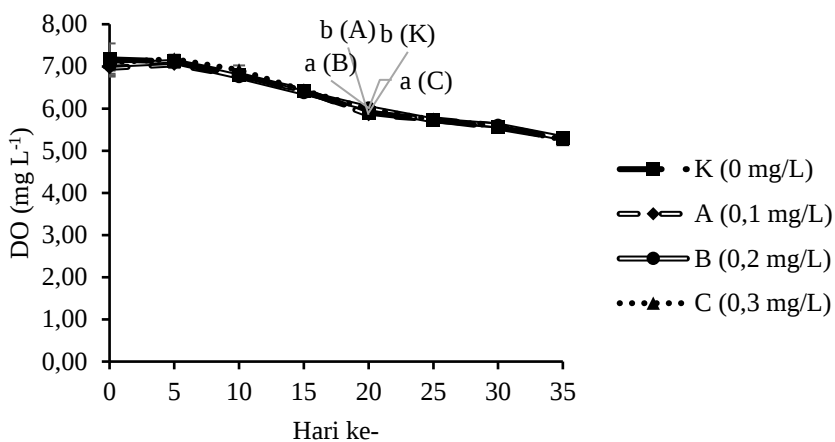
3.1.1 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air pada media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* selama 35 hari menunjukkan hasil yang cukup fluktuatif. Berdasarkan grafik (Gambar 1), nilai suhu yang diamati pada semua perlakuan menunjukkan nilai yang relatif stabil. Nilai suhu memiliki rata-rata terendah pada perlakuan K di rentang hari ke-5 sebesar 25,52 °C dan rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan C di rentang hari ke-35 sebesar 26,35 °C. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 1), nilai suhu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan.



Gambar 1 Nilai suhu media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

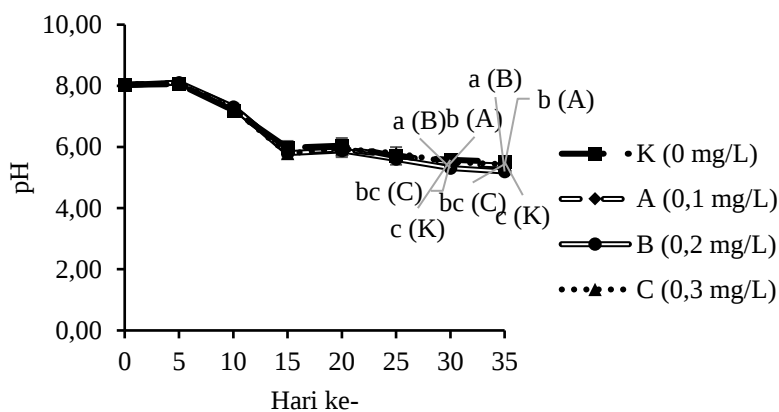
Berdasarkan grafik (Gambar 2), kadar DO yang diamati mengalami penurunan pada semua perlakuan. Nilai DO memiliki rata-rata terendah pada perlakuan C di rentang hari ke-35 sebesar 5,26 mg L⁻¹ dan rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan C di rentang hari ke-5 sebesar 7,17 mg L⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 2), kadar DO pada hari ke-20 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 2 Kadar DO media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

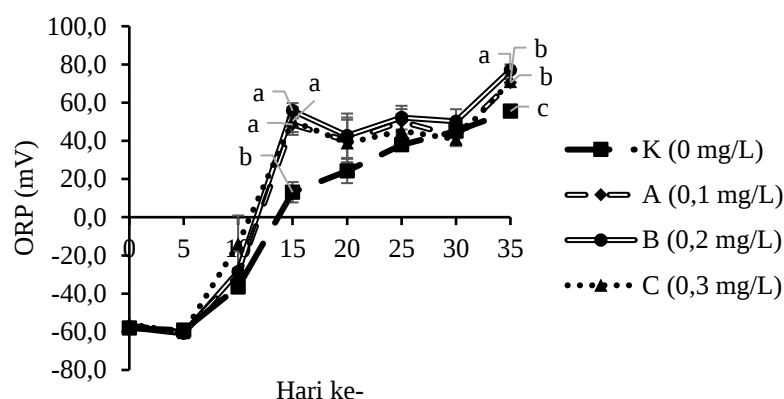
Berdasarkan grafik (Gambar 3), nilai pH pada semua perlakuan mengalami penurunan di hari ke-5 hingga hari ke-15. Nilai pH memiliki rata-rata terendah pada perlakuan B di rentang hari ke-35 sebesar 5,2 dan rata-rata tertinggi pada perlakuan B di rentang hari ke-5 sebesar 8,11. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 3), nilai pH pada hari ke-30 dan hari ke-35 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 3 Nilai pH media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

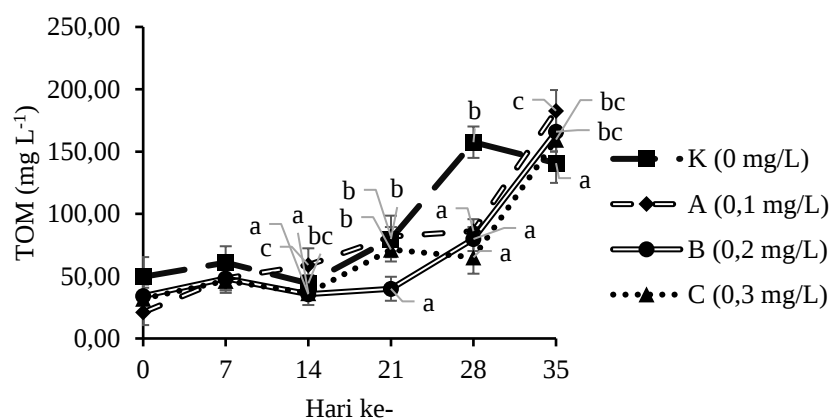
Berdasarkan grafik (Gambar 4), nilai ORP pada semua perlakuan menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan di hari ke-5 hingga hari ke-15. Nilai ORP memiliki rata-rata terendah pada perlakuan B di rentang hari ke-5 sebesar -60,87 mV dan rata-rata tertinggi pada perlakuan B di rentang hari ke-35 sebesar +77 mV. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 4), nilai pH pada hari ke-15 dan hari ke-35 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 4 Nilai ORP media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

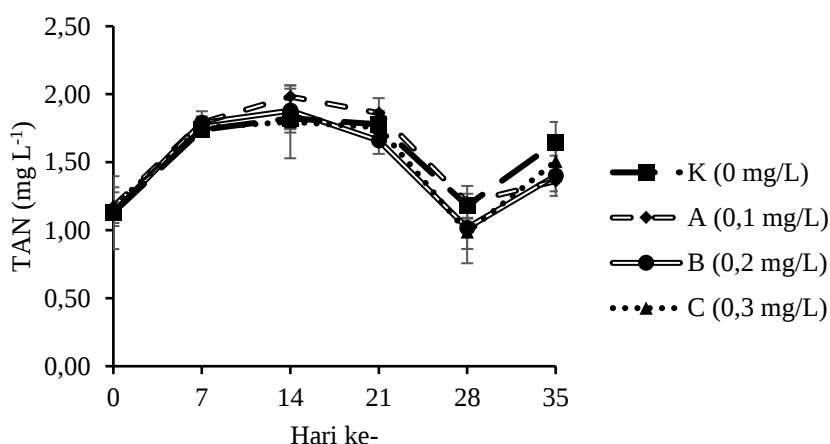
Berdasarkan grafik (Gambar 5), kadar TOM pada semua perlakuan menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan selama 35 hari pemeliharaan. Kadar TOM pada perlakuan A, B, dan C hanya mengalami sedikit peningkatan hingga hari ke-28, namun perlakuan K mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Kadar TOM memiliki nilai terendah pada perlakuan A di hari ke-0 sebesar 21 mg L⁻¹ dan nilai tertinggi pada perlakuan A di hari ke-35 sebesar 182,7 mg L⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 5), kadar TOM pada hari ke-14 hingga hari ke-35 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

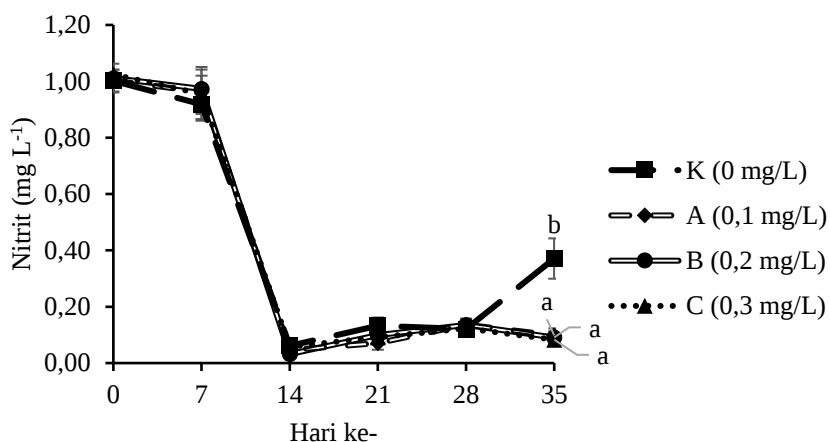
Gambar 5 Kadar TOM media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

Berdasarkan grafik (Gambar 6), kadar TAN yang dianalisis pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang fluktuatif. Kadar TAN memiliki nilai terendah pada perlakuan C di hari ke-28 sebesar 0,99 mg L⁻¹ dan nilai tertinggi pada perlakuan A di hari ke-14 sebesar 1,98 mg L⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 6), kadar TAN menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan.



Gambar 6 Kadar TAN media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

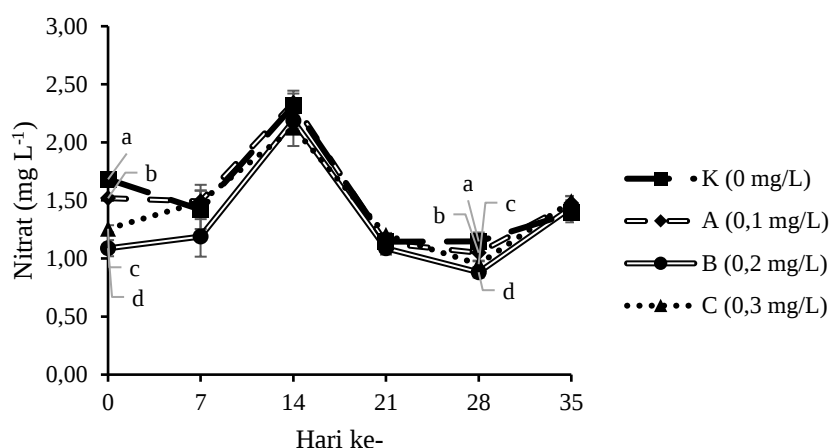
Berdasarkan grafik (Gambar 7), kadar nitrit yang dianalisis pada semua perlakuan mengalami penurunan yang cukup signifikan pada hari ke-14. Kadar nitrit memiliki nilai terendah pada perlakuan B di hari ke-14 sebesar $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ dan nilai tertinggi pada perlakuan C di hari ke-0 sebesar $1,02 \text{ mg L}^{-1}$. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 7), kadar nitrit pada hari ke-35 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 7 Kadar nitrit media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

Berdasarkan grafik (Gambar 8), kadar nitrat yang dianalisis pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang fluktuatif. Kadar nitrat memiliki nilai terendah pada perlakuan B di hari ke-28 sebesar $0,88 \text{ mg L}^{-1}$ dan nilai tertinggi pada perlakuan A di hari ke-14 sebesar $2,34 \text{ mg L}^{-1}$. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 9), kadar nitrat pada hari ke-0 dan hari ke-28 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan.

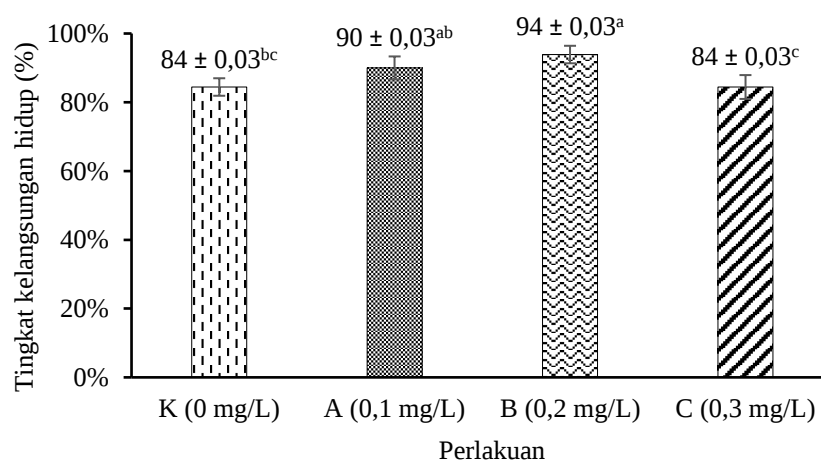


Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 8 Kadar nitrat media pemeliharaan benih ikan nila yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda selama 35 hari

3.1.2 Parameter Kinerja Produksi

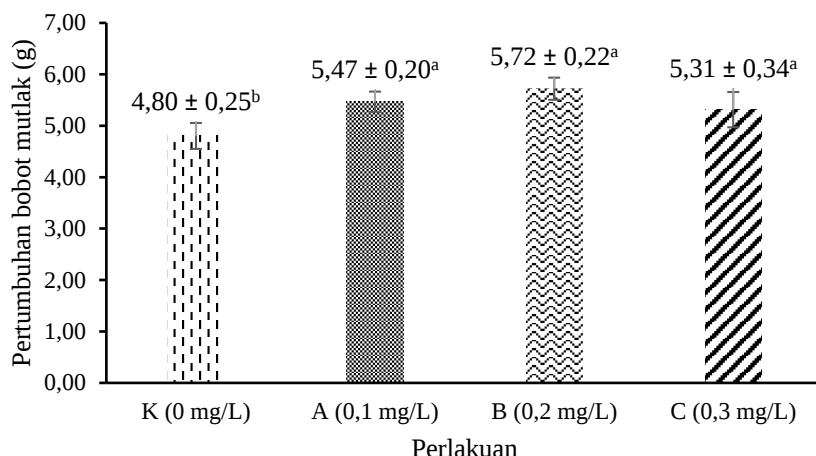
Data produksi benih ikan nila selama 35 hari pemeliharaan pada perlakuan pemberian mineral *mix* 0,1 mg L⁻¹ (perlakuan A), 0,2 mg L⁻¹ (perlakuan B), dan 0,3 mg L⁻¹ (perlakuan C) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemberian mineral *mix*). Tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar 94 ± 0,03 % serta nilai terendah pada perlakuan K dan perlakuan C sebesar 84 ± 0,03 %. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 9), nilai tingkat kelangsungan hidup menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan A dan perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan C. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan K. Nilai tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 9 Tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

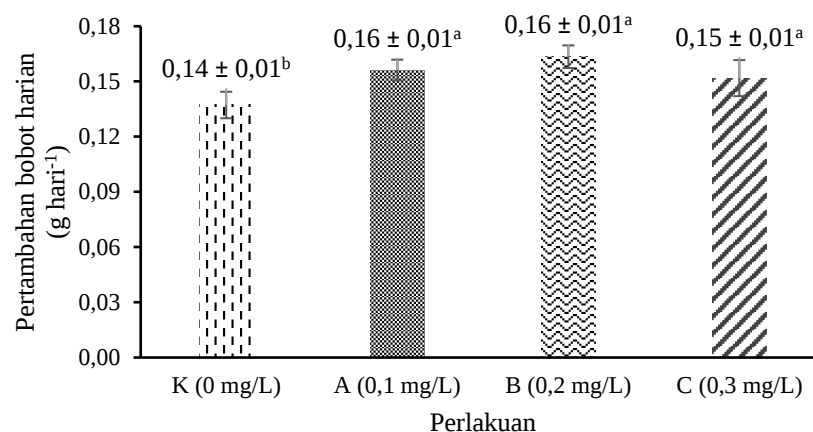
Pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $5,72 \pm 0,22$ g dan nilai terendah pada perlakuan K sebesar $4,80 \pm 0,25$ g. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 10), nilai pertumbuhan bobot mutlak menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Nilai pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 10 Pertumbuhan bobot mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

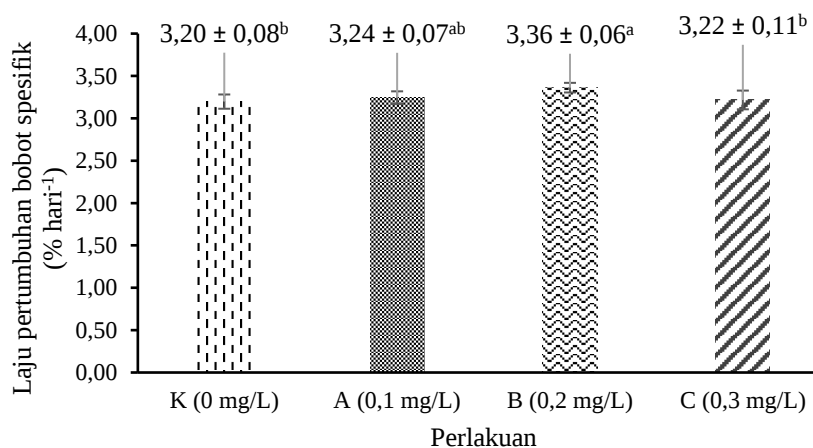
Pertambahan bobot harian benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $0,16 \pm 0,01$ g hari⁻¹ serta nilai terendah pada perlakuan K sebesar $0,14 \pm 0,01$ g hari⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 11), nilai pertambahan bobot harian menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Nilai pertambahan bobot harian benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 11.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 11 Pertambahan bobot harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

Laju pertumbuhan bobot spesifik benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $3,36 \pm 0,06$ % hari⁻¹ dan nilai terendah pada perlakuan K sebesar $3,20 \pm 0,08$ % hari⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 12), nilai laju pertumbuhan bobot spesifik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan B menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan K dan perlakuan C. Nilai laju pertumbuhan bobot spesifik benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 12.

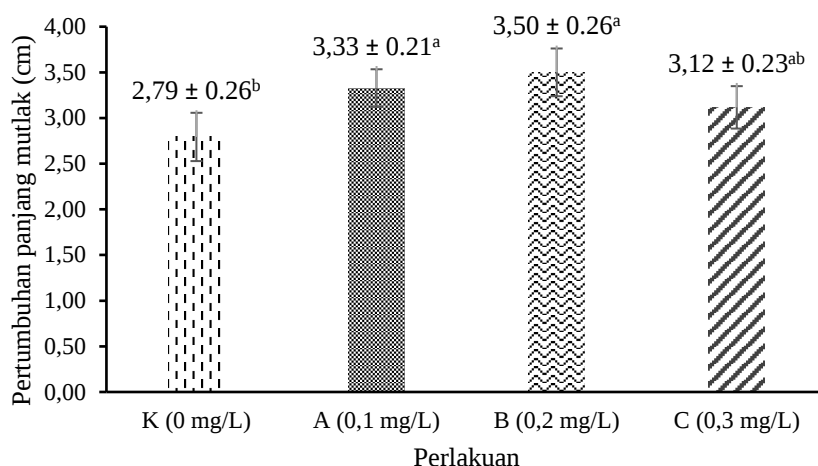


Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 12 Laju pertumbuhan bobot spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

Pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $3,50 \pm 0,26$ cm dan nilai terendah pada perlakuan K sebesar $2,79 \pm 0,26$ cm. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 13), nilai pertumbuhan panjang mutlak menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar

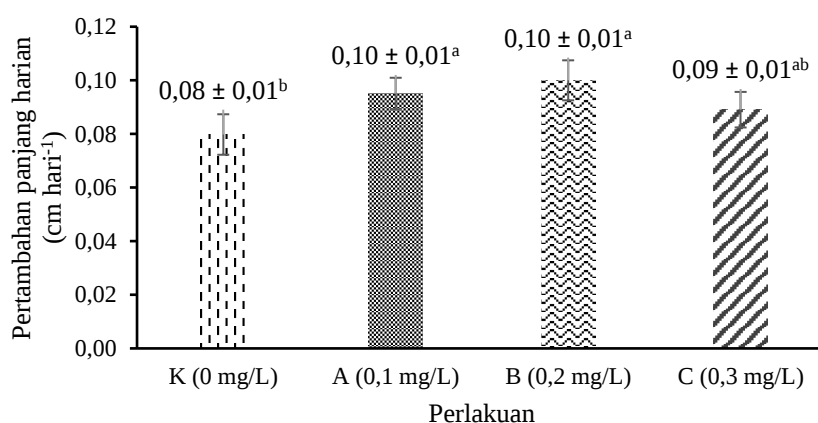
perlakuan. Perlakuan A dan perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan K. Nilai pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 13.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 13 Pertumbuhan panjang mutlak benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

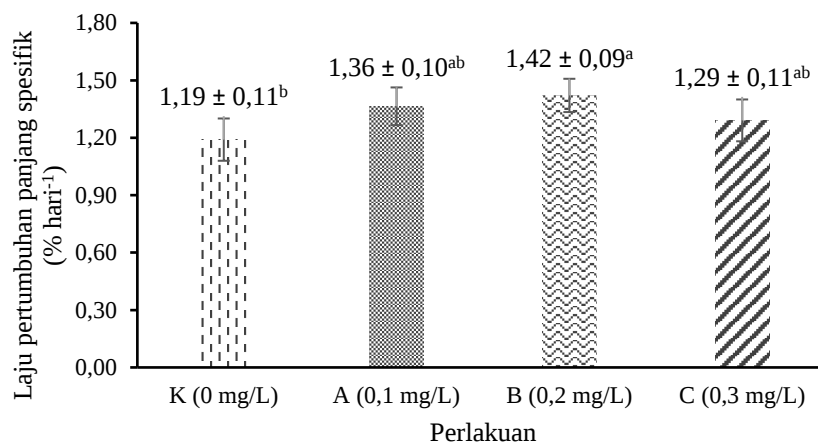
Pertambahan panjang harian benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $0,10 \pm 0,01 \text{ cm hari}^{-1}$ dan nilai terendah pada perlakuan K sebesar $0,08 \pm 0,01 \text{ cm hari}^{-1}$. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 14), nilai pertambahan panjang harian menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan A dan perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan K. Nilai pertambahan panjang harian benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 14.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 14 Pertambahan panjang harian benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

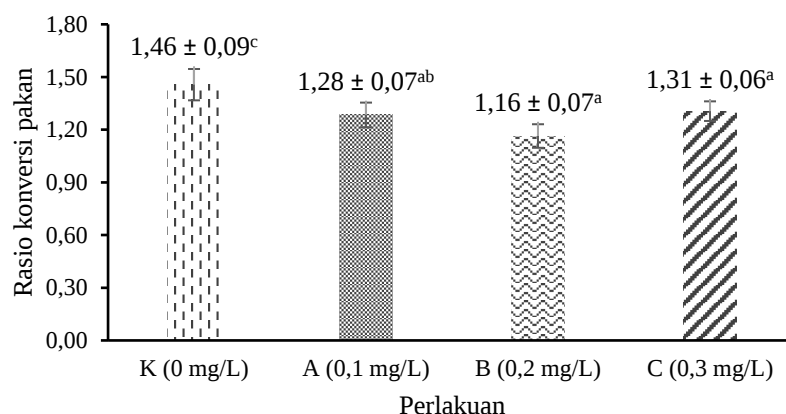
Laju pertumbuhan panjang spesifik benih ikan nila memiliki nilai tertinggi pada perlakuan B sebesar $1,42 \pm 0,09 \%$ hari⁻¹ dan nilai terendah pada perlakuan K sebesar $1,19 \pm 0,11 \%$ hari⁻¹. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 15), nilai laju pertumbuhan bobot spesifik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan B menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan K. Nilai laju pertumbuhan panjang spesifik benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 15.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 15 Laju pertumbuhan panjang spesifik benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

Rasio konversi pakan benih ikan nila memiliki nilai terbaik pada perlakuan B sebesar $1,16 \pm 0,07$. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 16), nilai rasio konversi pakan menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan K berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Nilai rasio konversi pakan benih ikan nila dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 16.



Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata.

Gambar 16 Rasio konversi pakan benih ikan nila yang dipelihara selama 35 hari pada media pemeliharaan yang diberi mineral *mix* dengan dosis berbeda

3.1.3 Analisis Keuntungan

Berdasarkan Tabel 3, keuntungan tertinggi didapatkan oleh perlakuan B sebesar Rp 6.309.601 dengan penerimaan Rp 52.429.440, HPP sebesar Rp 616 dan rasio R/C sebesar 1,14. Analisis keuntungan dari setiap perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Analisis keuntungan budidaya pendederan ikan nila dengan perlakuan penggunaan mineral *mix*

Parameter	Perlakuan			
	K (0 mg L ⁻¹)	A (0,1 mg L ⁻¹)	B (0,2 mg L ⁻¹)	C (0,3 mg L ⁻¹)
SR (%)	84	90	94	84
Jumlah ikan awal (ekor)	79.680	79.680	79.680	79.680
Jumlah ikan akhir (ekor)	66.931	71.712	74.899	66.931
Biaya benih ikan nila (Rp)	31.872.000	31.872.000	31.872.000	31.872.000
Biaya garam ikan (Rp)	672.000	672.000	672.000	672.000
Biaya pakan (Rp)	12.084.800	12.835.120	12.463.280	11.739.520
Biaya mineral <i>mix</i> (Rp)	0	18.480	36.960	55.440
Biaya listrik (Rp)	1.075.599	1.075.599	1.075.599	1.075.599
Ukuran ikan (cm)	7–8	8–9	8–9	8–9
Harga jual (Rp)	650	700	700	700
Pengeluaran (Rp)	45.704.399	46.473.199	46.119.839	45.414.559
Penerimaan (Rp)	43.505.280	50.198.400	52.429.440	46.851.840
Keuntungan (Rp)	-2.199.119	3.725.201	6.309.601	1.437.281
HPP (Rp)	683	648	616	679
Rasio R/C	0,95	1,08	1,14	1,03

3.2 Pembahasan

Air merupakan lingkungan yang berperan penting sebagai penunjang kelangsungan hidup ikan (Renaldi *et al.* 2024). Kualitas dari air harus sesuai dengan kebutuhan suatu ikan karena berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan (Koniyo 2020). Menurut Mohammadiazarm *et al.* (2023), parameter kualitas air yang optimal dapat meningkatkan metabolisme, pencernaan, dan penyerapan nutrisi yang tepat pada ikan sehingga menghasilkan kinerja pertumbuhan yang lebih baik. Kualitas air yang kurang baik mampu menurunkan nafsu makan ikan sehingga konsumsi pakan ke dalam tubuh ikan dapat berkurang, hal tersebut dapat mengakibatkan laju pertumbuhan ikan menjadi lambat, dan apabila berlangsung lama dapat menyebabkan kematian (El-Kady *et al.* 2022). Peran kualitas air tentunya sangat penting dalam meningkatkan kinerja produksi benih ikan nila. Oleh karena itu, perlu dilakukannya pengelolaan kualitas air secara rutin. Pemberian mineral *mix* memberikan pengaruh cukup baik terhadap kondisi kualitas air serta kinerja produksi benih ikan nila. Parameter kualitas air yang dikontrol dalam penelitian ini meliputi suhu, DO, pH, *oxidation reduction potential* (ORP), *total organic matter* (TOM), *total ammonia nitrogen* (TAN), nitrit, dan nitrat.

Suhu merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan dalam menciptakan lingkungan yang tetap optimal untuk ikan. Suhu menjadi faktor yang menentukan laju metabolisme ikan karena dapat mempengaruhi dinamika reaksi metabolisme untuk menjalankan fungsi tubuh, seperti pencernaan, pertumbuhan, dan reproduksi (Volkoff dan Rønnestad 2020; de Alba *et al.* 2024). Pada suhu yang lebih tinggi, aktivitas enzimatik dalam tubuh ikan bekerja lebih cepat. Hal ini menunjukkan reaksi biokimia yang diperlukan untuk metabolisme juga terjadi lebih cepat. Nilai suhu yang disarankan untuk ikan nila berkisar 20–30 °C (Mirea *et al.* 2015; Dey *et al.* 2023). Nilai suhu pada media perlakuan masih dalam kondisi optimum, yaitu berkisar 25–26 °C (Gambar 1). Menurut Supono (2013), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai suhu air meliputi radiasi matahari, suhu udara, dan cuaca. Selain itu, nilai suhu juga dipengaruhi oleh proses biodegradasi dan akumulasi bahan organik. Yuliana *et al.* (2023) menyatakan bahwa nilai suhu berbanding terbalik dengan kadar DO. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 1), nilai suhu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dan tergolong stabil. Hal ini dikarenakan pemeliharaan dilakukan pada ruangan tertutup dan terkontrol yang tidak terpapar cahaya matahari secara langsung.

Dissolved oxygen (DO) atau oksigen terlarut merupakan kadar oksigen pada media pemeliharaan yang berasal dari oksigen udara yang masuk secara fisik, biologi, dan difusi langsung (Feng *et al.* 2024). Menurut DeLong *et al.* (2009), kadar oksigen terlarut yang optimum untuk pertumbuhan ikan nila berkisar 5–7,5 mg L⁻¹. Hal ini juga didukung oleh El-Hack *et al.* (2022) yang menyatakan ikan nila membutuhkan kadar oksigen terlarut minimum 5 mg L⁻¹ untuk kelangsungan hidupnya. Kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah dapat membuat ikan mengalami stres dan berdampak pada penurunan pertumbuhan hingga kematian (Bonga 1997; Mohamed *et al.* 2021). Kadar oksigen terlarut pada media perlakuan masih tergolong baik karena berada pada kisaran 5,3–7,2 mg L⁻¹. Kadar oksigen terlarut semua perlakuan cenderung mengalami penurunan hingga akhir pemeliharaan (Gambar 2). Hal ini diduga karena oksigen yang diserap oleh ikan semakin banyak seiring dengan pertumbuhan ikan. Selain itu, oksigen terlarut juga digunakan dalam proses dekomposisi bahan organik (Ramadhani dan Said 2023). Parameter oksigen terlarut berkaitan dengan total bahan organik yang berada di perairan. Tingginya bahan organik dapat membuat kadar oksigen terlarut di perairan menurun (Sahu *et al.* 2021). Hal ini disebabkan oksigen dibutuhkan oleh aktivitas bakteri dan juga proses oksidasi bahan organik pada kondisi aerob (Mohammady *et al.* 2023). Pada hari ke-15, kadar oksigen terlarut pada semua media perlakuan menurun seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ikan dan bahan organik.

Potential of hydrogen (pH) merupakan parameter kualitas air yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen pada media pemeliharaan. Nilai pH pada media perlakuan masih tergolong optimum yaitu berkisar 5,2–8,11. Menurut Nobre *et al.* (2014), nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan ikan nila berkisar 5–8. Hal ini juga didukung oleh penelitian Rebouças *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa ikan nila yang dibudidayakan pada perairan asam dengan nilai pH 5,5 tidak berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ikan nila. Namun, nilai pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ikan stres, mudah terserang penyakit, serta menghambat produktivitas dan pertumbuhan (El-Hack *et al.* 2022). Nilai pH di hari ke-5 hingga hari ke-15 pada semua perlakuan mengalami penurunan yang cukup signifikan

(Gambar 3). Penurunan nilai pH terjadi akibat proses dekomposisi bahan organik yang melimpah akibat aktivitas budidaya intensif (Sahu *et al.* 2021). Pada proses dekomposisi bahan organik, pelepasan ion hidrogen akan terjadi yang dapat menyebabkan nilai pH menurun. Selain itu, pelepasan CO₂ yang berasal dari aktivitas ikan dan mikroorganisme juga menjadi penyebab menurunnya nilai pH (Pramleonita *et al.* 2018). Menurut Zhang *et al.* (2006), karbondioksida (CO₂) yang larut di dalam air akan menjadi asam karena pembentukan serta disosiasi asam karbonat (H₂CO₃), yang membebaskan ion H⁺ sehingga nilai pH dapat menurun. Nilai pH berbanding terbalik dengan nilai ORP, yang dimana nilai ORP dapat meningkat ketika proses dekomposisi bahan organik terjadi (Fadli dan Rusli 2021).

Oxidation reduction potential (ORP) adalah indeks reaksi oksidasi dan reduksi yang sedang berlangsung pada suatu perairan (Putri *et al.* 2023). Reduksi dan oksidasi (redoks) merupakan reaksi perpindahan elektron pada sebuah senyawa kimia. Oksidasi merupakan reaksi pelepasan elektron, sedangkan reduksi merupakan reaksi penambahan elektron (Suyowo *et al.* 2015). Tingkat redoks pada suatu perairan ditunjukkan oleh nilai ORP dengan satuan mV (Hem dan Cropper 1959). Nilai ORP menggambarkan kondisi kualitas air secara umum dan kemampuan suatu perairan dalam menghancurkan kontaminan (Putri *et al.* 2016). Nilai ORP yang tinggi menunjukkan suatu perairan dalam kondisi oksidatif dan bersifat asam (Srihari dan Lingganingrum 2021). Nilai ORP yang rendah pada perairan disebabkan oleh akumulasi bahan organik dan minimnya kadar oksigen yang membuat perairan tereduksi sehingga nilai ORP dapat menurun (Nurchayati *et al.* 2021). Rendahnya kadar oksigen dapat disebabkan oleh kurangnya sirkulasi air dan penggunaan oksigen yang tinggi. Ketika kadar bahan organik melimpah, oksigen akan lebih banyak dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang menyebabkan kadar oksigen menurun. Hal ini akan menyebabkan potensi oksidatif air menurun sehingga nilai ORP menurun (Putri *et al.* 2016). Peningkatan nilai ORP secara signifikan pada perlakuan A, B, dan C (Gambar 4) di hari ke-10 hingga hari ke-15 disebabkan oleh terjadinya proses pembersihan air atau oksidasi bahan organik. Proses oksidasi bahan organik dapat terjadi karena adanya peran dari mikroorganisme dan ketersediaan oksigen terlarut. Bahan organik akan dioksidasi oleh mikroorganisme pada kondisi aerobik yang didukung dengan ketersediaan oksigen (Torz *et al.* 2021). Peningkatan nilai ORP yang signifikan didukung oleh penggunaan mineral *mix* yang dapat mempercepat mikroorganisme dalam melakukan proses dekomposisi bahan organik. Nilai ORP berbanding terbalik dengan kadar total bahan organik dan *total ammonia nitrogen* (TAN).

Total organic matter (TOM) adalah parameter kualitas air yang menggambarkan jumlah bahan organik terlarut dan tersuspensi pada media pemeliharaan. Sumber utama TOM pada media pemeliharaan berasal dari pakan, metabolisme ikan, dan feses yang cenderung menghasilkan bahan organik (Gustiyo *et al.* 2021). Akumulasi bahan organik terjadi seiring dengan masuknya feses ikan secara terus menerus dan pakan yang tidak termakan (Sahu *et al.* 2021). Dinamika TOM pada penelitian yang dilakukan (Gambar 5) disebabkan akumulasi bahan organik akibat budidaya intensif tanpa dilakukannya pergantian air. Kadar TOM yang menurun diindikasikan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 5), kadar TOM menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Kadar TOM pada media perlakuan yang diberi mineral *mix* mengalami peningkatan yang sedikit hingga hari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ke-28 (Gambar 5). Hal ini disebabkan penggunaan mineral *mix* yang mengandung makro dan mikro mineral esensial serta jenis-jenis bakteri pendekomposisi yang membuat proses dekomposisi bahan organik menjadi lebih cepat. Keberadaan bahan organik akan dimanfaatkan oleh bakteri untuk proses metabolisme dan juga produksi sel-sel baru (Arfiati *et al.* 2020). Selain itu, bakteri juga dapat memanfaatkan mineral sebagai sumber energi dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Dong *et al.* (2022) menyatakan bahwa mineral mampu mendukung proses metabolisme dan pertumbuhan mikroorganisme dengan menyediakan nutrisi dan energi. Menurut Putra (1999), mineral Zn memiliki peranan kuat dalam menstimulus mikroba untuk meningkatkan pertumbuhan. Pertumbuhan mikroba yang didukung terdiri atas pembelahan sel, sintesis protein, serta reproduksi mikroba yang memungkinkan mempertahankan populasi mikroba tetap seimbang dan berfungsi optimal dalam dekomposisi bahan organik. Selain itu, mineral selenium juga berperan dalam kesehatan dan peningkatan kelangsungan hidup mikroba. Mineral ini dapat melindungi mikroba dari stres oksidatif dengan berperan sebagai bagian dari enzim antioksidan seperti glutathione peroxidase (Muliani *et al.* 2024).

Total ammonia nitrogen (TAN) adalah parameter yang menunjukkan konsentrasi amonia (NH_3) dan amonium (NH_4^+) dan pada suatu perairan (John *et al.* 2020). Limbah kegiatan budidaya berupa sisa pakan, sisa metabolisme, feses ikan, dan jasad biota akuatik menjadi sumber terbentuknya TAN (Hamuna *et al.* 2018). Menurut Torz *et al.* (2021), pakan yang masuk ke lingkungan budidaya hanya mampu diserap nutrisinya oleh ikan sebanyak 20–30%, sementara sisanya diekskresikan dalam bentuk nitrogen. Nitrogen yang diekskresikan terdiri atas 90% amonia dan 10% dalam bentuk urea (Ebeling *et al.* 2006). Kehadiran konsentrasi TAN yang tinggi pada media pemeliharaan dapat membahayakan ikan karena TAN merupakan senyawa toksik (Bernardi *et al.* 2017). Ketika nitrogen amonia dalam bentuk tidak terionisasi (NH_3) terserap oleh tubuh ikan dapat mengakibatkan rusaknya insang, mengganggu osmoregulasi, dan mengakibatkan kerusakan fisik pada jaringan (Wahyuningsih dan Gitarama 2020). Konsentrasi optimum TAN untuk perairan adalah kurang dari 2 mg L^{-1} (Boyd 2008). Kadar TAN pada media perlakuan masih dalam keadaan optimum berkisar $0,99\text{--}1,98 \text{ mg L}^{-1}$. Peningkatan nilai TAN (Gambar 6) pada hari ke-2 dan hari ke-35 pada semua perlakuan disebabkan penumpukkan sisa pakan dan feses dari kegiatan budidaya intensif tanpa pergantian air. Penurunan nilai TAN (Gambar 6) pada hari ke-28 disebabkan proses nitrifikasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri dekomposer. Proses nitrifikasi merupakan proses perombakan amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri heterotrofik proteolitik (Yun *et al.* 2019). Perombakan amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri genus *nitrosomonas* dan *nitrosococcus* (John *et al.* 2020).

Nitrit merupakan ion yang terbentuk dari proses dekomposisi amonia oleh bakteri nitrifikasi (Torz *et al.* 2021). Nitrit mudah teroksidasi menjadi nitrat apabila terdapat konsentrasi oksigen yang cukup pada media pemeliharaan. Konsentrasi nitrit yang tinggi pada media pemeliharaan dapat berbahaya bagi ikan. Nitrit yang masuk ke dalam darah ikan dapat mengikat hemoglobin dan membentuk methemoglobin, yang dapat mengurangi kemampuan darah untuk mengikat oksigen (Jusuf *et al.* 2023). Kadar nitrit pada media perlakuan berkisar $0,03\text{--}1,02 \text{ mg L}^{-1}$ (Gambar 7). Kadar tersebut masih sesuai dengan nilai nitrit yang masih dapat ditoleransi oleh ikan nila, yaitu sebesar 1 mg L^{-1} (Effendi 2003; Safsafubun *et al.*

2023). Kadar nitrit yang tinggi pada awal pemeliharaan disebabkan media perlakuan berasal dari campuran air tandon dengan air media budidaya. Kadar TAN dan nitrit pada media perlakuan yang diberi mineral *mix* di akhir pemeliharaan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Hal tersebut didukung oleh kandungan mineral *mix* yang dapat mempercepat proses nitrifikasi oleh bakteri.

Nitrat merupakan produk akhir dari proses nitrifikasi yang berfungsi sebagai nutrisi di perairan (John *et al.* 2020). Keberadaan nitrat mempengaruhi kesuburan lingkungan perairan karena bermanfaat untuk pertumbuhan plankton sebagai produsen primer (Isnaeni *et al.* 2015). Kadar nitrat yang tinggi dapat memicu terjadinya *nitrate toxicity* yang disebabkan tereduksinya nitrat menjadi nitrit oleh mikroorganisme. Konsentrasi nitrat yang optimal untuk budidaya ikan nila yaitu berkisar 1–5 mg L⁻¹ (Mustofa 2020). Kadar nitrat semua perlakuan pada hari ke-14 mengalami peningkatan yang signifikan (Gambar 8). Hal ini dikarenakan adanya penurunan kadar nitrit pada hari ke-14 yang mengartikan nitrit telah teroksidasi menjadi nitrat. Pada hari ke-21 hingga ke-28 kadar nitrat mengalami penurunan yang diduga adanya pemanfaatan nitrat oleh mikroorganisme seperti plankton.

Parameter kinerja produksi benih ikan nila yang diamati pada penelitian ini meliputi tingkat kelangsungan hidup (TKH), rasio konversi pakan (RKP), keuntungan ekonomi, serta pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian (PH), dan laju pertumbuhan spesifik (LPS) untuk bobot dan panjang tubuh. Berdasarkan uji statistik ANOVA (Lampiran 9), Perlakuan A dan perlakuan B menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan C, serta perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan K. Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari pemberian mineral *mix* yang membuat lingkungan media pemeliharaan menjadi lebih optimal. Namun, dosis produk 0,3 mg L⁻¹ (perlakuan C) memberikan pengaruh negatif untuk kelangsungan hidup benih ikan nila. Hal ini diduga karena kandungan mineral yang berlebih untuk ikan dari dosis produk 0,3 mg L⁻¹ dapat memberikan efek toksik. Menurut Lall dan Milley (2008) dalam Prabhu *et al.* (2014), asupan mineral yang berlebih melalui pakan atau air dapat menyebabkan toksisitas. Ikan memerlukan asupan makro dan mikro mineral esensial yang optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan tubuh (Lall dan Kaushik 2021). Perlakuan B memiliki persentase tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 94 ± 0,03 %, yang disusul oleh perlakuan A (90 ± 0,03 %), perlakuan C (84 ± 0,03 %), dan perlakuan K (84 ± 0,03 %) (Gambar 9).

Nilai pertumbuhan bobot mutlak dan pertambahan bobot harian perlakuan K menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Lampiran 10 dan Lampiran 11). Perlakuan B memiliki nilai pertumbuhan bobot mutlak dan pertambahan bobot harian tertinggi dengan masing-masing nilai sebesar 5,72 ± 0,22 g dan 0,16 ± 0,01 g hari⁻¹, yang selanjutnya diikuti oleh perlakuan A, perlakuan C, dan perlakuan K (Gambar 10 dan Gambar 11). Nilai LPS bobot perlakuan B (0,2 mg L⁻¹) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan K dan perlakuan C (Lampiran 12). Perlakuan B memiliki nilai LPS bobot tertinggi sebesar 3,36 ± 0,06 % hari⁻¹ (Gambar 12). Nilai pertumbuhan panjang mutlak dan pertambahan panjang harian perlakuan A dan perlakuan B menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan K (Lampiran 13 dan Lampiran 14). Perlakuan B memiliki nilai pertumbuhan panjang mutlak dan pertambahan panjang harian tertinggi dengan masing-masing nilai sebesar 3,50 ± 0,26 cm dan 0,10 ± 0,01 cm hari⁻¹, yang selanjutnya disusul oleh perlakuan A, perlakuan C, dan perlakuan K (Gambar 13

dan Gambar 14). Nilai LPS panjang pada perlakuan B ($0,2 \text{ mg L}^{-1}$) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan K (kontrol) (Lampiran 15). Perlakuan B memiliki nilai LPS panjang tertinggi sebesar $1,42 \pm 0,09 \text{ \% hari}^{-1}$ (Gambar 15).

Hasil dari parameter pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian, dan LPS untuk bobot dan panjang menunjukkan perlakuan A dan perlakuan B memiliki nilai terbaik yang disusul oleh perlakuan C, dan perlakuan K. Hal ini diduga karena benih ikan nila pada perlakuan A dan perlakuan B memiliki nafsu makan, respon terhadap pakan, serta pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Selain dipengaruhi oleh kualitas air, mineral yang terkandung pada mineral *mix* juga menjadi pengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Menurut Lim dan Klesius (2003), ikan yang kekurangan mineral dapat mengakibatkan anoreksia, pertumbuhan lambat, efisiensi pakan yang buruk, otot lemah, kelainan bentuk tulang, dan kematian tinggi. Sedangkan, mineral dalam jumlah berlebih dapat mengakibatkan efek negatif seperti lambatnya pertumbuhan, pemanfaatan pakan yang buruk, menurunnya nafsu makan, kerusakan histopatologi sel hati, dan peningkatan angka kematian (Lall dan Kaushik 2021). Pemberian mineral *mix* dengan dosis $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ dan $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ diduga mampu mendukung pertumbuhan benih ikan nila menjadi lebih optimal dibandingkan dengan dosis $0,3 \text{ mg L}^{-1}$.

Rasio konversi pakan (RKP) merupakan indikator dalam menentukan efektivitas pakan. RKP menggambarkan perbandingan antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan pertambahan biomassa yang dihasilkan (Renaldi *et al.* 2024). Semakin rendah nilai RKP maka semakin efisien penggunaan pakan dan sebaliknya. Berdasarkan data RKP (Lampiran 16), nilai RKP menunjukkan perbedaan nyata yang signifikan antar perlakuan. Perlakuan K menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan B memiliki nilai RKP terbaik sebesar $1,16 \pm 0,07$. Perlakuan K memiliki nilai RKP yang kurang baik dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar $1,46 \pm 0,09$ (Gambar 16). Hal ini dikarenakan kualitas air yang buruk pada media perlakuan K mempengaruhi respon ikan terhadap pakan dan pertumbuhan ikan. Menurut Azhari dan Tomaso (2018), kualitas air yang baik dapat mendukung ikan nila dalam meningkatkan pertumbuhan melalui konversi pakan yang tinggi menjadi biomassa tubuh. Selain itu, mineral juga mempengaruhi proses pencernaan pada ikan melalui aktivitas enzim. Mineral kalsium membantu enzim amilase untuk meningkatkan proses pemecahan senyawa karbohidrat kompleks menjadi gula. Peningkatan pemecahan karbohidrat berbanding lurus dengan efisiensi pencernaan makanan pada saluran pencernaan ikan. Hal ini menyebabkan asupan dan jumlah kebutuhan pakan berkurang seiring bertambahnya biomassa 1 kg ikan sehingga FCR menjadi rendah (Purbomartono *et al.* 2024).

Analisis keuntungan dilakukan pada akhir pemeliharaan, dengan melihat nilai tingkat kelangsungan hidup dan pertambahan panjang. Berdasarkan Tabel 3, keuntungan tertinggi didapatkan oleh perlakuan B sebesar Rp 6.309.601 dengan penerimaan Rp 52.429.440 dan HPP sebesar Rp 616. Hal ini dikarenakan tingkat kelangsungan hidup perlakuan B memiliki hasil tertinggi sehingga penerimaan yang didapatkan lebih banyak dibandingkan perlakuan lain. Nilai rasio R/C merupakan analisis usaha yang digunakan untuk melihat banyak biaya yang digunakan untuk menghasilkan sejumlah penerimaan. Nilai rasio R/C tertinggi didapatkan pada perlakuan B yaitu 1,14 (Tabel 3), yang menunjukkan setiap biaya Rp 1 yang dikeluarkan akan menghasilkan keuntungan sebesar Rp 0,14.

IV SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Penggunaan mineral *mix* pada media pemeliharaan benih ikan nila memberikan hasil kualitas air dan kinerja produksi yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol (tanpa pemberian mineral *mix*). Kinerja produksi pada perlakuan yang diberikan mineral *mix* menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil, dosis mineral *mix* $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ dan $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ merupakan dosis yang paling optimal untuk produksi pendederan ikan nila.

4.2 Saran

Budidaya pendederan ikan nila dapat dilakukan dengan pemberian mineral *mix* dosis $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ atau $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ untuk menunjang kualitas air dan kinerja produksi. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan mineral *mix* terhadap kondisi kualitas air dan kinerja produksi ikan dalam segmentasi pembesaran. Selain itu, dapat dilakukan pengujian mengenai pengaruh pemberian mineral *mix* terhadap respon stres ikan.

@anacipta.cipta IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya LA, Latuconsina H, Prasetyo HD. 2023. Efektivitas fitoremediasi *Azolla* sp. dan *Ipoemea aquatica* terhadap penurunan kadar amonia pada air kolam pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Agribisnis Perikanan*. 16(1): 160–164. doi: 10.52046/agrikan.v16i1.160-164.
- Andriani Y, Dhahiyat Y, Zahidah, Subhan U, Iskandar, Zidni I, Mawardiani T. 2018. Effect of water irrigation vomule on *Capsicum frutescens* growth dan plankton abundance in aquaponics system. *Earth and Environmental Science*. 139: 1–10. doi: 10.1088/1755-1315/139/1/012001.
- Arfiati D, Lailiyah S, Dina KF, Cokrowatic N. 2020. Dinamika jumlah bakteri *Bacillus subtilis* dalam penurunan kadar bahan organik tom limbah budidaya ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(2): 222–226. doi: 10.21776/ub.jfmr.2020.004.02.6
- Azhari D, Tomasoa AM. 2018. Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*. 3(2): 84–90. doi: 10.24198/jaki.v3i2.23392.
- Badiola M, Mendiola D, Bostock J. 2012. Recirculating aquaculture systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquaculture Engineering*. 51: 26–35. doi: 10.1016/j.aquaeng.2012.07.004.
- Bernardi F, Zadinelo IV, Alves HJ, Meurer F, dos Santos LD. 2018. Chitins and chitosans for the removal of total ammonia of aquaculture effluents. *Aquaculture*. 483: 1–40. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.10.027.
- Bonga SEW. 1997. The stress response in fish. *Physiology Rev*. 77: 591–625. doi: 10.1152/physrev.1997.77.3.591.
- Boyd C. 2008. Nitrogen limiting factor in aquaculture production. *Global Aquaculture Advocat*. 11(2): 6–62.
- Busacker GP, Adelman IR, Goolish EM. 1990. *Growth Methods for Fish Biology*. USA: American Fisheries Society.
- Chumpol S, Kantachote D, Nitoda T, Kanzaki H. 2017. The roles of probiotic purple nonsulfur bacteria to control water quality and prevent acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) for enhancement growth with higher survival in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during cultivation. *Aquaculture*. 473: 327–336. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.02.033.
- de Alba G, Conti F, Sanchez J, Godoy LM, Sanchez-Vazquez FJ, Lopez-Olmeda JF, Vera LM. 2024. Effect of light and feeding regimes on the daily rhythm of thermal preference in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 578: 1–11. doi: 10.1016/j.aquaculture.2023.740122.
- DeLong DP, Losordo TM, Rakocy JE. 2009. Tank culture of tilapia. *Southern Regional Aquaculture Center Publication*. 282: 1–8.
- Dey BK, Verdegem MCJ, Nederlof MAJ, Masagounder K, Mas-Munoz J, Schrama JW. 2020. Effect of temperature on the energy utilization efficiencies of digested protein, fat, and carbohydrates in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 576: 1–12. doi: 10.1016/j.aquaculture.2023.739876.
- Dong H, Huang L, Zhao L, Zeng Q, Liu X, Sheng Y, Shi L, Wu G, Jiang H, Li F et al. 2022. A critical review of mineral-microbe interaction and co-evolution:

mechanisms and applications. *National Science Review*. 9(10): 1–21. doi: 10.1093/nsr/nwac128.

Ebeling JM, Timmons M, Bisogni JJ. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*. 257(1–4): 346–358. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.03.019.

Ed-Idoko JO. 2021. Relevance of water recirculating system in modern aquaculture. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*. 15(6): 107–113. doi: 10.9734/AJFAR/2021/v15i630355.

Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya Dan Lingkungan Perairan*. Jakarta (ID): Gramedia.

Eid A, Ali B, Al Sayed K, Marzok S, Khames MK, Khames DK. 2020. Stocking density, survival rate and growth performance feed utilization and economic evaluation of *Litopenaeus vannamei* (Boon, 1931) in different cultured shrimp farms in Suez Canal Region. *Egyptian Journal for Aquaculture*. 10(3): 96–114. doi: 10.21608/eja.2020.43323.1036.

El-hack MEA, El-Saadony MT, Nader MM, Salem HM, El-Tahan AM, Soliman SM, Khafaga AF. 2022. Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*. 66: 2183–2194. doi: 10.1007/s00484-022-02347-6.

El-Kady AA, Magouz FI, Mahmoud SA, Abdel-Rahim MM. 2022. The effects of some commercial probiotics as water additive on water quality, fish performance, blood biochemical parameters, expression of growth and immune-related genes, and histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 546: 1–11. doi: 10.1016/j.aquaculture.2021.737249.

Fadillah H, Junaidi M, Azhar F. 2022. Efektivitas penggunaan nitrosomonas dan nitrobacter untuk perbaikan kualitas air media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan*. 12(1): 54–65. doi: 10.29303/jp.v12i1.274.

Fadli M, Rusli HAR. 2021. Studi penempatan sumur resapan berdasarkan nilai laju infiltrasi, kualitas fisik air, dan tekstur tanah pada DAS Batang Kuranji, Kota Padang. *Jurnal Bina Tambang*. 6(1): 263–273. doi: 10.24036/bt.v6i1.111807.

Feng D, Han Q, Xu L, Sohel F, Hassan SG, Liu S. 2024. An ensemble method for predicting dissolved oxygen level in aquaculture environment. *Ecological Informatics*. 80: 1–15. doi: 10.1016/j.ecoinf.2024.102501.

Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. New York (US): Chapman and Hall Publisher.

Gompi W, Sambali H, Kalesaran OJ, Ngangi ELA, Mudeng JD, Mingkid WM. 2023. Studi kasus rasio konversi pakan (FCR) di tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar Limunga. *e-Journal Budidaya Perairan*. 11(2): 309–320.

Gustiyo PE, Budijono, Sumiarsih. 2021. Studi kandungan TOM Dan BOD₅ berdasarkan kedalaman berbeda sekitar aktivitas keramba jaring apung (KJA) berlapis di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*. 2(2): 1–11.

Hamuna B, Tanjung RHR, Suwito, Maury HK. 2018. Konsentrasi amoniak, nitrat dan fosfat di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *Enviro Sciencieae*. 14(1): 8–15. doi: 10.20527/es.v14i1.4887.

- Hem JD, Cropper WH. 1959. Survey of ferrous-ferric chemical equilibria and redox potentials. *Geological Survey Water Supply Paper*. 1459: 1–32.
- Huisman EA. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Wageningen (NL): Wageningen University.
- Istiqomah DA, Suminto, Harwanto D. 2018. Efek pergantian air dengan persentase berbeda terhadap kelulushidupan, efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan benih monosex ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 7(1): 46–54.
- John EM, Krishnapriya K, Sankar TV. 2020. Treatment of ammonia and nitrite in aquaculture wastewater by an assembled bacterial consortium. *Aquaculture*. 526: 1–6. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735390.
- Junda M, Ngintung R, Wiharto M, Idris IS, Purnamasari AB. 2023. Peningkatan produktivitas tambak ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui pengelolaan kualitas air. *Paramacitra: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(1): 84–89.
- Jusuf H, Adityaningrum A, Arsyad C. 2023. Analisis kandungan nitrat (NO₃), nitrit (NO₂), dan kandungan logam berat merkuri (Hg) pada air di Danau Perintis Kabupaten Bone Bolango. *Jambura Journal of Health Science and Research*. 5(4): 1101–1111. doi: 10.35971/jjhsr.v5i4.21088.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. *Jumlah Angka Konsumsi Ikan; Satu Data KKP*. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. *Laporan kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2023*. Jakarta (ID): Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Koniyo Y. 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur*. 8(1): 52–58. doi: 10.30869/jtech.v8i1.527
- Lall S, Milley J. 2008. Trace mineral requirements of fish and crustaceans. *Trace elements in animal production systems*. 203. doi: 10.3920/978-90-8686-638-0.
- Lall SP, Kaushik SJ. 2021. Nutrition and metabolism of minerals in fish. *Animals*. 11(9): 1–41. doi: 10.3390/ani11092711.
- Lim C, Klesius PH. 2003. Influence of dietary levels of magnesium on growth, tissue mineral content, and resistance of channel catfish *Ictalurus punctatus* challenged with *Edwardsiella ictaluri*. *Journal of The World Aquaculture Society*. 34(1): 18–28. doi: 10.1111/j.1749-7345.2003.tb00035.x.
- Maharani M, Irawan R, Haitami MA. 2023. Pendederan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) D10–D40 dengan padat tebar yang berbeda. *Jurnal Perikanan Perairan Umum*. 1(2): 88–95.
- Mirea CC, Cristea V, Grecu IR, Dediu L. 2013. Influence of different water temperature on intensive growth performance of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) in a recirculation aquaculture system. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*. 60: 227–231.
- Mohamed NA, Saad MF, Shukry M, El-Keredy AMS, Nasif O, Doan HV, Dawood MAO. 2021. Physiological and ion changes of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under the effect of salinity stress. *Aquaculture reports*. 19: 1–7. doi: 10.1016/j.aqrep.2020.100567.
- Mohammadiazarm H, Zehirikia Y, Kalantarzadeh S, Etehadi K, Salati AP, Moucsavi SM, Maniat M. 2023. Growth, body composition, digestive

enzyme activity, blood biochemical parameters, and immune antioxidant indices of red tilapia fish (*Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus*) reared in mixed cell and rectangular raceways. *Aquaculture reports*. 33: 1–6. doi: 10.1016/j.aqrep.2023.101803.

Mohammady EY, Soaudy MR, Ali MM, El-ashary MA, El-Karim MSA, Jarmolowicz S, Hassan MS. 2023. Response of Nile tilapia under biofloc system to floating or sinking feed and feeding rates: water quality, plankton community, growth, intestinal enzymes, serum biochemical and antioxidant status. *Aquaculture Reports*. 29: 1–15. doi: 10.1016/j.aqrep.2023.101489.

Muliani, Yasin S, Dilaga SH, Jalaludin. 2024. The Essential Minerals for Rumen Metabolism. *Jurnal Biologis Tropis*. 24(1): 26–32. doi: 10.29303/jbt.v24i1.6373.

Mustofa A. 2020. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur*. Jepara (ID): Unisnu Press.

Nobre MKB, Lima FRS, Magalhaes FB, Sa MVC. 2014. Alternative liming blends for fish culture. *Acta Scientiarum Animal Science*. 36(1): 11–16. doi: 10.4025/actascianimsci.v36i1.21282.

Nugroho KC, Rizky PN, Harijono T, Halim AM, Nasuki, Ritonga LBR. 2024. Comparative study of growth performance of three tilapia strain in intensive culture system. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 1328(1): 1–8. doi: 10.1088/1755-1315/1328/1/012011.

Nurchayati S, Haeruddin, Basuki F, Sarjito. 2021. Analisis kesesuaian lahan budidaya nila salin (*Oreochromis niloticus*) di pertambakan Kecamatan Tayu. *Indonesia Journal of Fisheries Science and Technology*. 17(4): 224–233. doi: 10.14710/ijfst.17.4.224-233.

Nurmalina R, Sarianti T, Karyadi A. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis*. Bogor (ID): IPB Press.

Padeniya U, Davis DA, Wells DE, Bruce TJ. 2022. Microbial interactions, growth, and health of aquatic species in biofloc systems. *Water*. 14: 1–15. doi: 10.3390/w14244019.

Palm HW, Knaus U, Appelbaum S, Goddek S, Strauch SM, Vermeulen T, Jijakli, MH, Kotzen B. 2018. Towards commercial aquaponic: a review of systems, designs, scales and nomenclature. *Aquaculture International*. 26: 813–842. doi: 10.1007/s10499-018-0249-z.

Prabhu PAJ, Schrama JW, Kaushik SJ. 2014. Mineral requirements of fish: a systematic review. *Reviews in Aquaculture*. 8(2): 172–219. doi: 10.1111/raq.12090.

Pramleonita M, Yuliani N, Arizal R, Wardoyo SE. 2018. Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 8(1): 24–34. doi: 10.31938/jsn.v8i1.107.

Puspitasari A, Isyanto AY, Aziz S. 2020. Penerapan teknologi bioflok pada budidaya ikan nila di Desa Cibuniasih Kabupaten Tasikmalaya. *Abdimas Galuh: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 2(2): 175–180. doi: 10.25157/ag.v2i2.4101.

Putra S. 1999. Peningkatan performas sapi bali melalui perbaikan mutu pakan dan suplementasi seng asetat [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Putri FR, Budiyanto IR, Afauly RAP. 2023. Is Water Oxidation-Reduction Potential (ORP) value relevant for aquaculture applications in shrimp

farming?. *E3S Web of Conferences*. 442: 1–14. doi: 10.1051/e3sconf/202344202015.

Putri MRA, Hartati ST, Satria F. 2016. Kematian massal ikan dan sebaran parameter kualitas air di Teluk Jakarta. *Bawal*. 8(2): 77–90. doi: 10.15578/bawal.8.2.2016.77-90

Ramadhani, Said A. 2023. Assessment of chemical oxygen demand removal efficiency and microbial dynamics during aerobically degradation of wastewater in activated sludge. *Journal of Biology Education*. 6(2): 88–103. doi: 10.21043/job.e.v6i2.22833.

Rebouças VT, Lima FRDS, Cavalcante DDH. 2016. Reassessment of the suitable range of water pH for culture of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in eutrophic water. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 38(4): 361–368. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i4.32051

Renaldi I, Putra I, Rusliadi. 2024. Pemeliharaan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan penambahan suplemen viterna plus pada pakan. *South East Asian Aquaculture*. 2(1): 35–44. doi: 10.61761/seaqu.2.1.35-44.

Safsafubun FR, Undap SL, Salindeho IRN, Pangemanan NPL, Watung JC, Pangkey H. 2023. Fluktuasi parameter kualitas air dan perkembangan flock pada budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok di BPBAT Talelu. *e-Journal Budidaya Perairan*. 11(2): 213–226.

Sahu PK, Jena J, Das PC. Periphyton based grow-out farming of Indian major carps with *Labeo calbasu* (Hamilton) and *Puntius gonionotus* (Bleeker) for better water quality and enhanced fish production. *Aquaculture*. 533: 1–8. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.736118.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. *Air dan Air Limbah Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida)*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. *Air dan Air Limbah Bagian 9: Cara Uji Nitrit (NO₂-N) secara spektrofotometri*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. *Air dan Air Limbah Bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2005. *Air dan Air Limbah Bagian 23: Cara Uji Suhu dengan Termometer*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2009. *Produksi benih ikan nila hitam (Oreochromis niloticus Bleeker) kelas benih sebar*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2011. *Air dan Air Limbah Bagian 79: Cara Uji Nitrat (NO₃-N) dengan Spektrofotometer UV-visibel secara Reduksi Kadmium*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2019. *Air dan Air Limbah Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

Srihari EM, Lingganingrum FS. 2021. Teh hijau bubuk dari daun ashitaba menggunakan proses *spray drying*. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(1): 22–28. doi: 10.33005/jurnaltekkim.v16i1.2843.

- Supono. 2013. *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Udang*. Lampung (ID): CV. Anugrah Utama Raharja.
- Suwoyo HS, Nirmala K, Djokosetiyanto D, Mulyaningrum SRH. 2015. Faktor dominan yang berpengaruh pada tingkat konsumsi oksigen sedimen di tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(2): 639–654. doi: 10.29244/jitkt.v7i2.11031.
- Takeuchi T. 1988. *Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients In: Fish Nutrition and Mariculture*. Tokyo: JICA.
- Torz A, Burda M, Połgęsek M, Sadowski J, Nędzarek A. 2021. Biochemical transformations of nitrogen compounds in the integrated multi-trophic aquaculture the using media filled beds in plant cultivation. *Aquaculture*. 533: 1–12. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.736141.
- Volkoff H, Ronnestad I. 2020. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*. 7(4): 307–320. doi: 10.1080/23328940.2020.1765950.
- Wahyuningsih S, Gitarama AM. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5(2): 112–125. doi: 10.36418/syntax-literate.v5i2.929.
- Yuliana E, Harudu L, Kasmianti S. 2023. Analisis kualitas air dari pegunungan Lapole untuk suplai air bersih bagi penduduk. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*. 8(1): 16–21. doi: 10.36709/jppg.v8i1.15.
- Yun L, Yu Z, Li Y, Luo P, Jiang X, Tian Y, Ding X. 2019. Ammonia nitrogen and nitrite removal by a heterotrophic *Sphingomonas* sp. strain LPN080 and its potential application in aquaculture. *Aquaculture*. 500: 477–484. doi: 10.1016/j.aquaculture.2018.10.054.
- Zhang J, Thomas AD, Michael AM, Michael JD, Martine L, Yuehuei HA. 2006. *Sterilization Using High Pressure Carbon Dioxide*. Columbia (US): University of South California.
- Zhou L, Boyd CE. 2016. Comparison of nessler, phenate, salicylate and ion selective electrode procedures for determination of total ammonia nitrogen in aquaculture. *Aquaculture*. 450: 187–193. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.07.022
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Jakarta (ID): Pustaka Utama Gramedia.