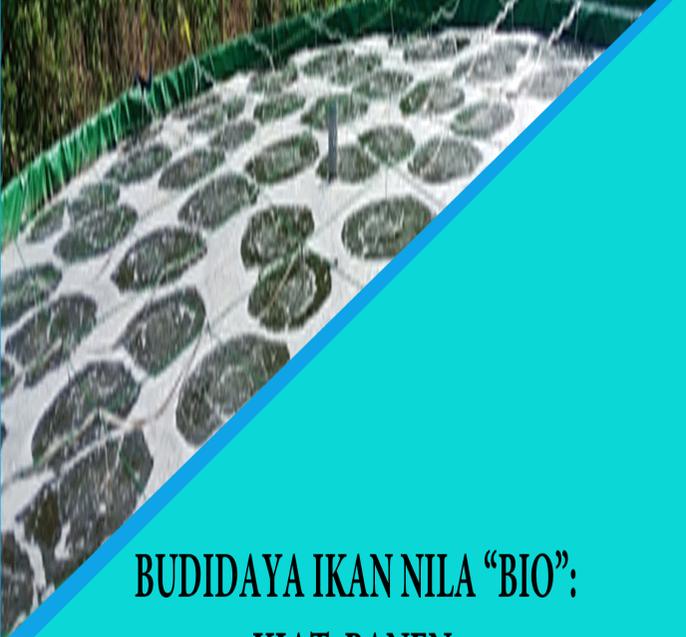


p-ISBN : 978-623-6464-05-2

e-ISBN : 978-623-6464-06-9 (PDF)



BUDIDAYA IKAN NILA “BIO”:
KIAT PANEN
BERKESINAMBUNGAN BUDIDAYA
IKAN NILA DENGAN
APLIKASI TEKNOLOGI BIOFLOK



AMaFRaD PRESS



Estu Nugroho & Aisyah

BUDIDAYA IKAN NILA "BIO":

KIAT PANEN

BERKESINAMBUNGAN

BUDIDAYA IKAN NILA DENGAN

APLIKASI TEKNOLOGI BIOFLOK

Dilarang memproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

©Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang No. 28 Tahun 2014 All Rights Reserved

BUDIDAYA IKAN NILA "BIO":
KIAT PANEN
BERKESINAMBUNGAN
BUDIDAYA IKAN NILA DENGAN
APLIKASI TEKNOLOGI BIOFLOK
BUDIDAYA IKAN NILA "BIO":

Estu Nugroho & Aisyah

Budidaya Ikan Nila “Bio”: Kiat Panen Berkesinambungan Budidaya Ikan
Nila dengan Aplikasi Teknologi Bioflok

Penulis : Estu Nugroho dan Aisyah

Copy editor: Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, M.Sc, A.Pu

Proofreader: Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, M.Sc, A.Pu

Penata Isi: Prof. Dr. Ir. Estu Nugroho, M.Sc.

Desainer Sampul: Frestiya Heri K

Halaman: viii+50 halaman

Edisi/Cetakan:

Cetakan Pertama, Agustus 2021

Diterbitkan oleh:

AMAFRAD Press-Badan Riset dan Sumber Daya Manusia
Kelautan dan Perikanan

Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur,
Jakarta Pusat 10110.

Telp. (021) 3513300, Fax. (021) 3513287

Email: amafradpress@gmail.com

Nomor Anggota IKAPI: 501/DKI/2014

p-ISBN : 978-623-6464-05-2

e-ISBN : 978-623-6464-06-9 (PDF)

© 2021, Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang

KATA PENGANTAR

FAO memprediksi kebutuhan dunia terhadap ikan akan meningkat pada tahun 2030 hingga mencapai 172 juta ton, dan sebanyak 58 persennya akan dipasok dari produksi akuakultur (World Bank, 2020). Di Indonesia, akuakultur menjadi usaha yang diandalkan di dalam menggerakkan roda perekonomian. Produksi akuakultur Indonesia meningkat dari 14,7 juta ton pada tahun 2014 menjadi 17,25 juta ton tahun 2018. Kementerian Kelautan dan Perikanan telah menargetkan peningkatan produksi dari tahun 2020 sebesar 18,44 juta ton (7,45 juta ton, non rumput laut) menjadi 22,65 juta ton (10,32 juta ton, non rumput laut) pada tahun 2024 (FAO, 2013).

Ikan nila menduduki urutan pertama pada tingkat produksi komoditas budidaya air tawar di Indonesia pada tahun 2017 dengan volume sebesar 1,28 juta ton dan nilai 27,8 trilyun rupiah. Melihat nilai yang besar ini tidak dapat dipungkiri budidaya ikan nila menjadi primadona budidaya air tawar saat ini. Sebelum tahun 2010 pasokan budidaya ikan nila mengandalkan hasil dari KJA ataupun kolam, baik arus deras maupun air tenang. Namun seiring dengan berjalannya waktu, mulai timbul permasalahan berupa menurunnya kualitas air yang digunakan sehingga seringkali timbul wabah penyakit, akibatnya sistem budidaya ikan nila tersebut semakin berat dan bahkan mengalami kerugian.

Solusi mengatasi permasalahan tersebut mulai mendapatkan titik terang dengan dilakukannya berbagai penelitian yang menggunakan sumber air terbatas yaitu teknologi bioflok (BFT). Teknologi ini diaplikasikan sebagai pengembangan sistem RAS (*Recirculating*

Aquaculture System) yang mempunyai tingkat biaya operasional relatif mahal sehingga kurang diminati untuk komoditas-komoditas air tawar.

Selain secara teknis, teknologi bioflok termasuk layak secara ekonomis untuk budidaya ikan nila. Sebagai gambaran, untuk biaya produksi 1 kg ikan nila bioflok saat ini memakan biaya antara 15-18 ribu per kg. Dengan harga jual di tingkat produsen untuk nila bio (sebutan ikan nila hasil bioflok) adalah Rp 25-28 ribu/kg berarti terdapat margin minimal Rp 7 ribu per kg dengan tingkat B/C rasio sebesar 1,3 – 1,9. Jika pasokan sekitar 10% pasokan secara nasional dapat dilakukan dengan sistem bioflok maka pendapatan yang dihasilkan adalah sekitar 186 trilyun rupiah dari budidaya ini.

Potensi yang demikian besar ini memerlukan kontinuitas pasokan yang memadai, penerapan teknologi bioflok akan semakin mudah dengan pemahaman serta pengawalan operasional yang baik. Buku ini merupakan perpaduan antara hasil riset dan pengalaman lapang penulis dalam bisnis yang riil yang memuat aspek-aspek yang dapat “menjamin” pemanenan ikan nila secara berkesinambungan sehingga menjadi bisnis yang menjanjikan. Semoga dapat dimanfaatkan oleh semua pihak.

Jakarta, Mei 2021

Tim Penulis

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ketut Sugama, M. Sc, A. Pu., Prof. Dr. Ir. Ngurah N. Wiadnyana, DEA., Prof. Dr. Ir. Sonny Koeshendrajana, M.Sc, Dr. Singgih Wibowo, M.S, Dr. Ing Widodo S. Pranowo, M.Si., dan Dr. Ir. I Nyoman Suyasa, M.S, yang telah mengoreksi dan memberikan masukan kepada Penulis sehingga Buku Budidaya Ikan Nila "Bio" : Kiat Panen Berkesinambungan Budidaya Ikan Nila dengan Aplikasi Teknologi Bioflok ini dapat tersusun dengan baik.

Kami ucapkan terima kasih : kepada H. Endang Nurikhwan, B.Ak. dan rekan-rekan tim produksi di PT IBIS cianjur atas segala bantuan dan kerjasamanya sehingga dapat melengkapi tersusunnya buku ini.

Penulis

DAFTAR ISI

I	Pengenalan Bioflok.....	1
1.1	Sejarah Ringkas Bioflok	1
1.2	Teknologi Akuakultur Hemat Air	2
1.3	Penerapan Bioflok untuk Budidaya	5
II	Prinsip pemahaman dan <i>monitoring</i> bioflok.....	9
2.1	Filosofi Proses yang Terjadi dalam Bioflok	9
2.2	Parameter Utama Kualitas Air sebagai Pengontrol Bioflok.....	11
2.3	Manajemen Mempertahankan Flok.....	14
III	Teknis operasional dan <i>monitoring</i> BFT	19
3.1	Persiapan Wadah dan Media	19
3.2	Pemeliharaan Ikan.....	22
3.3	Monitoring Operasional	25
IV	Antisipasi Cepat Mengatasi Permasalahan	31
4.1	Jumlah Flok.....	31
4.2	Kandungan DO.....	31
4.3	Kadar Amonia	32
4.4	Konsentrasi Nitrit	32
4.5	Level Nitrat	32
4.6	Nilai Alkalinitas	33
4.7	Derajat Keasaman pH.....	33
4.8	Suhu Air	33
4.9	Kondisi Ikan	34
V	Perencanaan dan Pola Tanam.....	37
5.1	Target Pendapatan (jumlah, ukuran, pembiayaan, luas lahan)	38
5.2	Sinkronisasi Pasar dan Produksi serta Panen	39
VI	Analisa Usaha budidaya Ikan Nila BFT.....	43
6.1	Ukuran Optimal (Jumlah Unit dan Luas Kolam)	43
6.2	R/C Rasio Usaha Pembesaran Ikan Nila Bio	44

6.3	Optimalisasi	45
VII	Penutup	49
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	55
	Lampiran 1. SOP- Persiapan Wadah.....	55
	Lampiran 2. SOP-Pembentukan Flok.....	57
	Lampiran 3. SOP-Pendederan Larva.....	58
	Lampiran 4. SOP-Panen Larva	60
	Lampiran 5. SOP-Pendederan Benih	61
	Lampiran 6. SOP-Panen Benih.....	63
	Lampiran 7. SOP-Pembesaran.....	64

DAFTAR GAMBAR

1. Teknologi akuaponik	7
2. Teknologi RAS	7
3. Teknologi bioflok	7
4. Alat pengukur kadar nitrit	13
5. Alat pengukur DO dan suhu	13
6. Corong <i>imhoff</i>	13
7. Kartu warna untuk mengukur kualitas flok	26
8. Wadah-fiber	30
9. Pompa + genset	30
10. <i>Blower</i>	30
11. Batu <i>aerasi-diffuser</i>	30
12. Varietas ikan nila yang digunakan	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rangkuman kegiatan operasional teknologi bioflok.....	28
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SOP- Persiapan Wadah	55
Lampiran 2. SOP-Pembentukan Flok	57
Lampiran 3. SOP-Pendederan Larva	58
Lampiran 4. SOP-Panen Larva	60
Lampiran 5. SOP-Pendederan Benih.....	61
Lampiran 6. SOP-Panen Benih.....	63
Lampiran 7. SOP-Pembesaran.....	64

I Pengenalan Bioflok

Ikan nila menduduki urutan pertama pada tingkat produksi komoditas budidaya air tawar di Indonesia pada tahun 2017 dengan volume sebesar 1,28 juta ton dan nilai 27,8 trilyun rupiah (Nainggolan et al., 2018). Melihat nilai yang besar ini tidak dapat dipungkiri budidaya ikan nila menjadi primadona budidaya air tawar saat ini. Sebelum tahun 2010 pasokan budidaya ikan nila mengandalkan hasil dari keramba jaring apung (KJA) ataupun kolam, baik arus deras maupun air tenang. Namun seiring dengan berjalannya waktu, mulai timbul permasalahan berupa menurunnya kualitas air yang digunakan sehingga seringkali timbul wabah penyakit, akibatnya sistem budidaya ikan nila semakin berat dan bahkan mengalami kerugian. Solusi mengatasi permasalahan tersebut mulai mendapatkan titik terang dengan dilakukannya berbagai penelitian yang menggunakan sumber air terbatas yaitu teknologi bioflok (*biofloc technology*, BFT).

1.1 Sejarah Ringkas Bioflok

Teknologi bioflok (BFT) juga dikenal dengan istilah *Activated Suspended Technology* (AST), merupakan teknologi akuakultur intensif yang berwawasan lingkungan. Sekitar tahun 1990an, cikal bakal teknologi ini mulai diperhatikan. Sebagai macam penelitian yang telah mendasari terangkumnya teknologi ini, diantaranya mulai disadarinya pengontrolan unsur amonia dalam akuakultur melalui manajemen rasio C/N (Avnimelech, 1999), kemudian dilanjutkan dengan berbagai topik yang melengkapi perakitan teknologi tersebut seperti, penggunaan *floc* mikroba sebagai pakan ikan nila (Avnimelech, 2007), efek penambahan karbohidrat pada kualitas air dan produksi amonia (Hari et al., 2006), pembuatan protein mikroba

dengan tangki pengatur rasio C/N (Azim *et al.*, 2007), pengurangan kadar nitrogen dari media akuakultur dengan memanfaatkan asimilasi bakteri heterotrof (de Stryver & Verstarate, 2009) dan masih banyak yang lainnya.

Pada awalnya aplikasi BFT dilakukan untuk mengurangi produksi total amoniak nitrogen (TAN) pada komoditas udang vanamei di tambak dengan sistem produksi yang intensif seperti yang dikerjakan oleh Hari *et al.* (2004), Burford (2004), Izquiereo *et al.* (2006), dan Ju *et al.* (2008) serta Emerenciano *et al.* (2013). Seiring dengan diperolehnya informasi bahwa *floc* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai makanan bagi organisme hidup lainnya, maka mulailah penggunaan ikan nila yang juga mempunyai kemampuan dalam pemanfaatan sumber protein yang diproduksi dalam bentuk *floc* seperti yang telah dimulai oleh Crab *et al.* (2008), Avnimelech (2005) dan Avnimelech (2007).

Di Indonesia, penelitian tentang bioflok sudah pula dilakukan diantaranya pada ikan lele (Hermawan *et al.*, 2014) dan ikan nila (Rivandi, 2014; Suryaningrum, 2014; Widanarni *et al.*, 2012). Nugroho *et al.* (2020) mendapatkan bahwa teknologi bioflok pada pembesaran ikan nila mempunyai produktivitas sekitar 14 kg/m³, sedangkan teknologi pembesaran ikan nila dengan sistem keramba jaring apung (KJA) mempunyai produktivitas 1,6 kg/m³.

1.2 Teknologi Akuakultur Hemat Air

Perkembangan pembangunan yang semakin masif sehingga secara tidak disadari dan langsung ataupun tidak langsung telah berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas persediaan air yang notabene adalah faktor penting untuk usaha akuakultur. Pokok

permasalahan utama dari kegiatan budidaya yang intensif adalah penggunaan pakan yang mengandung protein cukup tinggi (25-32%), dimana *feces* dan sisa pakannya sebagai sumber amonia yang seringkali merugikan. Kondisi ini menjadi penyebab pengembangan akuakultur khususnya air tawar mengalami berbagai hambatan mulai timbulnya berbagai macam wabah dan penyakit sehingga menyebabkan kerugian yang cukup signifikan. Upaya mendapatkan teknologi yang hemat air atau bahkan hemat lahan mulai diinisiasi untuk kegiatan akuakultur. Beberapa diantaranya adalah teknologi akuaponik, RAS (*Recirculating Aquaculture System*) dan BFT (Nugroho, 2021).

Teknologi akuaponik merupakan perpaduan antara kegiatan budidaya ikan dan tanaman. Intinya tanaman digunakan sebagai bahan filter untuk mengurangi kandungan amonia yang ada dalam media akuakultur. Umumnya aplikasi teknologi ini mempunyai tingkat produktivitas yang tidak terlalu tinggi setara dengan budidaya di kolam konvensional sehingga teknologi ini dikembangkan dalam skala rumah tangga dengan target atau sasaran ketahanan pangan untuk keluarga. Luasan lahan tanaman yang cukup besar sebagai syarat dapat mengurangi kandungan amonia yang ada sekitar 30%, menjadikan pertimbangan dalam pengembangan secara masif dalam skala yang lebih luas.

Berikutnya adalah aplikasi teknologi RAS dalam mengontrol kandungan amonia yang dilakukan dari luar wadah pemeliharaan ikan. Unit RAS yang terdiri dari filter fisik terdiri dari *solid material*, filter biologi yang ditumbuhi konsorsium bakteri yang menggunakan energi dari ammonia dari sisa pakan dan kotoran ikan menjadi nitrit dan nitrat serta eliminasi CO₂ dilengkapi dengan protein *skimmer* sebagai

oxygenizer dan filter untuk limbah cair dari lipid. Setelah melalui unit RAS tersebut air dipompa kembali ke dalam wadah pemeliharaan dengan kualitas yang lebih baik. Penambahan dan pembuangan air tetap dilakukan melihat kondisi air selama pemeliharaan ikan berlangsung. Produktivitas yang dimiliki cukup menjanjikan, yaitu antara 2-3 kg/m³ untuk pembesaran ikan nila setara dengan yang dihasilkan dari sistem KJA di waduk. Kebutuhan akan tenaga listrik yang relatif besar selain untuk aerasi juga dilakukan untuk mengalirkan kembali dari unit RAS ke dalam kolam pemeliharaan. Berdasarkan pengalaman penulis, biaya untuk produksi ikan nila dengan sistem RAS memerlukan tambahan biaya sebesar Rp 5 ribu/kg. Menilik kondisi ini, walaupun secara teknis teknologi RAS dapat dipraktekkan namun secara ekonomis perlu dipertimbangkan dan lebih sesuai untuk komoditas yang mempunyai harga jual yang cukup tinggi.

Kelanjutan teknologi RAS adalah pengembangan BFT. Teknologi ini dilakukan untuk mengontrol kandungan amonia dari dalam wadah budidaya, sedangkan kedua teknologi sebelumnya akuaponik dan RAS dilakukan di luar wadah budidaya. Terdapat tiga alternatif cara dalam mengurangi atau mengontrol kandungan amonia total dari dalam wadah yaitu, melalui penyerapan oleh algae atau yang disebut foto-autotropik, melalui asimilasi oleh bakteri yang disebut dengan kemo-autotropik khususnya menggunakan bakteri yang bersifat heterotrofik (bakteri yang tidak dapat membuat makanan sendiri sehingga bergantung pada benda atau organisme lainnya), serta proses asimilasi yaitu nitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri *nitrosomonas* dan *nitrobacter*. Teknologi yang menggunakan bakteri ini selain berperan dalam pengelolaan kualitas air juga dapat

dimanfaatkan sebagai sumber protein dalam bentuk protein mikroba. Beberapa peneliti telah berhasil mengurangi konversi pakan hingga 20-25% dibandingkan sistem konvensional ataupun RAS. Penerapan dalam skala lapang untuk budidaya ikan nila di Indonesia telah dilakukan secara menyeluruh. Saat ini tingkat produktivitas yang berhasil diperoleh adalah 28 kg/m² dan nilai efisiensi pakan sebesar 104% atau FCR (*Food Conversion Ratio*) sekitar 0,95. Meskipun tetap membutuhkan tenaga listrik seperti RAS, namun tidak sebesar biaya yang dibutuhkan untuk teknologi RAS karena hanya digunakan untuk memasok aerasi. Keuntungan lainnya adalah hemat pakan.

1.3 Penerapan Bioflok untuk Budidaya

Penerapan bioflok yang mengandalkan penggunaan bakteri menyebabkan hanya jenis-jenis komoditas yang mampu beradaptasi dengan lingkungan yang penuh larutan suspensi bioflok yang terdiri dari bakteri, plankton dan bahan-bahan organik. Pada awalnya, aplikasi sistem bioflok dilakukan pada pemeliharaan udang vanamei secara intensif. Adanya kandungan unsur PHB (*poly-β-hydroxybutyrate*) yang mampu memerangi serta meningkatkan daya tahan udang terhadap infeksi virus *vibrio*, menjadikan target lain dari penggunaan sistem bioflok disamping mengontrol amonia.

Kemudian teknologi bioflok digunakan pada komoditas ikan lele, kepadatan yang tinggi hingga 1000 ekor/m³ dan pemberian pakan secara intensif membuat kondisi budidaya ini cocok dilakukan dengan sistem bioflok. Hasil kegiatan yang dilakukan penulis menunjukkan bahwa teknologi bioflok untuk pembesaran ikan lele mempunyai produktivitas sebesar 100-125 kg/m³ di lokasi *indoor*.

Jenis komoditas lainnya yang dianggap sesuai dengan kondisi pada teknologi bioflok adalah ikan nila. Beberapa peneliti mempunyai nilai produktivitas hingga 33 kg/m³, dengan tingkat efisiensi pakan hingga mencapai 120%. Penulis dalam uji coba di lapangan pernah menghasilkan tingkat produksi hingga 48 kg/m³ dan efisiensi pakan mencapai 104% pada pembesaran ikan nila sistem bioflok-hybrid. Disebut *hybrid* karena secara periodik mengalirkan air tambahan dari luar secara *flushing* (sekitar 10-30% volume air setiap 1 minggu). Penggunaan teknologi bioflok sistem bioflok murni mencapai tingkat produktivitas 18-20 kg/m³ dan efisiensi pakan hingga 110%.

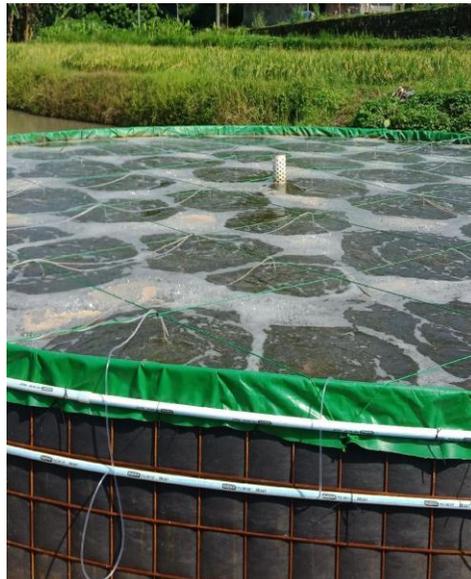
Penggunaan teknologi bioflok untuk jenis komoditas lain akan semakin banyak dimasa datang, mengingat banyaknya aspek positif yang didapatkan pembudidaya. Selain menurunkan biaya operasional akibat penghematan pakan yang digunakan, maka teknologi bioflok dapat mempersingkat dan menyederhanakan tahapan budidaya seperti yang dilakukan oeh penulis untuk ikan nila. Budidaya ikan nila diubah dari 4-5 tahapan mulai dari pembenihan yang terdiri pendederan 1-2 dan pendederan 3, dan pembesaran dengan waktu sekitar 7-8 bulan, berubah hanya menjadi pembenihan dan pembesaran dengan waktu sekitar 6 bulan.



Gambar 1. Teknologi akuaponik



Gambar 2. Teknologi RAS



Gambar 3. Teknologi bioflok

II Prinsip Pemahaman dan *Monitoring* Bioflok

Kunci sukses aplikasi penggunaan teknologi bioflok dalam budidaya ikan nila adalah i) mengenal atau mengetahui atau memahami dengan jelas prinsip bioflok, ii) melakukan *monitoring* kondisi di lapangan dengan baik dan cepat tanggap melakukan antisipasi atau tindakan jika terjadi kondisi yang dapat menimbulkan kerugian.

2.1 *Filosofi Proses yang Terjadi dalam Bioflok*

Secara ringkas, budidaya yang disarankan untuk penggunaan BFT adalah budidaya yang intensif atau super intensif. Ciri utama budidaya intensif atau super intensif adalah penggunaan pakan buatan dalam jumlah yang banyak dan kepadatan ikan yang sangat tinggi. Pemberian pakan yang banyak dan kepadatan yang tinggi telah menimbulkan penumpukan amonia anorganik di media pemeliharaan ikan. Dalam konsentrasi tertentu kandungan total amonia nitrogen anorganik dapat menyebabkan keracunan ikan dan bahkan kematian.

Dengan meningkatnya pemberian pakan yang umumnya berupa pelet dengan kadar protein antara 20-40%, dimana hanya 25-30% yang masuk ke dalam tubuh ikan atau 70-75% terbuang langsung ke dalam air, menyebabkan meningkatnya sumbangan nitrogen ke dalam media. Disamping itu, dari pakan yang dapat dikonsumsi ikan ternyata hanya sekitar 25-30% dikonversi menjadi daging dan selebihnya dieksresikan dalam bentuk amonia ke dalam media.

Bentuk amonia yang terjadi disebut Total Amonia Nitrogen (TAN) yang terdiri dari dua bentuk yaitu bentuk stabil NH_3 dan bentuk yang kelebihan ion yaitu NH_4^+ . Bentuk NH_3 ini lah yang sering menimbulkan kerugian jika dalam level di atas 0,8 ppm, sedangkan bentuk NH_4^+ dapat diredam dengan penambahan unsur karbon dari

sumber karbohidrat. Kadar TAN ini sangat dipengaruhi oleh aspek pH, suhu dan salinitas air yang digunakan.

Pengurangan kandungan TAN dalam media pemeliharaan ikan dapat terjadi melalui penyerapan langsung oleh algae yang disebut dengan proses fotoautotrofik. Proses ini juga menghasilkan oksigen, namun membutuhkan sinar matahari untuk proses fotosintesa. Agar kondisi ini tetap seimbang dapat dilakukan dengan pengontrolan kadar N dan P di dalam air. Umumnya warna air menjadi hijau karena dominasi dari algae hijau. Untuk budidaya udang dimonitor dengan pemberian pakan di bawah 40 g/m^3 per hari.

Pengontrolan kandungan TAN juga dapat terjadi melalui mekanisme yang disebut kemoautotrofik yang melibatkan bakteri. Jenis bakteri yang berperan adalah yang bersifat heterotrof yaitu bakteri yang menggantungkan makanan pada organisme mati atau benda lain (endapan), dari jenis saprofit. Bakteri ini dapat merubah sisa pakan yang terbuang ataupun kotoran ikan menjadi sel bakteri yang dapat dijadikan sumber protein mikrobia untuk pakan ikan. Pemberian pakan diatas 40 g/m^3 /hari menyebabkan kondisi bakteri cepat tumbuh dan indikasinya warna air menjadi kecoklatan. Penstabilan fungsi bakteri ini dalam mengontrol kandungan TAN dapat dilakukan dengan menambah karbohidrat (glukosa) sebagai sumber pakan bakteri. Cara ini dikenal dengan mengatur C/N rasio agar bakteri heterotrof tetap ada dan berkembang. Rasio optimal yang dapat menyerap kandungan TAN adalah 10:1. Kenaikan rasio C/N di atas 10:1 hingga 20:1 dapat menaikkan produksi protein mikroba, pasokan oksigen dalam air minimal 4 ppm menjadi syarat mutlak agar bakteri tetap berkembang.

Mekanisme lainnya dalam pengurangan kandungan TAN dalam media budidaya adalah melalui asimilasi bakteri yaitu proses nitrifikasi.

Bakteri yang berperan dari jenis *Nitrobacter* dan *Nitrosomonas*. Amonia dirubah menjadi bentuk nitrit (NO_2) kemudian dilanjutkan menjadi bentuk nitrat (NO_3). Bentuk nitrat dapat diserap langsung oleh algae yang ada di dalam air. Pemberian pakan diatas $40 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ menyebabkan kondisi bakteri cepat tumbuh dan indikasinya warna air menjadi kecoklatan. Penstabilan bakteri ini dapat dilakukan dengan menambah CaCO_3 sebanyak 150 ppm. Serupa dengan bakteri heterotrof, bakteri ini juga membutuhkan pasokan oksigen terlarut yang cukup tinggi yaitu $>4 \text{ ppm}$ agar tetap dapat stabil pertumbuhannya.

2.2 Parameter Utama Kualitas Air sebagai Pengontrol Bioflok

Seperti yang disebutkan sebelumnya, budidaya intensif dengan kandungan protein pada pakan hanya sebagian yang dimanfaatkan dalam pembentukan daging. Bagian lainnya terdekomposisi menjadi sumber amonia total (baik amonium maupun amoniak). Parameter inilah yang menjadi aspek utama kualitas air media budidaya yang perlu mendapat perhatian yang serius. Kandungan amonia yang ideal adalah tidak lebih dari 1 mg/L (ppm).

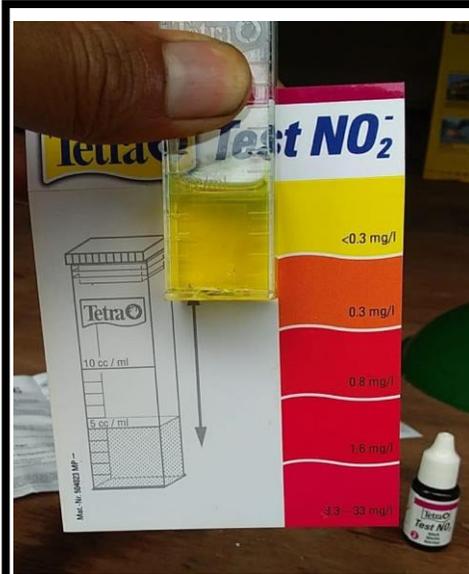
Penguraian atau pemanfaatan unsur amonia dalam sistem bioflok adalah mengandalkan proses kemo-autrofikasi bakteri yang bersifat heterotrof. Bakteri ini sangat membutuhkan oksigen dalam mengolah bahan organik menjadi protein dalam sel tubuhnya. Oleh karenanya parameter oksigen menjadi parameter utama kualitas air dalam menstabilkan sistem dalam bioflok. Pasokan oksigen ini dapat diperoleh dari aerator atau *blower*, kincir air ataupun penggunaan alat oksigen murni secara langsung pada air media budidaya. Kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan secara ideal minimal 4 ppm dengan tingkat kejenuhan di atas 60%.

Selain proses tersebut, pengurangan kandungan amonia total dapat terjadi melalui proses asimilasi bakteri yaitu nitrifikasi yang melibatkan bakteri *nitrobacter* dan *nitrosomonas*, yang merubahnya menjadi nitrit dan produk akhir nitrat sehingga dapat dimanfaatkan oleh algae atau tanaman air. Parameter nitrit yang bersifat tidak stabil dan sangat beracun bagi ikan pada kandungan tertentu serta produk akhirnya nitrat yang sangat mempengaruhi kondisi lingkungan yang ada. Jadi parameter utama lainnya yang perlu mendapat perhatian lebih teliti untuk *monitoring* berjalannya sistem bioflok adalah kandungan nitrit dan nitrat. Kandungan nitrit yang diperbolehkan adalah dibawah 1 ppm, sedangkan kandungan nitrat yang optimal berkisar 0,5-20 ppm.

Parameter-parameter kualitas air yang telah dijelaskan tadi, kandungan dalam air pada sistem bioflok sangat dipengaruhi oleh parameter suhu, pH dan salinitas air. Pada air tawar, hanya perlu memperhatikan parameter pH dan suhu saja mengingat salinitas air tawar stabil pada 0 per mil sehingga tidak memberikan pengaruh. Suhu optimal pada sistem bioflok yang optimal adalah antara 28 – 30° C untuk daerah tropis. Nilai kisaran pH yang dapat ditolerir antara 6,5 – 8.0.

Selain parameter kualitas air tersebut, masih terdapat beberapa parameter yang juga berpengaruh bagi sistem bioflok diantaranya adalah ortofosfat, alkalinitas, padatan yang mengendap (*suspended solid*, ss), dan total padatan tersuspensi (*total suspended solid*, tss). Kandungan fosfat yang diperbolehkan adalah 0,5-30 ppm. Kadar alkalinitas dijaga pada nilai diatas 100 ppm. Padatan yang mengendap akan berpengaruh pada tingkat kandungan DO (*dissolved oxygen*) di kolam. Jumlah padatan yang optimal untuk ikan nila adalah 5-20 ml/L untuk pendederan, sedangkan untuk pembesaran berkisar antara 35-50

ml/L yang diukur dengan corong *imhoff*. Nilai TSS yang diperbolehkan adalah di bawah 500 ppm.



Gambar 4. Alat pengukur kadar nitrit.



Gambar 5. Alat pengukur DO & Suhu



Gambar 6. Corong *imhoff*

2.3 Manajemen Mempertahankan Flok

Fluktuasi kandungan parameter kualitas air dapat mempengaruhi kondisi berjalannya sistem bioflok yang dibuat. Langkah pertama yang perlu dilakukan agar dapat menjamin kehidupan bakteri yang diharapkan sebagai penyusun flok adalah kandungan oksigen. Kandungan oksigen terlarut harus memenuhi kebutuhan ikan dan bakteri yang menjadi agen flok. Umumnya kandungan oksigen terlarut yang ideal pada media pemeliharaan ikan adalah di atas 4 ppm, dengan tingkat kejenuhan diatas 60%. Kandungan oksigen sebesar ini dapat diperoleh dengan menggunakan *blower* yang mempunyai kapasitas 0,200 hp/m³. Selain sebagai pemasok oksigen terlarut, *blower* juga berfungsi sebagai pengaduk agar tidak terdapat daerah air yang “mati” yaitu air yang tidak teroksigen dengan baik sehingga menjadi anaerob (oksigen rendah) akibatnya bakteri patogen yang biasanya tumbuh subur pada kondisi tersebut menjadi dominan. Fenomena ini sangat membahayakan kehidupan ikan yang dipelihara.

Dalam proses kemo-autotrofikasi bakteri heterotrof, selain membutuhkan sumber makanan berupa nitrogen, yang pada budidaya ikan berasal dari bagian pakan atau ekskresi metabolisme ikan, maka bakteri juga memerlukan bahan karbohidrat dalam proses asimilasi bahanorganik. Bahan karbohidrat perlu ditambahkan dari luar karena kandungan yang ada tidak mencukupi. Berbagai jenis sumber karbohidrat dapat digunakan untuk kebutuhan bakteri heterotrof, salah satunya yang paling mudah dan murah adalah molase yaitu cairan hasil samping dari produksi tetes tebu (tergantung lokasi). Rasio antara jumlah C yang dipasok dari sumber karbohidrat dan N yang digunakan dari sisa pakan dan hasil eksresi dalam air sangat mempengaruhi keberlangsungan dari sistem bioflok. Rasio C/N untuk

bioflok ikan nila umumnya adalah diatas 10 hingga nilai 20. Rasio C/N yang optimal untuk bakteri heterotrof adalah 10:1, sedangkan untuk menambah/mempercepat prosesnya dalam membuat protein mikrobial untuk ikan nila disarankan 20:1.

Jenis-jenis karbohidrat/glukosa yang digunakan sebagai sumber C adalah dedak, tepung terigu, gaplek, gula merah ataupun molase. Pertimbangan biaya serta kemudahan dalam memperolehnya termasuk tentang persediaan dalam jumlah banyak menjadi perihal utama. Berdasarkan pengalaman penulis, sumber C yang paling efisien baik dari segi harga maupun kelimpahannya adalah molase khususnya untuk daerah di pulau Jawa yang mempunyai pabrik gula. Untuk daerah di luar pulau Jawa, kemungkinan penggunaan dedak ataupun tepung gaplek sebagai sumber karbohidrat dalam memasok unsur C sangat layak untuk dipertimbangkan. Pembuatan molase dari gula merah juga patut dicoba sepanjang harganya masih efisien (1 kg gula direbus dalam 1 liter air). Dari segi hasil biomas atau produktivitas penggunaan sumber karbohidrat yang berbeda hanya mempunyai pengaruh yang minimal atau tidak nyata.

Sistem bioflok sangat tergantung pada jenis dan jumlah bakteri serta organisme lainnya yang bekerjasama membentuk flok. Terdapat dua jenis bakteri yang dibutuhkan dalam membuat flok. Bakteri pertama yang juga disebut sebagai bakteri inti flok adalah bakteri yang mengeluarkan atau memproduksi filamen-filamen sebagai tempat menempel bakteri yang kedua dan organisme lainnya. Bakteri yang kedua berupa bakteri fungsional yaitu bakteri yang mempunyai fungsi tertentu misalnya menguraikan bahanorganik, membantu menurunkan amonia ataupun bakteri yang menguntungkan lainnya dalam membantu pencernaan. Agar bakteri sesuai dengan yang diharapkan

maka inisiasi dengan penambahan dengan larutan bakteri yang diharapkan menjadi langkah yang sangat strategis sehingga pertumbuhan bakteri tersebut menjadi lebih mudah dibandingkan jika tanpa inisiasi dan hanya mengandalkan tumbuh secara mandiri.

Jenis-jenis bakteri yang dapat digunakan sebagai bakteri pembuat filamen flok adalah *Achromobacter liquefaciens*, *Arthrobacter globiformis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas alcaligenes*, dan *Zoogloea ramigera*. Bakteri fungsional yang dapat digabungkan untuk menjalankan sistem flok adalah bakteri *Bacillus circulans*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* dan bakteri menguntungkan lainnya. Kandungan bakteri yang optimal adalah sekitar 10^4 sel per ml. yang setara untuk mengasimilasi kandungan amonia sebesar $10 \text{ mg NH}_4^+ / \text{L}$ pada rasio C/N sebesar 10:1.

Monitoring jumlah flok harian dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat berupa corong *imhoff*. Pengukuran volume flok dilakukan selama 20-30 menit setelah air dimasukkan kedalam corong. Jumlah volume flok yang dapat ditolerir pembesaran ikan nila adalah antara 25-50 ml/L, sedangkan untuk tahapan pendederan adalah 5-20 ml/L. Selain itu, kualitas flok juga dapat dimonitor secara tidak langsung melalui warna air yang ada. Jika pemberian pakan dibawah $40 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ maka umumnya air kolam akan berwarna hijau cenderung kearah coklat, sedangkan jika pakan yang diberikan sudah mencapai $>90 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ maka air kolam berwarna coklat. Peralihan antara hijau ke coklat ditandai dengan air yang mulai berubah warnanya menjadi coklat muda. Warna hijau berarti banyak algae yang mendominasi. Dominasi algae masih diperbolehkan asal bukan algae yang bersifat racun (*Harmful Algae Blooming*, HAB) misalnya

yang menghasilkan unsur seperti bau *penicilin*. Warna coklat mengindikasikan banyaknya bakteri fungsional heterotrof yang dapat mengasimilasi kandungan nitrogen menjadi protein sel bakteri. Sedangkan peralihan antara hijau menjadi coklat mengindikasikan batas kemampuan algae yang lebih lambat dari penumpukkan amonia sehingga memerlukan perubahan prosesnya menjadi asimilasi bakteri.

Monitoring secara periodik terhadap parameter kualitas air lainnya juga dibutuhkan agar hal-hal yang merugikan dapat segera diatasi. Misalnya, jika kandungan TAN sudah melewati batas maksimal yang disarankan maka tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan molase. Penambahan molase ini akan menyeimbangkan nilai C/N rasio pada kisaran yang baik untuk ikan nila yaitu antara 10-20. Namun yang perlu disadari bahwa penambahan molase membutuhkan DO yang cukup sehingga metabolisme karbohidrat dari molase secara cepat akan menyebabkan penurunan kandungan DO, yang dapat mengakibatkan melemahnya nafsu makan ikan. Untuk itu penambahan molase dilakukan secara bertahap atau dapat diikuti dengan penambahan kekuatan *blower* sebagai salah satu sumber oksigen.

Monitoring terhadap sistem pencampuran atau pengadukan juga dapat mempertahankan kondisi flok yang sudah terbentuk. Jika kandungan nitrit diatas ambang batas yang ditolerir, maka yang perlu dilakukan adalah mengevaluasi sistem pengadukan dan jumlah endapan yang terjadi. Seringkali karena tidak teraduk dengan baik, maka ada daerah di kolam yang menjadi non oksigen dan mulai menumpukkan bahan-bahan organik. Kondisi ini yang menyebabkan kandungan nitrit dapat terbentuk dengan cepat. Selanjutnya jika kandungan nitrat melebihi kadar yang diperbolehkan berarti akan

memicu kesuburan perairan dan bersama kandungan fosfat akan menimbulkan *blooming* algae yang tidak diinginkan.

III Teknis Operasional dan *Monitoring* BFT

Setelah mengetahui dan menyadari prinsip-prinsip yang terjadi pada sistem bioflok tibalah saatnya memasuki tahapan teknis operasional di lapangan. Tahapan ini akan menentukan keberhasilan sistem bioflok yang diaplikasikan untuk budidaya pembesaran ikan nila. Standar Operasional Prosedur tertera pada Lampiran 1-7.

3.1 *Persiapan Wadah dan Media*

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah persiapan, baik berupa wadah, bahan dan peralatan pendukung. Wadah yang digunakan untuk pelaksanaan budidaya ikan nila dengan sistem bioflok dapat berupa kolam terpal plastik, fiber ataupun kolam tembok. Intinya tidak porous dan tidak bersentuhan langsung dengan tanah kolam. Bentuk kolam mempengaruhi tingkat produktivitas yang dihasilkan. Kolam berbentuk bundar merupakan yang terbaik karena kemungkinan air tidak teraduk atau terbentuknya daerah “mati” sangat kecil. Sedangkan kolam berbentuk persegi dapat digunakan dengan penyesuaian penempatan *blower* pada sudut atau daerah-daerah yang kemungkinan air tidak teraduk.

Selain bentuk kolam, volume kolam juga mempengaruhi sistem bioflok yang digunakan. Berdasarkan pengalaman penulis penempatan wadah didalam atau luar ruangan sangat tergantung pada volume air yang digunakan. Volume bak yang digunakan untuk pemeliharaan ikan di luar ruangan minimal mempunyai kapasitas 10 ton air atau m^3 air. Jika di bawah 10 ton air maka perlu dimodifikasi dengan penggunaan paranet sebagai penutup (30-50% luasan penutup tergantung intensitas matahari di lokasi). Masalah utama yang terjadi jika volume air sedikit atau tidak mencukupi adalah fluktuasi kualitas air terutama suhu dan pH yang cukup signifikan sehubungan dengan terjadinya hujan dan kemarau di lokasi budidaya. Dengan kata lain volume air 10 ton dapat meredam fluktuasi kualitas air

tersebut. Namun semakin besar volume air (>10 ton) juga menimbulkan permasalahan lainnya yaitu semakin sulit untuk pengontrolannya terutama keterkaitan dengan pemerataan pasokan DO.

Pasokan DO secara merata dapat dilakukan melalui pemasangan alat aerator atau *blower*. Tata letak pipa/selang penghubung *blower* atau aerator didesain semaksimal mungkin untuk dapat mengaduk media dengan baik (tidak ada daerah yang tergenang atau “mati”). Pemasangan unit pipa *blower* lebih mudah di kolam yang berbentuk bulat, sedangkan untuk kolam yang mempunyai sudut perlu dipertimbangkan penempatan pada setiap sudutnya. Tidak ada kalkulasi khusus berapa titik pipa aerasi/*blower* untuk setiap unit kolam pemeliharaan. Sebagai estimasi, pompa atau *blower* yang dibutuhkan adalah dengan tenaga sebesar 0,200 hp untuk setiap m³ air dan pada pemberian pakan < 40 g/m³/hari. Di atas >40 g/m³/hari pakan yang diberikan maka kapasitas pompa atau *blower* yang dibutuhkan meningkat menjadi 0,250 hp/m³. Besar diameter paralon yang digunakan juga mempengaruhi kekuatan hembusan udara dari *blower*.

Ujung pipa *blower* digunakan untuk mengaduk dan menyebarkan oksigen secara merata. *Difusser* atau batu aerasi dapat digunakan dalam hal ini. Batu aerasi yang berukuran besar dengan panjang 10-15 cm dapat digunakan sekaligus sebagai pemberat mengingat penggunaan batu aerasi memerlukan saluran pipa atau selang secara terpisah (satu per satu) sehingga perlu jaminan agar tidak berubah posisinya baik karena hembusan udara maupun gerakan ikan. Penggunaan *diffuser* dinilai menjadi lebih menguntungkan, selain karena penggunaan pipa paralon secara bersamaan kemudian dicabangkan saat dibutuhkan menjadi tampilan kolam pemeliharaan lebih rapi. Selain itu posisi menjadi lebih stabil karena dilekatkan pada dasar kolam. Hal yang perlu mendapat perhatian tersendiri adalah gelembung udara yang dihasilkan. Bagi tahapan pembesaran dengan

ukuran ikan yang lebih besar maka kekuatan hembusan udara serta ukuran gelembung dapat dimaksimalkan. Sebaliknya untuk ukuran benih yang lebih kecil pada tahapan pendederan maka kekuatan hembusan angin dan ukuran gelembung hendaknya lebih kecil dan halus namun tetap dapat mengaduk dengan sempurna. Bahkan beberapa praktisi menggunakan pula tambahan hembusan *blower* yang horizontal agar aliran air bergerak dengan sempurna.

Sebagai pelengkap sistem aerasi hendaknya dipersiapkan genset untukantisipasi kemungkinan kendala tenaga listrik. Pada sistem bioflok ini, waktu maksimal yang diperbolehkan listrik mati adalah 30 menit dimana sistem tidak dipasok oksigen dan tanpa pengadukan. Jika melebihi waktu tersebut maka akan lebih berat untuk memulihkan kembali sistem bioflok yang ada sehingga tidak menutup kemungkinan timbulnya bakteri patogen lain yang mendominasi dengan memanfaatkan kondisi yang bersifat anaerob. Persediaan *diffuser* ataupun batu aerasi cadangan sangat diperlukan untuk mengatasi jika terjadi kendala yang umumnya dialami pada sistem bioflok yaitu tertutupnya lubang difuser atau batu aerasi (buntu) karena bahan endapan yang ada.

Setelah wadah dan pelengkapnya disiapkan dengan baik, langkah berikutnya adalah mempersiapkan media yang akan digunakan untuk pemeliharaan ikan nila. Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain adalah bakteri probiotik komersial, garam kasar non iodium (krosok), kapur pertanian dan sumber karbohidrat (dalam hal ini menggunakan molase, opsional). Penyediaan media diawali dengan mengisi wadah dengan air bersih (air tanah/sumur adalah yang terbaik, atau air irigasi hasil filtrasi atau air pdam yang sudah diaerasi) dan dipertahankan pada ketinggian 80-100 cm. Beberapa praktisi memulai dengan kedalaman air hanya 40-50 cm dalam upaya untuk efisiensi penggunaan bahan-bahan lainnya. Ketinggian air

kemudian ditambah secara bertahap hingga mencapai 80-100 cm dalam kurun waktu 4-7 hari sehingga ketinggian air mencapai 80-100 cm.

Air di aerasi secara baik selama 24 jam kemudian dilanjutkan dengan penambahan bahan sebagai berikut 1 kg garam/m³ air, molase 100 ml/m³, kapur 50 g/m³ dan bakteri probiotik (baik bakteri inti ataupun bakteri fungsional) 10 g/m³. Pematangan air ini dilakukan dalam kurun waktu 4-7 hari. Proses ini dapat dipercepat dengan menambahkan pakan komersial (pelet) sebanyak 30 g/wadah. Jika air sudah menunjukkan warna hijau-coklat maka hal ini berarti air media siap untuk digunakan.

3.2 Pemeliharaan Ikan

Langkah awal yang perlu dilakukan sebelum menebar ikan adalah memilih jenis ikan nila yang berkualitas baik dari segi ukuran, fisik dan genetik. Beberapa jenis ikan unggul yang siap digunakan adalah ikan nila unggul #1 (Nugroho, 2010), Nila Anjani (Nugroho *e al.*, 2017) dan Nila Nilasa (Yogyakarta) serta beberapa jenis ikan lainnya yang sudah dirilis secara resmi oleh pemerintah maupun hasil inovasi masyarakat secara mandiri. Ikan nila tersebut, umumnya mempunyai laju pertumbuhan yang dapat diandalkan yaitu berkisar 3-5 g/hari. Hal ini penting bagi perencanaan target ukuran ikan yang dipanen dalam rangka memenuhi permintaan pasar.

Selain itu kondisi fisik benih ikan yang digunakan dalam sistem bioflok harus sehat dan tidak cacat. Penampakan gerakan yang responsif dan kenormalan bentuk maupun panjang benih ikan yang mencukupi sesuai umurnya merupakan hal yang harus diperhatikan. Proses yang terjadi pada tingkat pendederan sebelumnya dan perlakuan pada saat panen akan dapat meningkatkan jaminan keberhasilan budidaya pembesaran selanjutnya baik yang menggunakan sistem bioflok maupun teknologi lainnya.

Keseragaman ukuran benih merupakan aspek berikutnya yang wajib dipertimbangkan sebelum benih digunakan dalam sistem budidaya. Ukuran

awal individu antara 10 g hingga ukuran 25 g merupakan kisaran yang disarankan dalam sistem budidaya bioflok ini. Penggunaan ukuran awal disesuaikan dengan ketersediaan benih dan pengaturan lama pemeliharaan agar dapat dipanen dengan hasil atau ukuran yang diterima pasar secara menyeluruh. Jika tidak maka pembesaran berikutnya perlu dilakukan untuk ikan hasil panen dengan ukuran yang belum sesuai pasar. Kondisi ini tidak menguntungkan karena mengurangi potensi margin yang dapat diperoleh. Terlebih adanya resiko ikan stres yang cukup lama yaitu 2-3 hari sebelum nafsu makan pulih, yang menyebabkan efisiensi pakan ataupun produktivitasnya menjadi menurun.

Keseragaman ukuran juga dapat menjamin agar semua hasil panen dapat diterima pasar. Jika tidak terserap dalam satu kali panen maka akan timbul adanya resiko penyusutan. Berdasarkan pengalaman, ikan nila yang telah dipanen kemudian disimpan (walaupun diberi pakan) untuk menunggu giliran pengangkutan ke pasar akan mengalami penyusutan sekitar 2-5% per hari. Kondisi ini sangat merugikan karena akan mengurangi tingkat produktivitas secara keseluruhan. Seandainya keseragaman ukuran tidak tercapai, khususnya untuk pembudidaya yang seringkali menggunakan jenis ikan tidak unggul maka perlu dibarengi dengan tindakan diversifikasi produk pemasaran. Hasil panen dapat diupayakan dalam bentuk segar (menggunakan es) disamping dalam bentuk hidup (menggunakan kantong). Kondisi ini dikenal dengan penjualan sistem “blong” di daerah waduk Cirata dan Jatiluhur, Jawa Barat.

Faktor berikutnya yang perlu mendapatkan perhatian lebih cermat adalah kepadatan. Kepadatan bersama dengan jumlah pakan yang diberikan sangat berkaitan erat dengan produktivitas atau biomassa yang dapat dipanen. Untuk alasan fleksibilitas di lapangan, maka kepadatan yang digunakan adalah dalam ukuran biomas/m^3 . Hal ini disebabkan jika

digunakan satuan ekor/m² akan tergantung pada ukuran ikan yang digunakan dalam kaitannya dengan daya dukung media akuakultur. Kepadatan yang disarankan untuk pembesaran ikan nila adalah antara 1-3 kg/m³ dengan ukuran ikan yang disebutkan di atas dan disesuaikan dengan sasaran ukuran panen yang diharapkan.

Biomassa pakan atau jumlah pakan yang diberikan ikan mempunyai korelasi yang cukup besar dengan unsur biomassa panen (produksi) dan efisiensi pakan. Berpatokan pada nilai efisiensi pakan antara 90-110% (setara dengan tingkat FCR 1,1-0,9) maka kebutuhan jumlah pakan atau biomassa pakan dapat diestimasi dan berkaitan dengan tingkat produktivitas. Dengan tingkat produksi 25 kg/m³ dan nilai efisiensi pakan 100% serta biomas awal 1 kg maka jumlah pakan yang dibutuhkan adalah $(25 \text{ kg} - 1 \text{ kg}) \times 100\% = 24 \text{ kg/m}^3$. Lebih detail, jika tingkat produktivitasnya diukur hingga satuan waktu (hari) sebagai misal kondisi di atas dilakukan dalam waktu 100 hari pemeliharaan maka tingkat produksinya menjadi 0,25 kg/m³/hari. Pada volume kolam 10 ton air maka pakan yang dibutuhkan adalah $0,24 \text{ kg} \times 10 \text{ m}^3 = 2,4 \text{ kg/hari}$ dengan biomassa ikan awal sebanyak $1 \text{ kg} \times 10 \text{ m}^3 = 10 \text{ kg}$ ukuran individu antara 10-40 g. Total pakan yang diberikan dalam 1 periode pemeliharaan sebanyak $2,4 \times 100 = 240 \text{ kg}$.

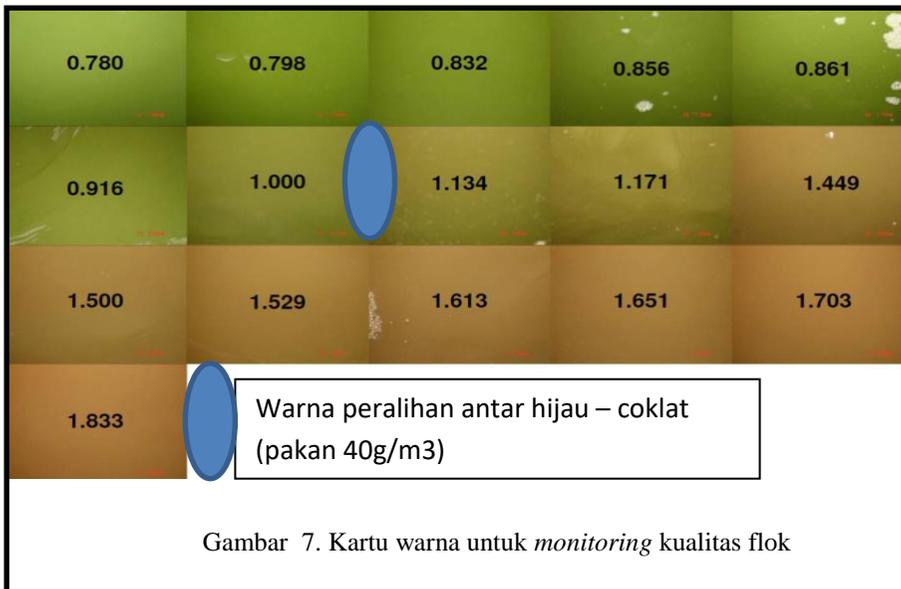
Biomassa pakan harian menjadi acuan jadwal ransum pakan harian. Fluktuasi tentu tetap mungkin terjadi namun dalam kadar yang sangat minimal jika sistem bioflok bekerja sesuai yang diharapkan, baik bersifat sebagai pengatur kualitas air maupun sebagai sumber pakan ikan. Kejelian operator dalam pemberian pakan dengan mengamati kondisi ikan di lapangan sangat berpengaruh terhadap tingkat produksi. Namun lambat laun kondisi ini akan berubah seandainya teknologi bioflok sudah mencapai tataran industrialisasi 4.0 yang mempekerjakan teknologi informasi

(*information technology*, IT) sebagai salah satu unsur dalam sistem kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI).

3.3 Monitoring Operasional

Mengingat tingkatan aplikasi teknologi bioflok yang masih dalam tahapan awal mekanisasi, maka faktor *monitoring* harus tetap dilakukan oleh operator. Beberapa aspek atau indikator yang perlu *dimonitoring* di lapangan diluar kondisi ikan sendiri adalah warna, jumlah flok, kualitas air, jumlah pakan dan produktivitas.

Monitoring warna media secara visual sampai saat ini adalah yang paling strategis dalam operasional teknologi bioflok. Beberapa peneliti telah menghubungkan antara jumlah pakan yang digunakan dan warna media yang ada. Secara ringkas disebutkan jika jumlah pakan yang diberikan di bawah $30 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ maka umumnya warna air berkisar hijau atau kehijauan. Seiring dengan penambahan pakan yang diberikan serta lamanya pemeliharaan ikan, maka warna hijau akan bergeser ke arah coklat muda yang dihubungkan dengan pemberian pakan di atas $40 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ atau 7 hari pemeliharaan ikan nila. Pada akhirnya warna akan berubah menjadi coklat (pakan $>90 \text{ g/m}^3/\text{hari}$) yang mengindikasikan teknologi bioflok berjalan dengan baik sesuai kemampuan asimilasi bakteri heterotrof. Jika kondisi bioflok tidak dapat dipertahankan seringkali warna berubah menjadi kehitaman dan mulai terjadi bau yang tidak sedap akibat pembusukan. Kondisi ini wajib dihindari dan diatasi oleh operator yaitu dengan mengurangi hingga 50% volume air dasar kolam dan diganti air baru. Berikut panduan warna yang dapat digunakan menurut Hargreaves (2013):



Aspek berikutnya yang perlu dimonitor adalah jumlah flok yang terbentuk. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan corong imHoff. Caranya adalah dengan memasukkan air media sebanyak 1 liter ke dalam corong kemudian dibiarkan selama 20-30 menit dan dilihat batas volume antara endapan dan air ini yang dikenal dengan istilah SS (*settling solid*) atau padatan yang mengendap. Jumlah flok/padatan yang mengendap yang dapat ditolerir untuk tahapan pembenihan ikan nila adalah antara 5-20 ml/L, sedangkan untuk pembesaran mempunyai nilai 25-50 ml/L. Dapat juga diukur total padatan yang tersuspensi atau TSS (*total suspended solid*) dengan menggunakan metode gravimetri, dengan nilai ambang dibawah 500 ppm.

Monitoring kualitas air pada parameter DO, amonia, nitrit, nitrat, pH, alkalinitas dan suhu merupakan aspek yang juga perlu dilaksanakan. Kadar oksigen terlarut atau DO dengan nilai di atas 4 ppm mengindikasikan jaminan kondisi bakteri tetap dapat hidup dan berkembang. Kandungan

amonia, nitrit dan nitrat yang tersisa memberikan indikasi kemampuan jumlah bakteri yang ada dalam mengeliminir kandungan ketiga parameter tersebut dalam media kolam. Kadar amonia diharapkan di bawah 1 ppm, nitrit tidak melebihi 0,8 ppm dan nitrat maksimal 20 ppm. *Monitoring* alkalinitas, pH dan suhu agar tetap dalam kisaran yang dibutuhkan, nilai dari parameter tersebut berturut-turut adalah >100ppm; 6,8-8,0; dan 28-30 ° C.

Langkah berikutnya yang perlu dijalankan dalam menerapkan sistem bioflok adalah *monitoring* jumlah pakan yang diberikan. Sesuai dengan pertimbangan nilai efisiensi pakan, tingkat produktivitas dan target ukuran ikan yang dapat dipasarkan, maka dapat ditentukan ransum pakan per hari. Pada kolam 10 ton air, jumlah pakan berkisar antara 2,4-3 kg per hari untuk kepadatan 1-2 kg/m³ dengan ukuran awal benih 20-25 g. Jika ransum harian pakan tidak sesuai (dalam hal ini kurang) maka kondisi sistem bioflok yang dijalankan pada saat itu harus diobservasi, terutama berkaitan dengan kualitas air. Sebaliknya, jika jumlah pakan yang diberikan habis sebelum batas waktu jadwal pemberian pakan, maka operator dapat meningkatkan jumlah pakan harian antara 10-20% dari ukuran yang sudah ditentukan. Tentunya jumlah pakan secara keseluruhan akan meningkat jika waktu panen tidak berubah atau jumlah pakan tetap tapi waktu panen menjadi lebih cepat. Kondisi ini tergantung pada faktor yang mana mempunyai korelasi yang lebih baik terhadap tingkat produktivitas dan ekonomi.

Pengamatan tingkat produktivitas pada waktu yang berjalan dapat dilakukan melalui pendekatan estimasi laju pertumbuhan dan sintasan yang ada. Pencatatan jumlah ikan yang mati setiap hari dan *sampling* bobot ikan secara periodik (untuk kepraktisan di lapangan dilakukan setiap bulan) dapat menunjukkan tingkat produktivitas harian sementara. Data-data ini dapat membantu pembudidaya untuk memutuskan tindakan panen lebih cepat atau panen dengan ukuran yang lebih besar. Sebagai contoh, tingkat sintasan

harian ikan nila dengan sistem bioflok adalah 0,11%/hari pada kepadatan 3 kg per 10 m³. Jika ukuran awal benih 20 g, ukuran benih saat sampling 80 g pada waktu 100 hari maka besarnya produktivitas adalah sebagai berikut:

- Jumlah benih saat tebar = $3 \text{ kg} \times (1000/20) \times 10 = 1.500$ ekor.
- Biomassa harian = $(80-20)/30 = 2$ g/hari
- Estimasi mortalitas = $100 \times 0,11\% \times 1500 = 165$ ekor
- Estimasi produktivitas ada akhir pemeliharaan
= $((1500-165) \times (2 \times 100) : 10) : 1000 = 26,7 \text{ kg/m}^3$
- Estimasi ukuran saat panen = $20 + (100 \times 2) = 220$ g

Kesimpulannya panen tetap dilakukan sesuai dengan waktu yang direncanakan karena ukuran ikan sesuai dengan permintaan pasar pada saat pemanen.

Secara garis besar rangkuman kegiatan operasional teknis teknologi bioflok tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman kegiatan operasional teknologi bioflok

No	Item	Aktifitas	Keterangan
1	Persiapan wadah	- Memilih kolam - Membersihkan kolam - Memasang set resirkulasi	- kolam bulat fiber/tembok 10 m ³ - sikat dan desinfektan - <i>diffuser</i> merata
	Persiapan media	- Mengisi air kolam - Pemupukan - Inisiasi	- awal 50 cm, bertahap 100 cm (h7) - garam 1 kg/m ³ ; kapur 50 g/m ³ - molase 100 ml/m ³ , prob. 10 g/m ³
	Pematangan air	- Pengaerasian kuat	- 0,200 - 0,250 hp/m ³ ; 4-7 hari
2	Pemilihan benih	- Memilih varietas unggul - Mensortir fisik benih	- Nila #1, Nirwana 3, Anjani - lincah, tidak cacat, sehat

No	Item	Aktifitas	Keterangan
		- Mensortir ukuran ikan	- 10 - 25 g
	Penebaran benih	- Kepadatan - Waktu	- 1-3 kg/m ³ - saat tidak panas (pagi/sore hari)
	Pemeliharaan	- Ransum pakan - Frekuensi pemberian pakan	- 0,24 kg/m ³ /hari - 2-3 x per hari
3	Monitor warna	- Warna hijau - Hijau kecoklatan - Coklat tua	- pakan < 40 g/m ³ /hari - pakan 50-90 g/m ³ /hari - pakan > 90 g/m ³ /hari
	Monitor flok	- Volume di pembesaran - Volume di pendederan	- 25-50 ml/L - 5-20 ml/L
	Monitor kualitas air	- DO - Amonia - Nitrit - Nitrat - pH - Alkalinitas - Suhu	- > 4 ppm - < 1 ppm - < 0,8 ppm - < 20 pm - 6,8 – 8,0 - > 200 ppm - 28 – 30 ° C
	Monitor produktivitas	- Jumlah biomassa pakan	- 0,24 kg/m ³ /hari
4	Panen	- Hidup - Segar (es)	- size > 250 g - 150 - 200 g
	Target	- Efisiensi Pakan - Biomas daging	- 100% - 25 kg/m ³



Gambar 8. Wadah fiber



Gambar 9. Pompa dan genset



Gambar 10. Blower



Gambar 11. Batu aerasi-diffuser

IV Antisipasi Cepat Mengatasi Permasalahan

Di dalam perjalanan aplikasi teknologi bioflok terkadang ditemui beberapa permasalahan yang disebabkan adanya fluktuasi kondisi yang ada. Keadaan ini memerlukan penanganan secara cepat agar dampak negatif yang mungkin timbul dapat diantisipasi terlebih dahulu. Berikut ini beberapa permasalahan yang kemungkinan dapat terjadi pada budidaya ikan nila sistem bioflok.

4.1 Jumlah Flok

Jumlah flok yang melebihi kisaran batas optimal untuk ikan nila yaitu 5-20 ml/L (tahap pendederan) dan 25-50 ml/L (tahap pembesaran) akan dapat merugikan bagi kondisi ikan. Jika hal ini terjadi maka langkah yang perlu dilakukan adalah melakukan pembuangan lumpur yang ada. Kondisi ini juga menunjukkan adanya pemberian pakan yang berlebih sehingga seiring dengan pembuangan endapan (biasanya sebanyak 1-5% volume air dalam 30 menit) juga dilakukan pengurangan pakan yang diberikan. Sebaliknya jika jumlah flok di bawah kisaran yang disyaratkan maka perlu melakukan penambahan karbohidrat/molase serta penambahan pakan sesuai dengan rasio C/N di atas 15.

4.2 Kandungan DO

Kandungan oksigen terlarut (DO) yang terlalu rendah menyebabkan nafsu makan ikan turun. Disamping itu terdapat potensi daerah yang kurang teroksigenisasi dan menimbulkan pertumbuhan bakteri patogen. Jika kondisi DO dibawah angka 4 ppm maka tindakan yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan penambahan aerator. Sebaliknya dilakukan pengurangan aerator sehingga dapat mengurangi

biaya tenaga listrik jika kandungan DO melebihi batas yang disyaratkan.

4.3 Kadar Amonia

Kadar total amonia nitrogen (TAN) menunjukkan jumlah nitrogen anorganik yang berbentuk amonia dalam perairan yang bersumber dari pakan komersial yang digunakan. Jika kadar TAN di bawah 0,5 mg/L berarti sistem bekerja dengan baik. Gunakan lebih sedikit karbon. Jika TAN meningkat, tanggapi dengan cepat suplementasi karbon (Molase).

4.4 Konsentrasi Nitrit

Konsentrasi nitrit dalam air merupakan parameter yang kritis karena sulit untuk dikontrol. Beberapa hal yang perlu diperhatikan tentang konsentrasi nitrit dalam air media adalah tingkat kandungan protein pakan, salinitas dan kadar alkalinitas. Peningkatan nitrit dapat mengindikasikan penumpukan situs anaerobik. Dalam jika terjadi peningkatan nitrit, periksa tumpukan lumpur dengan cermat, dan jika ditemukan, ubah penyebaran aerator.

4.5 Level Nitrat

Tingkat level nitrat dalam air merupakan hasil penguraian bakteri *nitrosomonas* dari kandungan nitrit. Jika masih dalam kisaran antara 1-20 ppm berarti terdapat bakteri yang cukup serta kandungan nitrit yang masih bisa diuraikan. Kondisi ini tidak membahayakan ikan. Sebaliknya jika ada pada level diatas 20 ppm, perlu mendapat perhatian adalah adanya sumber nitrit yang agak berlimpah sehingga memerlukan penanganan melalui pengurangan kadar nitrit atau amonia seperti dijelaskan sebelumnya.

4.6 Nilai Alkalinitas

Kandungan alkalinitas dapat mempengaruhi proses asimilasi nitrogen oleh bakteri heterotrof dan proses nitrifikasi oleh bakteri kemo-autotrof. Nilai alkalinitas yang diharapkan adalah di atas 100 ppm. Jika di bawah nilai ini maka perlu dilakukan peningkatan dengan menambahkan kapur pertanian. Dosisnya tergantung nilai pH air saat itu. Karena penambahan kapur pertanian juga meningkatkan nilai pH.

4.7 Derajat Keasaman pH

Nilai pH dapat mempengaruhi kestabilan proses yang terjadi dalam perairan. Nilai kisaran pH yang diharapkan adalah antar 6,8 – 8. Jika terjadi fluktuasi nilai pH dan di luar kisaran yang dianjurkan maka perlu dilakukan tindakan. Nilai pH di bawah 6,8 dapat ditingkatkan dengan pemberian kapur pertanian, sedangkan saat nilai pH melebihi 8 maka dapat ditambahkan asam karbonat atau air dari rendaman daun-daunan yang dapat menurunkan pH misalnya ketapang.

4.8 Suhu Air

Parameter kualitas air yang termasuk susah untuk dikontrol jika budidaya dilakukan di luar ruangan adalah suhu. Suhu air sangat tergantung pada kondisi cuaca dan iklim. Suhu air yang ideal untuk pertumbuhan ikan adalah 28-30 °C. Untuk menaikkan ataupun menurunkan 1 °C suhu air diperlukan usaha yang cukup besar. Yang terpenting adalah fluktuasi harian tidak melebihi 3°C. Jika terjadi fluktuasi tersebut maka perlu dipersiapkan antisipasi jika mulai menimbulkan dampak kerugian bagi kesehatan ikan yaitu dengan mengalirkan air yang ideal. Menurut pengalaman penulis, permasalahan ini jarang terjadi jika volume air lebih dari 10 ton.

4.9 Kondisi Ikan

Tidak kalah penting adalah mengamati kondisi atau tingkah laku ikan selama pemeliharaan. Jika ikan mengalami penurunan nafsu makan, maka beberapa hal yang perlu dilakukan pengecekan diantaranya adalah kadar DO dan suhu. Seringkali terjadi fluktuasi kadar DO dan suhu menurun hingga melampaui batas yang ditolerir ikan. Penambahan pasokan udara dan air merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan dengan cepat namun harus juga memperhitungkan kualitas flok yang telah terbentuk sehingga tidak terlalu besar pengaruhnya terhadap flok.

Perubahan warna tubuh yang menjadi hitam mengindikasikan adanya stres yang dialami oleh ikan. Pengukuran kadar amonia dan nitrit hendaknya segera dilakukan dan jika terjadi kondisi yang kurang menguntungkan segera dapat diatasi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Terdapat ikan dengan tubuh yang tidak sehat (ada luka, sisik lepas, lendir berkurang), hal ini menunjukkan telah terjadi infeksi jasad patogen pada tubuh ikan. Jika mengalami kondisi demikian, maka langkah pertama adalah memulihkan terlebih dahulu kesehatan ikan dibandingkan mempertahankan kondisi flok. Penggantian dengan air yang telah di-*treatment* hingga 50% terpaksa harus dilakukan agar ikan selamat atau jika telah mencapai ukuran pasar dapat segera dipanen dan dijual dalam bentuk segar agar lebih menguntungkan.



Gambar 12. Varietas ikan nila yang digunakan. Nilasa (atas) dan # 1(bawah)

V Perencanaan dan Pola Tanam

Perencanaan dan pengaturan pola tanam sangat mempengaruhi keberhasilan usaha budidaya ikan nila sistem bioflok. Perencanaan dan pengaturan pola tanam hendaknya dikaitkan dengan kemampuan pasar dalam menyerap produk yang dihasilkan. Kondisi ini perlu dipertimbangkan karena ikan nila mempunyai kecenderungan susut bobot badan setelah dipanen, yaitu sebesar 1-5% per hari. Jadi jika dalam satu hari hasil panen tidak habis terjual, maka konsekuensi penurunan produksi akibat susut bobot badan adalah hal yang akan dihadapi. Sebagai contoh, jika dalam setiap panen dapat menghasilkan 1000 kg ikan nila, yang terserap hanya sebanyak 500 kg, maka hari berikutnya terdapat susut bobot ikan sebanyak $5\% \times 500 \text{ kg} = 25 \text{ Kg}$, setara dengan nilai Rp. 625 ribu (jika harga diestimasi sebesar Rp 25 ribu/kg).

Pola tanam yang tepat juga dapat berperan serta dalam memperbesar potensi margin yang dapat diraih. Sebagai misal, jika pasar memerlukan ikan nila dengan ukuran antar 4-8 ekor/kg, maka pola tanam yang dilakukan adalah mengacu pada limit waktu pemeliharaan yang digunakan untuk menghasilkan ikan dengan ukuran 4-5 ekor/kg. Estimasi waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 80-90 hari. Jika kita mengabaikan batasan waktu ini maka kapasitas produksi akan mengalami hambatan karena adanya jumlah panen yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar, sehingga akan mengganggu rantai proses produksi yang ada. Hal ini berarti juga dapat mempengaruhi pendapatan yang telah direncanakan.

Beberapa hal yang dapat dijadikan acuan dalam merencanakan produksi dan pelaksanaan pola tanam adalah berkaitan dengan target pendapatan, sinkronisasi pasar dan produksi serta kegiatan panen.

5.1 Target Pendapatan (jumlah, ukuran, pembiayaan, luas lahan)

Target pendapatan yang direncanakan akan mempengaruhi rencana dan pola tanam yang hendak dilakukan. Jumlah dan ukuran ikan yang hendak dipanen tergantung pada kemampuan serap pasar. Acuan minimal adalah produksi setara dengan nilai *break even point* (BEP) atau besaran harga pokok produksi (HPP). Target pendapatan disesuaikan dengan nilai HPP yang terendah sehingga nilai upaya per satuan biaya merupakan yang terbaik dan dapat menjadi bahan *bergaining* terhadap pembeli sehubungan dengan fluktuasi harga jual yang banyak dipengaruhi oleh faktor eksternal, misalnya musim, wabah dan selera konsumen.

Berpedoman pada nilai HPP terendah dan BEP minimal maka jumlah kuota biomassa yang hendak dipenuhi dapat diprogramkan dengan tepat dan cepat. Berbekal informasi tingkat produktivitas teknologi yang dimiliki serta lamanya waktu pemeliharaan maka jumlah sarana-prasarana yang dibutuhkan juga dapat direncanakan dengan baik serta di wujudkan dalam tabel sistem pola tanam yang terpadu dan berkesinambungan.

Berikut ini contoh perencanaan dan pola tanam yang dapat dikerjakan oleh seorang pembudidaya dalam menjalankan usaha budidaya ikan nila dengan menggunakan teknologi bioflok. Informasi yang dimiliki oleh pembudidaya adalah HPP 15 ribu/kg dengan tingkat BEP 10 ton/bulan dan produktivitas 20 kg/m³, efisiensi pakan 100%, kepadatan 2 kg/m³ serta waktu pemeliharaan 90 hari maka perencanaan yang bisa dibuat adalah sebagai berikut:

- Pembudidaya harus menyediakan wadah minimal 10.000 kg/20 kg x 3 bulan = 1.500 m³ jika 1 unit kolam terpal

mempunyai volume 10 ton berarti setara dengan 150 unit. Jumlah benih yang dibutuhkan per bulan adalah $2 \text{ kg} \times 500 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ kg}$.

- Sedangkan jumlah pakannya setara dengan 10 ton. Jika harga pakan Rp 10.000/kg maka per bulan dibutuhkan biaya untuk pakan sebesar $10 \text{ ton} \times \text{Rp } 10 \text{ ribu} = \text{Rp } 100 \text{ juta}$. Dengan asumsi biaya pakan adalah 80% dari total biaya, maka total biaya operasional per bulan adalah Rp 125 juta untuk menghasilkan produksi 10 ton. Biaya listrik dan SDM menambah pengeluaran menjadi Rp150 juta, yang berarti HPP per kg adalah $\text{Rp } 150 \text{ juta} : 10.000 \text{ kg} = \text{Rp } 15 \text{ ribu/kg}$.
- Pola tanam pada bulan 1-3 sama dan hasilnya mulai diperoleh pada bulan ke-4 dan seterusnya pola tanam per bulan serupa dengan pola tanam pada bulan 1-3.

5.2 Sinkronisasi Pasar dan Produksi serta Panen

Sinkronisasi kebutuhan pasar akan produk yang akan dihasilkan berpengaruh juga terhadap program dan pola tanam agar usaha tetap berkesinambungan. Ukuran dan jumlah kuota yang laku dipasarkan merupakan hal yang strategis dalam produksi.

Berikut ini salah satu hal yang perlu dilakukan dengan sifat komoditas yang dibutuhkan pasar ikan nila saat ini di Jawa Barat yaitu ukuran kecil (6-8 ekor/kg) sebanyak 70% dan ukuran medium dan besar sebanyak 30%. Informasi jumlah dan ukuran ikan yang dibutuhkan pasar ini mendorong perencanaan dilakukan berdasarkan faktor produksi yang mempengaruhi parameter produktivitas, diantaranya adalah ukuran awal ikan saat tebar, kepadatan ikan atau

biomas yang digunakan dan jumlah pakan yang diberikan serta lamanya waktu selama pemeliharaan hendaknya diarahkan untuk menghasilkan sasaran panen 70% ukuran kecil dan sisanya ukuran besar.

Sebagai contoh, jika teknologi bioflok yang diterapkan mempunyai spesifikasi produksi sebagai berikut, yaitu kepadatan 85 ekor/m³, ukuran ikan @ 20 gram, dengan pemberian jumlah pakan 2-4 kg/hari dan lama pemeliharaan 90 hari mempunyai tingkat produktivitas 25 kg/m³, efisiensi pakan 85% dan ukuran panen 300-350 g, maka untuk memenuhi permintaan pasar agar dapat berkesinambungan adalah dengan meningkatkan tingkat padat tebar nya menjadi sekitar 125-150 ekor/m³. Atau target dapat juga dicapai dengan menyingkat waktu menjadi lebih sedikit yaitu 70-75 hari. Opsi berikutnya yang dapat disesuaikan adalah pemberian jumlah pakan dikurangi menjadi 1-2 kg/hari, atau jenis pakan yang digunakan proteinnya diturunkan dari 32-32% menjadi 22-24% sehingga target sesuai kebutuhan pasar dapat dicapai secara berkelanjutan.

Hal berikutnya yang dapat mempengaruhi kesuksesan dalam memenuhi permintaan pasar secara berkelanjutan adalah dengan menyesuaikan jumlah panen atau produktivitas dan ukuran kolam dengan serapan pasar. Hendaknya panen yang dilakukan adalah secara total dari 1 kolam dapat terserap semua oleh pasar. Jika tidak maka kita akan menanggung resiko terjadinya penyusutan, yang jika terjadi dalam jumlah dan jangka waktu yang cukup lama maka akan membebani biaya produksi atau HPP menjadi lebih mahal.

Sebagai contoh, jika panen dari 1 kolam ukuran 500 m³ adalah sebesar 25 ton, sedangkan pasar hanya dapat menyerap 5 ton ikan dalam 1 malam maka berarti terjadi penyusutan sebesar:

- Hari ke-1 setelah panen = $1\% \times (25-5 \text{ ton}) = 200 \text{ kg}$
- Hari ke-2 = $1\% \times (20-5-0,2 \text{ ton}) = 148 \text{ kg}$
- Hari ke-3 = $1\% \times (15-5-0,148 \text{ ton}) = 98,5 \text{ kg}$
- Hari ke-4 = $1\% \times (10-5-0,098 \text{ ton}) = 49 \text{ kg}$

Total penyusutan dalam 4 hari setelah panen adalah 495,5 kg

Jadi jika ikan tidak terserap langsung habis satu hari dan memerlukan waktu 5 hari maka terjadi penyusutan yang cukup besar yaitu 495,5 kg atau setara dengan nilai Rp 12,4 juta pada harga konsumsi Rp 25 ribu/kg. Jika HPP normal sekitar 20 ribu/kg maka kondisi di atas dengan kata lain menambah jumlah HPP sebesar Rp. 396,4 menjadi Rp. 20.396/kg.

VI Analisa Usaha budidaya Ikan Nila BFT

6.1 Ukuran Optimal (Jumlah Unit dan Luas Kolam)

Usaha pembesaran ikan nila sistem bioflok ini dapat disesuaikan antara besarnya keuntungan dengan kemampuan modal termasuk sarana dan prasarana. Sesuai dengan harapan bahwa usaha harus berkesinambungan, jumlah unit dan luasan kolam hendaknya disesuaikan dengan batasan minimal keuntungan per orang, yaitu lebih besar dari upah minimum regional (UMR) di daerah tersebut agar usaha perikanan lebih menjanjikan. Berikut ini contoh ukuran optimal baik jumlah unit maupun luas kolam yang dapat menghasilkan keuntungan maksimal dari usaha pembesaran ikan nila sistem bioflok

UMR tertinggi di Indonesia adalah DKI Jakarta, yaitu sekitar Rp. 5 Juta. Jika HPP setiap kilogram ikan nila sekitar Rp. 18 ribu dan harga jual ikan bio saat ini minimal Rp. 23 ribu/kg, maka nilai UMR tersebut setara dengan margin dari produksi ikan nila, yaitu $5.000.000 / (23.000 - 18.000) = 1.000$ kg atau 1 ton setiap bulannya. Jika tingkat produktivitas kolam bioflok 10 ton ada pada tingkatan 25 kg/m³ dengan masa pemeliharaan 3 bulan maka volume air yang dibutuhkan adalah 40 ton air atau 4 unit terpal setiap bulan dan berarti 12 unit terpal dalam satu periode agar usaha pembesaran ikan bisa berkesinambungan. Luas lahan yang diperlukan sekitar 120-150 m². Perlu mendapat perhatian juga bahwa dalam nilai HPP sudah terdapat unsur pembiayaan SDM yang jika dilakukan secara mandiri maka berarti mendapatkan *double income* yaitu dari upah dan margin usaha.

6.2 R/C Rasio Usaha Pembesaran Ikan Nila Bio

R/C ratio yaitu kepanjangan dari rasio antara *Revenue* (pendapatan) dibagi dengan *Cost* (biaya total) dalam suatu usaha. Nilai RC > 1 berarti usaha yang dijalankan termasuk dalam kategori layak. Semakin tinggi nilai R/C maka berarti makin besar pula keuntungan atau margin yang dapat diperoleh dari kegiatan tersebut. Berikut ini gambaran ringkas suatu usaha pembesaran ikan nila bio yang dianalisa dengan berpedoman pada besaran biaya pakan yang ada.

- Jumlah unit kolam terpal volume 10 m^3 yang dimiliki adalah 30 buah yang digunakan untuk panen secara berkesinambungan dalam periode pemeliharaan 3 bulan. Per bulan volume kolam yang dipanen adalah $(30/3) \times 10 = 100 \text{ m}^3$
- Produktivitas BFT yang diterapkan adalah sebesar 25 kg/m^3 dengan tingkat efisiensi pakan 85%. Panen ikan per bulan = $25 \text{ kg} \times 100 = 2.500 \text{ kg}$. Pelet yang digunakan = $2.500/0,85 = 2.941 \text{ kg}$.
- Harga jual ditingkat produsen ikan nila bio adalah Rp. 25 ribu per kg, maka total pendapatan adalah $\text{Rp. } 25.000 \times 2.500 = \text{Rp. } 62.500.000.$,
- Harga pelet yang digunakan dari jenis terapung adalah Rp. 10 ribu/kg. Total biaya pakan = $\text{Rp. } 10.000 \times 2.941 = \text{Rp. } 29.410.000$. Biaya pelet memberikan kontribusi sebesar 80% dari total biaya. Biaya total yang dibutuhkan adalah $\text{Rp. } 29,41 \text{ juta} : 0,80 = \text{Rp. } 36.762.500,-$
- R/C ratio usaha = $\text{Rp. } 62.500.000 / \text{Rp. } 36.762.500 = 1,72$. Usaha ikan nila bioflok termasuk pada kategori layak. Usaha

dapat bergulir sesuai dengan periode pemeliharaan 3 bulan terus menerus.

6.3 Optimalisasi

Menurut Luo *et al.* (2017), penggunaan benih unggul pada pembesaran ikan nila dengan sistem bioflok pada salinitas 5 ppt memberikan tingkat produktivitas yang cukup tinggi yaitu hingga mencapai 33 kg/m³. Peneliti lainnya menambahkan bahwa tingkat efisiensi pakan dalam pembesaran ikan nila dengan sistem bioflok dapat melebihi nilai 100%. Kedua kondisi ini menginformasikan bahwa tingkat teknologi bioflok dapat dioptimalkan agar kedua parameter produksi tadi dapat tercapai, yaitu produktivitas di atas 30 kg/m³ dan efisiensi pakan mencapai 100%.

Pengalaman penulis mengindikasikan bahwa optimalisasi teknologi bioflok untuk pembesaran ikan nila dapat dilakukan melalui penggunaan varietas unggul, volume dan tipe kolam yang sesuai, tingkat kepadatan yang optimal serta ukuran awal benih yang menguntungkan. Berikut ini bahasan untuk masing-masing parameter tersebut.

Penggunaan varietas unggul ikan nila dapat meningkatkan parameter sintasan benih yaitu 12,74%, diikuti oleh produktivitas (6,16%), efisiensi pakan (1,39%), dan laju pertambahan bobot harian (0,21%). Koefisiensi variasi varietas ikan nila bio lebih rendah dibandingkan pada kontrol parameter efisiensi pakan dan sintasan. Tercatat nilai CV ikan nila bio dan kontrol berturut-turut adalah sebagai berikut: 8,68% dan 12,40% (efisiensi pakan), 20,18% dan 21,82% (sintasan). Sebaliknya pada nilai parameter produktivitas dan

laju pertumbuhan bobot harian pada ikan kontrol lebih rendah dibandingkan nilai bio yaitu 15,73%:20,68% dan 0,12%:0,20%.

Penggunaan wadah dengan volume yang berbeda berpengaruh terhadap parameter efisiensi pakan, produktivitas dan laju pertambahan bobot harian. Kolam tipe 10 m³ menunjukkan indikasi yang lebih mudah untuk dikelola sebagai wadah teknologi bioflok. Pembesaran ikan nila dengan keragaan yang terbaik yaitu 98,23% (efisiensi pakan), 25,0 kg/m³ (produktivitas), 94,89% (sintasan) dan 3,75%/hari (laju pertambahan bobot harian). Nilai koefisien variasi (CV) pada parameter efisiensi pakan berkisar antara 1,49% (100 m³) dan 10,18% (25 m³). Nilai kisaran CV pada parameter produktivitas, sintasan dan laju pertambahan bobot harian berturut-turut adalah 2,08% (100 m³) – 12,86% (25 m³); 4,35% (10 m³) – 9,38% (50 m³); dan 3,92% (10 m³) – 6,02% (100 m³).

Ikan yang dipelihara dengan tingkat kepadatan 75 ekor/m³ memberikan hasil yang terbaik pada parameter efisiensi pakan (79,10%), produktivitas (14,7 kg/m³) dan sintasan (88,54%). Sedangkan pada parameter laju pertambahan bobot harian nilai terbaik didapatkan pada kepadatan 75 ekor/m³ (2,04%) dan 80 ekor/m³ (2,02%). Nilai koefisien variasi (CV) pada parameter efisiensi pakan berkisar antara 4,40% (75 ekor/m³) dan 10,18% (85 ekor/m³). Nilai kisaran CV pada parameter produktivitas, sintasan dan laju pertambahan bobot harian berturut-turut adalah 7,08% (75 ekor/m³) – 12,70% (85 ekor/m³); 7,34% (80 ekor/m³) – 19,41% (85 ekor/m³); dan 3,92% (75 ekor/m³) – 18,08% (85 ekor/m³). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kepadatan antara 75-80 ekor/m³ ikan nila bio mempunyai keragaan produksi yang relatif seragam.

Ukuran awal benih mempunyai pengaruh terhadap parameter produksi pada budidaya ikan nila sistem bioflok. Nilai korelasi (R^2) tertinggi didapatkan pada laju pertambahan bobot harian yaitu 94,39%, diikuti dengan 58,41% (efisiensi pakan); 53,64% (produktivitas) dan 47,89% (sintasan). Kondisi ini menunjukkan bahwa ukuran bobot awal benih sangat berpengaruh terhadap laju pertambahan bobot. Ukuran awal bobot benih ikan bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi efisiensi pakan, produktivitas dan sintasan.

Optimasi teknologi bioflok pembesaran ikan nila dilakukan dengan memperhatikan aspek varietas unggul, kepadatan optimal dan kesesuaian wadah pemeliharaan serta ketepatan ukuran awal benih yang digunakan dapat memperbaiki nilai rata-rata keragaan pada semua parameter yang diamati. Nilai efisiensi pakan mencapai 100,94%, selanjutnya berturut-turut sintasan (96,18%), produktivitas (24,10%) dan laju pertambahan bobot harian (2,81%).

VII Penutup

Mengingat semakin menurunnya sumber daya alam akibat pengaruh baik langsung ataupun tidak langsung dari aktifitas pembangunan maka secara langsung juga berakibat pada usaha budidaya ikan yang mengandalkan sumber air dan lahan yang berkualitas baik.

Permasalahan ini menuntut suatu terobosan teknologi yang dapat diterapkan dan bernilai ekonomis jika digunakan dalam dunia bisnis. Salah satu alternatifnya adalah pengembangan teknologi bioflok untuk budidaya ikan. Teknologi ini masih terus dikembangkan untuk berbagai jenis komoditas ikan disebabkan oleh banyaknya nilai positif yang dimilikinya, antara lain menggunakan lahan dan air yang terbatas serta bersifat terkontrol yang meminimalkan pengaruh fluktuasi lingkungan yang merugikan, dan bersifat ramah lingkungan.

Produktivitas yang tinggi dan kemudahan dalam pengelolaan serta kepastian dalam memetik hasilnya merupakan faktor penentu yang menjadikan teknologi bioflok diminati di masa mendatang dengan berbagai tipe dan jenis yang sudah disempurnakan. Selain itu teknologi ini dapat digunakan pada tataran industri terutama untuk komoditas-komoditas air tawar yang memerlukan kuota cukup besar dalam produksi agar hasil yang diperoleh menjadi lebih bermakna.

Di masa mendatang, teknologi ini akan digunakan oleh para pengusaha dalam mendekatkan mesin produksinya kepada konsumen akhir sehingga akan dapat mengurangi biaya operasional untuk transportasi dan biaya yang ditimbulkan akibat penyusutan karena waktu pengiriman yang cukup lama dari lokasi produksi ke konsumen pada sistem sebelumnya.

Terakhir, penulis berharap gerakan penggunaan teknologi bioflok dapat dilakukan secara masif di seluruh wilayah Indonesia terutama di daerah yang jauh dari sumber air sehingga kebutuhan akan protein yang berasal dari ikan dapat dipenuhi secara mandiri oleh keluarga di Indonesia. Semoga.

DAFTAR PUSTAKA

- Azim, M.E. & Little, D.C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283, 29–35.
- Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc technology - a practical guide book*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, US, 182 pp
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/Nitrogen Ratio as A Control Element in Aquaculture Systems. *Aquaculture* 176: 227- 235
- Avnimelech, Y. (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264:140-147. Burford, M.A., Thompson P.J., McIntosh R.P., Bauman R.H. dan Pearson D.C. 2004. The Contribution of Flocculated Material to Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Nutrition in a High-intensity, Zero-exchange System. *Aquaculture* 232:525 537.
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356-357, 351–356.
- De Schryver, P., & Verstraete, W. (2009). Nitrogen Removal from Aquaculture Pond Water by Heterotrophic Nitrogen Assimilation in Lab-Scale Sequencing Batch Reactors. *Bioresource Technology* 100: 1162-1167.
- Emerenciano, M., Gaxiola, G. & Cuzon, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. <http://dx.doi.org/10.5772/53902>.

- FAO. (2020). *Yearbook Fishery and Aquaculture Statistic 2018*. Roma.
- Hargreaves, J.A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture. *SRAC Publication*, 4503, 1-11.
- Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W., & Verdegem, M.C.J. (2006). Effects of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 252: 248- 263.
- Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W., & Verdegem, M.C.J. (2004). Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 241: 179-194.
- Hermawan, T.E.S.A., Sudaryono, A., & Prayitno, S.B. (2014). The effect of different stocking densities toward growth and survival rate of catfish seed (*Clariasgariepinus*) in biofloc media. *J.of Aqua. Man. and Tech.*, **3**, 35-42.
- Izquierdo, M., Forster, L., Divakaran, S., Conquest, L., Decamp, O., & Tacon, A. (2006). Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition* 12: 192 - 202.
- Ju, Z.Y., Forster, L., Conquest, L., Dominy, W., Kuo, W.C., & Horgen, F.D. (2008). Determination of microbial community structures of shrimp floe cultures by biomarkers and analysis of floe amino acid profiles. *Aquaculture Research*, 39:118-133.
- Luo, G., Li, W., Tan, H. & Chen, X. (2017). Comparing salinities of 0, 10 and 20 in biofloc genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) production systems. *Aqua.and Fish.*, **2**, 220-226.

- Nugroho, E., Khakim, A. & Dewi, R.R.S.P.S. (2020). The performance of tilapia culture in biofloc technology (BFT) and floating net cage (KJA) systems as a candidate for the next tilapia culture in Indonesia. *IOP Con.Series. Earth and Environmental Science*, Ecological Intensification: A new paragon for sustainable aquaculture. Bogor. Indonesia.
- Nugroho, E. (2010). *Nila unggul #1*. Jakarta: Penebar Swadaya. 75 halaman
- Nugroho, E. (2021). *Benih unggul hasil pemuliaan untuk peningkatan produktivitas akuakultur air tawar*. Orasi Pengukuhan Profesor Riset KKP. Jakarta: Amfrad Press. 48 halaman.
- Nainggolan, H., Rahmantya, K.F., Asianto, A.D., Somad, W.A., Wahyuni, T., Wibowo, D. & Zunianto, A.K. (2018). Satu data produksi kelautan dan perikanan tahun 2017. Jakarta: Pusat Data, Statistik dan Informasi, KKP. 322 halaman.
- Rivandi, D.R. (2014). Biofloc-based Rearing on Broodstock and Larvae of Nile Tilapia. *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan. Institut Pertanian Bogor.
- Suryaningrum, F.M. (2014). Biofloc technology application on the cultivation of tilapia fish seed (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan* 1, artikel 3.
- Widanarni, Ekasari, J. & Maryam, J. (2012). Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red Tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *HAYATI J. of Biosci.*, 19, 73-80.
- World Bank. (2013). Fish to 2030. *Prospect for Fisheries and Aquaculture*. WB Report no 83177-GLB. Washington.

BIODATA PENULIS



Estu Nugroho. Lahir di Surabaya pada 30 Juli 1965. Gelar Sarjana Perikanan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor tahun 1988, gelar master pada tahun 1998 dari Kochi University, Jepang dan gelar doktor pada tahun 2001 dari Tohoku University, Jepang. Pada tahun 2021 berhasil mendapatkan gelasar Profesor Riset. Saat ini, penulis mencurahkan diri sebagai Peneliti Utama di Pusat Riset Perikanan. Sekitar 15 buah buku dan bunga rampai telah diterbitkan, baik di dalam negeri maupun luar negeri. Antara Lain:

DNA Marker as a tool for genetic management of brood stock for aquaculture, Kiat agribisnis lele, Budidaya ikan dan sayuran dengan sistem akuaponik, Nila unggul #1, Budidaya lele dengan sistem total akuakultur, Lele Mutiara, Aplikasi ilmu genetika dalam pemuliaan perikanan air tawar dan yang terbaru Panduan praktis budidaya patin perkasa.

Aisyah. Lahir di Malang pada 5 November 1979. Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Program Studi Teknologi Kelautan (Mayor Oceanografi) di Universitas Hang Tuah, Surabaya. Pendidikan Strata 2 di Institut Pertanian Bogor, Program Teknologi Kelautan (Mayor Akustik). Riwayat kerja penulis sejak pertama kali aktif sebagai ASN sampai sekarang adalah di Pusat Riset Perikanan sebagai peneliti. Sepuluh tahun terakhir terlibat dalam penelitian dan aktif menulis di bidang perikanan tangkap dan lingkungan khususnya di perairan darat. Beberapa publikasi berupa buku dan jurnal ilmiah telah dihasilkan selama berkiprah di dunia penelitian.



LAMPIRAN

Lampiran 1. SOP- Persiapan Wadah

a) Alat dan Bahan

Alat

- Wadah: kolam fiber/tembok/terpal berbentuk lingkaran kapasitas minimal 10 ton air, dilengkapi outlet di bagian tengah.
- Sikat, selang dan slaber
- Mesin *Blower*
- Jaringan Pipa inlet-outlet termasuk alat sirkulasi udara dan air (difuser atau batu aerasi, 2 buah per wadah).
- Ember dan timbangan

Bahan

- Garam (1 kg/ m³ air)
- Kapur pertanian (50 gr/ m³ air)
- Probiotik *Aquaenzym* (10 gr/ m³ air)
- Molase (130 gr/ m³ air)

b) Cara kerja :

Pembersihan Kolam

- Buang lumpur endapan ke saluran pembuangan dengan menggunakan slaber dibarengi dengan penyemprotan air untuk memudahkannya.
- Bersihkan seluruh permukaan kolam (dasar dan dinding) dengan sikat.
- Keringkan kolam minimal 1 hari untuk membunuh bakteri, parasit dan hama di kolam.
- Siapkan jaringan aerasi dengan memasang paralon dan *diffuser*.
- Pastikan *diffuser* bersih agar tidak menghambat keluarnya udara.

Pengisian Air

- Siapkan air bersih.
- Isi air menyesuaikan dengan tinggi pipa outlet (tinggi awal 50 cm kemudian naikan bertahap menjadi 80 cm selama 4-7 hari persiapan media).
- Hidupkan sistem aerasi untuk memudahkan pengadukan pupuk dan memperkaya oksigen terlarut di air.

Pemupukan dan pengapuran

- Memberikan garam krosok dengan takaran 1 kg garam untuk 1000 liter air (konsentrasi garam 1 ppt).

- Melakukan pengapuran dengan kapur pertanian atau dolomit dengan dosis 50 gram per 1000 liter air.
- Memberikan sumber karbon menggunakan molase dengan dosis 100 mL per 1000 liter air.
- Menambahkan bakteri pembentuk flok “Bio-enzym” serbuk sebanyak 10 gram per 1000 liter air.
- Tunggu hingga 5 – 7 hari hingga terbentuk flok.

Lampiran 2. SOP-Pembentukan Flok

a) Alat dan Bahan

Alat

- Corong *Imhoff*
- pH meter
- DO meter

Bahan

- Sampel air kolam
- Test kit amonia (TAN), Nitrit dan Nitrat

b) Cara kerja

Monitoring Kualitas Air

- Mengambil sampel air kolam untuk diamati
- Mengukur nilai pH air dengan pH meter
- Mengukur nilai DO dan Suhu dengan DO meter
- Mengukur kadar amonia, nitrit, dan nitrat dengan test kit
- Prosedur pengukuran kadar amonia, nitrit, dan nitrat sesuai dengan panduan produk test kit yang digunakan

Mengukur Jumlah Flok

- Mengambil sampel air kolam sebanyak 1 liter
- Sampel air dimasukkan ke dalam corong *imhoff*
- Membiarkan corong *imhoff* dalam posisi tegak lurus dan bebas dari guncangan
- Menunggu hingga 20 menit
- Amati jumlah endapan yang terbentuk
- Flok telah terbentuk dan siap tebar bila jumlah flok mencapai minimal 5 ml/L

Lampiran 3. SOP-Pendederan Larva

a) Alat dan Bahan

Alat

- Ember
- Timbangan
- Corong *Imhoff*
- Alat ukur pH, DO, Suhu
- Test kit kualitas air
- Timbangan

Bahan

- Larva ikan nila
- Pakan
- Obat anti stress (*acriflavim*)
- Pelet Hiprovote,
- Molase
- Probiotik “Aqua-Enzym”
- Garam
- Kapur dolomit

b) Cara Kerja

Penebaran Larva

- Menyeleksi larva ikan nila yang sehat dan ukuran seragam
- Memastikan tidak ada ikan yang mati di dalam kantong atau maksimal kematian di dalam kantong adalah 1% (tanda ikan sehat)
- Gerakan ikan lincah (tidak loyo)
- Menimbang sampel ikan untuk data berat awal
- Menghitung jumlah ikan sesuai kebutuhan per kolam dengan asumsi survival rate minimal 50%
- Menebar larva ikan sesuai dengan target panen
- Rentang padat tebar adalah 100 - 500 ekor/m³ (sesuaikan lokasi)
- Ukuran ikan yang ditebar minimal 10.000–20.000 ekor per kg (0,05 g – 0,1 g)
- Menebar larva ikan pada pagi atau sore hari (menghindari cuaca panas)
- Menebar ikan dengan hati-hati agar ikan tidak stres
- Biarkan kantong mengapung di kolam dalam kondisi terikat
- Buka kantong satu per satu dan langsung ditambahkan air kolam sedikit demi sedikit untuk aklimatisasi

- Setelah kantong terisi penuh dengan air, miringkan kantong ikan tersebut dan biarkan ikan keluar dengan sendirinya (pelan-pelan)
- Amati gerakan ikan di dalam kolam, catat bila ada kematian

Pemeliharaan Larva

- Monitor warna dan bau air kolam setiap hari
- Monitor kualitas fisika kimia air (Suhu, DO, dsb) setiap hari
- Monitor jumlah flok setiap hari
- Memasukkan hasil pengamatan kualitas air ke dalam jurnal harian
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik secara berkala (2 minggu sekali)
- Memasukkan air secara periodik setiap hari (1-5% selama 30 menit) sebelum diberi pakan
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik bila terjadi perubahan bau air (air flok menjadi bau)
- Dosis pemberian molase dan probiotik adalah 0,15 x Jumlah pakan untuk Molase dan 1 gram Probiotik dalam setiap 1 ton air
- Monitor dan mencatat kondisi ikan dan jumlah kematian bila ada
- Memberikan pakan sebanyak 10 % berat total ikan (pakan dibibis yaitu ditambah sedikit air dan didiamkan 10-20 menit sebelum diberikan pada ikan)
- Memberikan pakan dengan frekuensi 3 – 4 kali sehari (Pada tempat /anco yang disediakan)
- Memberikan pakan dilakukan pada 08.00; 11.00; 13.00; dan 16.00
- Bila nafsu makan tidak normal, cek dasar kolam dan kualitas air terutama DO
- Memastikan parameter kualitas air dalam kondisi optimal dan ideal untuk pertumbuhan ikan
- Melakukan sampling pertumbuhan ikan bulanan
- Memastikan sistem aerasi dapat bekerja dengan baik dan aerator tidak boleh mati lebih dari 30 menit

Lampiran 4. SOP-Panen Larva

a) Alat dan Bahan

- Jaring jebakan
- Bambu
- Serokan halus (lambit)
- Drum blong (drum plastik yang sudah dibagi 2)
- Kolam penampungan benih (pemberokan)
- Timbangan
- Aerator
- Ember

b) Cara kerja

- Pemanenan benih ikan dilakukan pagi atau sore hari
- Ikan dipanen dengan cara diserok
- Ambil sampel ikan untuk ditimbang berat rata-rata ikan per ekor (10 ekor per timbangan, diulang 3x).
- Hasil panen langsung ditimbang dan dibawa ke kolam pemberokan
- Kolam dibedah dengan cara tetap mengalirkan air bersih tujuannya agar air di kolam tidak keruh.
- Panen dilakukan pada pukul 07.00-08.00 WIB (tentatif) sesuai arahan manager
- Drum blong diisi air bersih 1/3 bagian
- Masukkan ikan kedalam drum blong
- Timbang ikan di dalam blong tersebut
- Bobot ikan adalah hasil timbangan dikurangi berat air + blong (jangan lupa dicatat)
- Kemudian ikan dibawa ke berokan untuk proses istirahat
- Ikan hasil panen ditampung di kolam berokan dengan dialiri air dan diberikan aerasi
- Pastikan oksigen terlarut di kolam berokan > 4 ppm
- Ikan hasil panen diistirahatkan untuk memulihkan kondisi ikan
- Data panen total diisikan ke dalam formulir harian dan langsung dilaporkan kepada managernya
- Selanjutnya ikan siap dilakukan pengepakan keesokan harinya

Target Panen

- SR 50 %
- EP > 60 %

Lampiran 5. SOP-Pendederan Benih

a) Alat dan Bahan

Alat

- Corong *Imhoff*
- Alat ukur pH, DO, Suhu
- Test kit kualitas air
- Timbangan

Bahan :

- Pelet dengan kadar protein 26-32%,
- Molase
- Probiotik “Aqua-Enzym”
- Garam
- Kapur dolomit

b) Cara kerja

- Bak dipersiapkan sesuai dengan SOP 1 dan SOP 2.
- Benih ikan ditebar dengan tingkat kepadatan antara 200-300 ekor/m³.
- Monitor warna dan bau air kolam setiap hari.
- Monitor kualitas fisika kimia air (Suhu, DO, dsb) setiap hari.
- Monitor jumlah flok setiap hari.
- Memasukkan hasil pengamatan kualitas air ke dalam jurnal harian.
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik secara berkala (2 minggu sekali).
- Memasukkan air secara periodik setiap hari (1-5% selama 30 menit) sebelum diberi pakan.
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik bila terjadi perubahan bau air (air flok menjadi bau).
- Dosis pemberian molase dan probiotik adalah 0,15 x Jumlah pakan untuk Molase dan 1 gram Probiotik dalam setiap 1 ton air.
- Monitor dan mencatat kondisi ikan dan jumlah kematian bila ada.
- Memberikan pakan sebanyak 10 % berat total ikan (pakan dibibis yaitu ditambah sedikit air dan didiamkan 10-20 menit sebelum diberikan pada ikan).
- Memberikan pakan dengan frekuensi 3 – 4 kali sehari (pada tempat /anco yang disediakan).

- Memberikan pakan, dilakukan pada 08.00; 11.00; 13.00; dan 16.00.
- Bila nafsu makan tidak normal, cek dasar kolam dan kualitas air terutama DO.
- Memastikan paramter kualitas air dalam kondisi optimal dan ideal untuk pertumbuhan ikan.
- Melakukan sampling pertumbuhan ikan bulanan.
- Memastikan sistem aerasi dapat bekerja dengan baik dan aerator tidak boleh mati lebih dari 30 menit.

Lampiran 6. SOP-Panen Benih

a) Alat dan Bahan

- Jaring jebakan
- Bambu
- Serokan halus (lambit)
- Drum blong (drum plastik yang sudah dibagi 2)
- Kolam penampungan benih (pemberokan)
- Timbangan
- Aerator
- Ember

b) Cara kerja

- Pemanenan benih ikan dilakukan pagi atau sore hari.
- Ikan dipanen dengan cara diserok-dijaring.
- Ambil sampel ikan untuk ditimbang berat rata-rata ikan per ekor (10 ekor per timbangan, diulang 3x).
- Hasil panen langsung ditimbang dan dibawa ke kolam pemberokan.
- Kolam dibedah dengan cara tetap mengalirkan air bersih tujuannya agar air di kolam tidak keruh.
- Panen dilakukan pada pukul 07.00-08.00 WIB (tentatif) sesuai arahan manager.
- Drum blong diisi air bersih 1/3 bagian.
- Masukkan ikan kedalam drum blong.
- Timbang ikan di dalam blong tersebut.
- Bobot ikan adalah hasil timbangan dikurangi berat air + blong (jangan lupa dicatat).
- Kemudian ikan dibawa ke berokan untuk proses istirahat.
- Ikan hasil panen ditampung di kolam berokan dengan dialiri air dan diberikan aerasi.
- Pastikan oksigen terlarut di kolam berokan > 4 ppm.
- Ikan hasil panen diistirahatkan untuk memulihkan kondisi ikan.
- Data panen total diisikan ke dalam formulir harian dan langsung dilaporkan kepada managernya.
- Selanjutnya ikan siap dilakukan pengepakan keesokan harinya.

Target Panen

- SR 70 %
- EP > 80 %

Lampiran 7. SOP-Pembesaran

a) Alat dan Bahan

Alat :

- Corong *Imhoff*
- Alat ukur pH, DO, Suhu
- Test kit kualitas air
- Timbangan

Bahan :

- Pelet kadar protein 26-32%
- Molase
- Probiotik “Aqua-Enzym”
- Garam
- Kapur dolomit

b) Cara kerja

Pemeliharaan ikan

- Bak dipersiapkan sesuai dengan SOP 1 dan SOP 2.
- Benih ikan ditebar dengan tingkat kepadatan antara 80-100 ekor per m³.
- Monitor warna dan bau air kolam setiap hari.
- Monitor kualitas fisika kimia air (Suhu, DO, dsb) setiap hari.
- Monitor jumlah flock setiap hari.
- Memasukkan hasil pengamatan kualitas air ke dalam jurnal harian.
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik secara berkala (2 minggu sekali).
- Memasukkan air secara periodik setiap hari (1-5% selama 30 menit) sebelum diberi pakan.
- Mengganti air dan menambahkan molase serta probiotik bila terjadi perubahan bau air (air flock menjadi bau).
- Dosis pemberian molase dan probiotik adalah 0,15 x Jumlah pakan untuk molase dan 1 gram probiotik dalam setiap 1 ton air.
- Monitor dan mencatat kondisi ikan dan jumlah kematian bila ada.
- Memberikan pakan sebanyak 5-10 % berat total ikan (pakan dibibis yaitu ditambah sedikit air dan didiamkan 10-20 menit sebelum diberikan pada ikan).
- Memberikan pakan dengan frekuensi 3 – 4 kali sehari (pada tempat /anco yang disediakan).

- Memberikan pakan dilakukan pada 08.00; 11.00; 13.00; dan 16.00.
- Bila nafsu makan tidak normal, cek dasar kolam dan kualitas air terutama DO.
- Memastikan paramter kualitas air dalam kondisi optimal dan ideal untuk pertumbuhan ikan.
- Melakukan sampling bulanan pertumbuhan ikan.
- Memastikan sistem aerasi dapat bekerja dengan baik dan aerator tidak boleh mati lebih dari 30 menit.

Panen ikan

- Pemanenan benih ikan dilakukan pagi atau sore hari.
- Ikan dipanen dengan cara diserok-dijaring.
- Ambil sampel ikan untuk ditimbang berat rata-rata ikan per ekor (10 ekor per timbangan, diulang 3x).
- Hasil panen langsung ditimbang dan dibawa ke kolam pemberokan.
- Kolam dibedah dengan cara tetap mengalirkan air bersih tujuannya agar air di kolam tidak keruh.
- Panen dilakukan pada pukul 07.00-08.00 WIB (tentatif) sesuai arahan manager.
- Drum blong diisi air bersih 1/3 bagian.
- Masukkan ikan ke dalam drum blong.
- Timbang ikan di dalam blong tersebut.
- Bobot ikan adalah hasil timbangan dikurangi berat air+blong (jangan lupa dicatat).
- Kemudian ikan dibawa ke berokan untuk proses istirahat.
- Ikan hasil panen ditampung di kolam berokan dengan dialiri air dan diberikan aerasi.
- Pastikan oksigen terlarut di kolam berokan > 4 ppm.
- Ikan hasil panen diistirahatkan untuk memulihkan kondisi ikan.
- Data panen total diisikan ke dalam formulir harian dan langsung dilaporkan kepada managernya.
- Selanjutnya ikan siap dilakukan pengepakan keesokan harinya.

Target Panen

- Biomassa 20-25 kg/m³
- EP > 90 %



AMaFRaD  **PRESS**

Diterbitkan oleh :

AMAFRAD Press

**Badan Riset dan Sumber Daya Manusia
Kelautan dan Perikanan**

**Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan
Merdeka Timur,**

Jakarta Pusat 10110

Telp. (021) 3513300 Fax: 3513287

Email : amafradpress@gmail.com

Nomor IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN 978-623-6464-05-2



ISBN 978-623-6464-06-9 (PDF)

