

EFEKTIVITAS BUDIDAYA IKAN LELE DENGAN *RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM (RAS)* DI SUJAFISH FARM, KECAMATAN CIKOLE, KOTA SUKABUMI

**Amalia Putri Firdausi¹, Cecilia Eny Indriastuti¹, Ima Kusumanti¹, Dian Eka
Ramadhani¹, Risma Arafah Tunisa¹, Achmad Zidan Akmal Maulana¹, Galih Amar
Taufiqurrahman Sasmita¹, M. Fizry Alnur Rizky¹, Wiyoto Wiyoto¹, Pricila Aurora
Adycha¹, Muhammad Fajar Maulana Ihsan¹**

¹⁾ Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembenuhan Ikan, Sekolah Vokasi, Institut
Pertanian Bogor
Email: amaliafirdausi@apps.ipb.ac.id

RINGKASAN

Ikan lele mulai dibudidayakan oleh UMKM Sujafish Farm Kecamatan Cikole, Kota Sukabumi pada awal tahun 2023. Lahan budidaya perkotaan yang semakin sempit, biaya pakan semakin mahal, dan ketersediaan air yang terbatas menjadi kendala pengembangan budidaya ikan air tawar di Kota Sukabumi. Salah satu solusi untuk menyasiasi hal tersebut adalah pengembangan teknologi *Recirculating Aquaculture System (RAS)*. RAS adalah teknologi budidaya dimana air dapat digunakan kembali setelah difilter secara mekanis dan biologis. Wadah pemeliharaan menggunakan bak bulat berdiameter 2 m dan diisi air dengan ketinggian 0,8 m berjumlah 6 bak. Volume air dalam setiap bak yaitu 2.152 L air. Benih yang digunakan berukuran 8–10 cm dengan kepadatan per bak 318 ekor/m². Parameter pengamatan yang dilihat adalah suhu, pH, DO, amoniak, nitrit, nitrat, dan pertumbuhan ikan. Aplikasi RAS membuktikan dapat menjaga kualitas air suhu, pH, DO, dan amoniak. Nilai pertumbuhan dan kelangsungan hidup sistem RAS lebih tinggi dibandingkan sistem sirkulasi, sehingga teknologi RAS dapat menjadi alternatif solusi teknologi budidaya ramah lingkungan di daerah perkotaan.

Kata kunci: Akuaponik, budidaya ikan, Kota Sukabumi, *Recirculating Aquaculture System*

EFFECTIVENESS OF CULTIVATION OF CATFISH WITH RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM (RAS) AT SUJAFISH FARM, CIKOLE, SUKABUMI CITY

ABSTRACT

Catfish was cultivating by the Sujafish Farm, Cikole District, Sukabumi City, in early 2023. Urban cultivation land is increasingly narrow, feed costs are increasingly expensive, and limited water availability hinders freshwater fish cultivation development in Sukabumi City. One solution to get around this is developing

Recirculating Aquaculture System (RAS) technology. RAS is a cultivation technology where water can be reused after being filtered mechanically and biologically. The maintenance container uses six round ponds with a diameter of 2 m and is filled with water to a height of 0,8 m. The volume of water in each tub is 2.152 L of water. The seeds measured 8–10 cm with a density of 318 individuals/m². The observation parameters were temperature, Ph, DO, ammonia, nitrite, nitrate, and fish growth. The RAS application has been proven to maintain water quality, temperature, Ph, DO, and ammonia. RAS systems growth and survival value are higher than circulation, so that RAS technology can be an alternative environmental friendly cultivation technology solution in urban areas.

Keywords: *Aquaculture, aquaponic, Recirculating Aquaculture System, Sukabumi City*

PERNYATAAN KUNCI

Efisiensi dalam budidaya ikan saat ini mutlak dilakukan. Biaya pakan yang tinggi membuat margin keuntungan pembudidaya semakin menipis. Di samping itu, lahan budidaya di daerah perkotaan atau pinggiran kota sudah semakin sempit, bersaing dengan penggunaan pemukiman. Oleh sebab itu, perlu dicari upaya efisiensi dalam usaha budidaya ikan, khususnya ikan lele.

Recirculating Aquaculture System (RAS) merupakan teknologi budidaya untuk efisiensi produksi dan produktivitas. Selain padat tebar yang tinggi, budidaya dengan sistem RAS dapat menjamin keberlanjutan dan ramah lingkungan karena dapat memanfaatkan air dengan hemat dan dapat menggunakan lahan yang terbatas.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Teknologi RAS perlu disosialisasikan secara masif dan terus menerus kepada pembudidaya lele, yang pada umumnya masih menggunakan cara konvensional. Khususnya pembudidaya ikan di daerah

perkotaan agar dapat menerapkan budidaya berkelanjutan dan ramah lingkungan dengan sistem RAS. Pendampingan dan bimbingan teknis juga perlu dilakukan baik oleh pemerintah, penyuluh, mitra bisnis maupun dari perguruan tinggi. Pendampingan dapat berupa pendampingan desain teknologi RAS dan manajemen budidaya lele.

PENDAHULUAN

Perikanan budidaya adalah salah satu sektor produksi pangan yang mengalami perkembangan pesat dari tahun ke tahun. Produksi akan berlipat ganda dalam 15-20 tahun mendatang. Pertumbuhan perikanan budidaya memiliki peran dalam menyediakan pasokan ikan dalam skala nasional, regional dan dunia; menciptakan lapangan pekerjaan; memenuhi ketahanan pangan dan gizi (Phillips *et al.*, 2016;)

Melihat hal tersebut, sering kali kita dihadapkan dengan peluang dan tantangan. Produksi perikanan yang semakin tinggi mengakibatkan munculnya masalah lingkungan seperti limbah perairan, keterbatasan

sumber daya lahan dan air (Karima dan Kaswanto, 2017). Masalah ini harus segera ditangani dengan terus mengembangkan konsep perikanan budidaya yang berkelanjutan, seperti mengurangi penggunaan air tawar, memilih obat-obatan yang ramah lingkungan dan alternatif bahan baku pakan untuk akuakultur berkelanjutan.

Alternatif yang dapat digunakan untuk menghemat penggunaan air dan mengurangi dampak pencemaran air adalah dengan teknologi RAS. RAS adalah sistem di mana air (sebagian) dapat digunakan kembali setelah difilter secara mekanis dan biologis. Air baru ditambahkan ke tangki apabila volumenya berkurang karena penguapan atau pembersihan filter. RAS terbukti efektif untuk mengurangi penggunaan air (Verdegem *et al.*, 2006), membantu menjaga kualitas air dan meningkatkan produktivitas budidaya (Indriastuti *et al.*, 2022), membantu pengelolaan penyakit dan air (Summerfelt *et al.*, 2009).

Kecamatan Cikole terletak di pusat Kota Sukabumi dan merupakan pusat pemerintahan Kota Sukabumi. Wilayah ini didukung dengan infrastruktur yang memadai, sehingga menjadikan Kecamatan Cikole banyak diminati oleh para pengusaha dan investor. Secara ekonomis akan menguntungkan Pemerintah Daerah Kota Sukabumi karena mampu mengurangi angka pengangguran dengan membuka lapangan pekerjaan khususnya sektor perikanan

budidaya. Kendala yang dihadapi pembudidaya adalah ketersediaan air yang terbatas dan produktivitas masih rendah. Oleh karena itu, tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk melihat peningkatan produktivitas usaha budidaya ikan lele dengan teknologi RAS.

Sujafish Farm adalah pelaku usaha yang menjalankan usaha budidaya ikan lele menggunakan teknologi RAS di Kecamatan Cikole, Kota Sukabumi. Ikan lele adalah komoditas yang mudah dibudidayakan, pertumbuhannya cepat, dapat dibudidayakan dengan kepadatan tinggi, nafsu makan tinggi, dan mudah beradaptasi (Rahayu dan Farid, 2018; Muhartono dan Nurlaili, 2022).

SITUASI TERKINI

Berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 15 Tahun 2000, wilayah Kota Sukabumi terdiri dari 7 (tujuh) kecamatan, yaitu Kecamatan Lembursitu, Kecamatan Cibereum, Kecamatan Warudoyong, Kecamatan Cikole, Kecamatan Baros, Kecamatan Gunungpuyuh, dan Kecamatan Citamiang. Cikole memiliki luas wilayah terluas keempat setelah Warudoyong. Luas dataran masing-masing kecamatan disajikan pada Tabel 1.

Walaupun demikian, tidak menjamin bahwa produksi ikan segar di Cikole memiliki nilai tinggi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi (2022), nilai produksi ikan segar di wilayah Cikole berada di posisi terakhir. Data produksi ikan segar

menurut kecamatan tahun 2020-2022 ditampilkan pada Tabel 2.

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi (2022), penggunaan lahan di Cikole didominasi oleh bangunan pemukiman kota, kegiatan sawah, kebun campuran, bangunan industri, perdagangan, dan perkantoran. Persentase kawasan kolam air tawar masih kecil sekali hanya 1,03% dengan luas 49,71 ha.

Tabel 1. Luas wilayah menurut Kecamatan di Kota Sukabumi tahun 2019

No.	Kecamatan	Luas (km ²)
1	Lembursitu	10,692
2	Cibereum	9,122
3	Warudoyong	7,563
4	Cikole	6,216
5	Baros	5,583
6	Gunungpuyuh	5,151
7	Citamiang	4,004

Tabel 2. Nilai produksi Ikan Segar menurut kecamatan tahun 2020–2022

Kecamatan	Nilai Produksi Ikan (Ribu Rupiah)		
	2020	2021	2022
Baros	3.828.066	3.872.990	3.924.262
Lembursitu	8.252.839	8.349.691	8.444.343
Cibereum	5.576.580	5.642.025	5.754.055
Citamiang	2.161.218	2.186.581	2.185.300
Warudoyong	3.864.526	3.909.879	3.984.813
Gunung Puyuh	1.759.965	1.780.619	1.806.424
Cikole	1.085.389	1.098.127	1.158.242

METODOLOGI

Desain *Recirculating Aquaculture System* (RAS)

Sistem resirkulasi adalah sistem dimana air budidaya dimurnikan dengan filter dan digunakan kembali secara terus-menerus. Limbah yang dihasilkan seperti padatan terlarut, amonium, dan CO₂ dihilangkan atau diubah menjadi limbah yang tidak beracun. Air yang dimurnikan kemudian dijenuhkan dengan oksigen dan dikembalikan ke wadah pemeliharaan ikan (Martins *et al.*, 2010; Shaffitri *et al.*, 2016).

Menurut Fadhil *et al.* (2010), sistem RAS memiliki komponen dasar yaitu bak pemeliharaan ikan sebagai tempat pemeliharaan organisme akuatik, bak pengendapan limbah, bak biofilter merupakan tempat berlangsungnya proses nitrifikasi, tandon air bersih bertujuan untuk menampung air bersih dan diaerasi, bak penyaringan berfungsi menyaring limbah padatan terlarut. Peralatan pendukung seperti aerator dan pompa juga diperlukan.

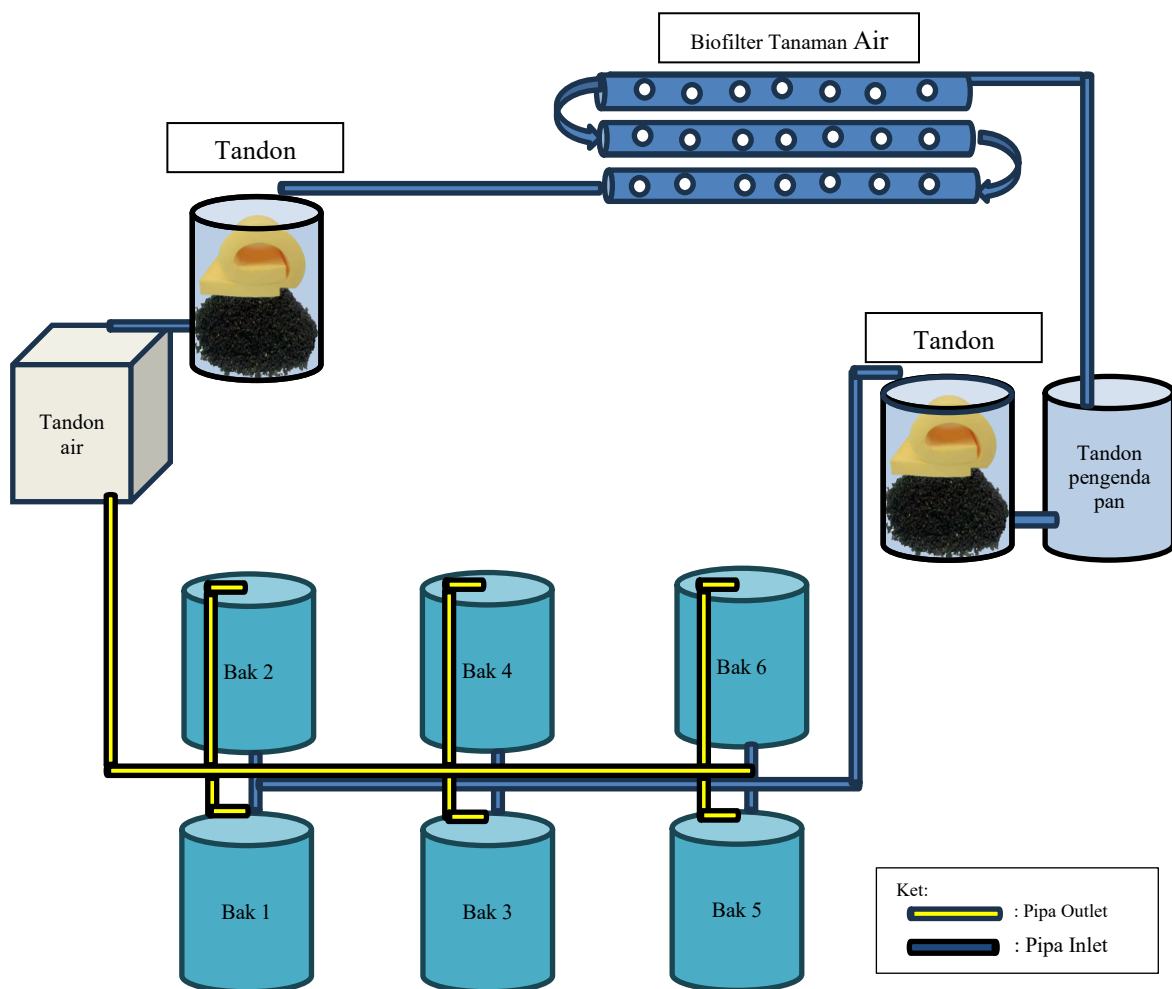
Bak yang digunakan untuk sistem RAS pembesaran ikan lele berupa bak terpal bulat dengan ukuran diameter 2 m dan diisi air

dengan ketinggian 0,8 m berjumlah 6 bak. Volume air dalam setiap bak yaitu 2.152 L air. Kepadatan ikan setiap bak yaitu 318 ekor/m² per wadah dengan ukuran ikan saat tebar 8-10 cm.

Air baru berasal dari air tanah sedalam 30 m yang di pompa menuju tandon air hingga penuh. Air dari tandon dialirkan melalui pipa inlet menuju tiap bak pemeliharaan, pipa-pipa inlet tersebut dipasang keran untuk mengatur debit air yang masuk pada bak pemeliharaan ikan lele. Desain rancangan teknologi RAS yang

diterapkan di Sujafish Farm disajikan pada Gambar 1.

Debit air yang digunakan yaitu 5 L/detik. Outlet dipasang di tengah bak pemeliharaan yang terbuat dari terpal, mengalir ke bawah bak dan menuju ke tandon filter mekanis pertama. Filter yang digunakan pada bak filter yaitu filter busa sebanyak 2 buah ukuran 50 cm x 80 cm yang sudah dilipat di dalam tandon dan pasir malang sebanyak 5 kg. Penyusunan filter air di dalam tandon yaitu pasir malang berada di bawah dan busa filter disimpan di atasnya.



Gambar 1. Desain RAS pada Budidaya Ikan Lele

Air bersih yang sudah difilter dihubungkan ke tandon pengendapan di sebelahnya. Fungsi bak pengendapan untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi. Air dari tandon pengendapan dipompa kembali dan dialirkan menuju ke tempat biofilter tanaman.

Desain biofilter tanaman disusun dengan 3 rangka paralon dengan 25 lubang di setiap paralon. Air yang masuk ke dalam paralon tanaman mengalir terus menerus mulai dari paralon satu ke paralon kedua hingga paralon ketiga secara bertahap. Fungsi pengaliran menuju tanaman sebagai filter biologi menggunakan berbagai sayuran yang dibudidayakan seperti kangkung, sawi, dan selada. Menurut Savidov (2004), tanaman yang sangat cocok untuk biofilter adalah jenis sayuran dikarenakan mempunyai kemampuan baik menyerap nutrisi dalam air.

Air dari paralon tanaman dialirkan untuk difilter kembali di tandon filter terakhir yang terdiri dari busa filter dan pasir malang dengan jumlah yang sama seperti tandon filter sebelumnya. Air yang telah difilter terakhir langsung dialirkan menuju tandon air akhir untuk diresirkulasi kembali airnya menuju bak-bak pemeliharaan pembesaran ikan lele di Sujafish Farm.

Pemeliharaan Ikan Lele

Benih lele yang ditebar berasal dari farm di sekitar Kota Sukabumi dengan varietas Lele Sangkuriang. Jumlah benih sebanyak 6.000 ekor per bak dengan ukuran

8–10 cm. Ikan diberi pakan Hi-Provite 781-2 berukuran 2 mm untuk ukuran lele 8–12 cm, kemudian menggunakan Hi-Provite 781 berukuran 5 mm untuk ukuran lele 12 cm hingga panen. Kandungan Hi-Provite yaitu protein 31%, lemak 5%, serat kasar 5%, kadar abu 13%, kadar air 12%. Pemberian pakan secara *ad restricted* dengan *feeding rate* sebanyak 3%. Pakan diberikan dua kali sehari pada pukul 09.00 WIB dan 16.00 WIB.

Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan mengukur kualitas air agar dapat monitoring parameter fisik dan kimia sudah sesuai dengan kisaran baku mutu. Parameter yang diukur berupa suhu, pH, DO, amoniak, nitrit, dan nitrat. Pengukuran suhu menggunakan termometer dan pH menggunakan pH meter dilaksanakan setiap hari setiap pagi hari pukul 06.00 WIB dan sore hari pukul 17.00 WIB. Pengukuran amoniak, nitrit dan nitrat menggunakan kit amoniak, nitrit, nitrat setiap seminggu sekali.

ANALISIS DAN ALTERNATIF

SOLUSI

Kondisi Kualitas Air di dalam Bak Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Pengukuran kualitas air yang ada pada kegiatan budidaya di Sujafish Farm Pengukuran kualitas air dilakukan dalam satu minggu sekali selama pemeliharaan dengan waktu pengukuran dilakukan pada pukul 06.00 WIB dan 16.00 WIB. Sumber air yang digunakan berasal dari air sumur. Parameter

kualitas air yang diamati di antaranya suhu, pH, DO, amonia, dan nitrit nitrat.

a. Suhu

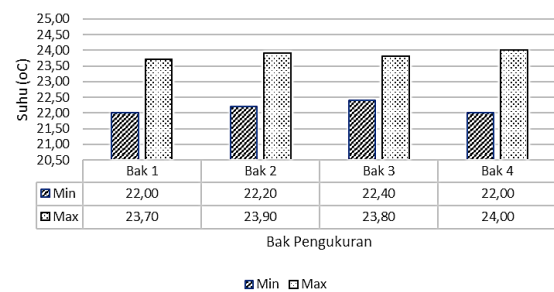
Suhu air sangat mempengaruhi pada aktivitas dan nafsu makan ikan. Hasil penelitian yang dilakukan terlihat bahwa suhu berkisar antara 22,0–26,0°C yaitu sesuai dengan baku mutu perairan budidaya 28,0-32,0°C (SNI 2014). Hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan bahwa pada suhu di bawah 25,0°C terdapat penurunan nafsu makan pada ikan. Pengukuran yang dilakukan pada pagi dan sore hari menunjukkan kisaran suhu pagi hari berada pada 22,0-24,0°C (Gambar 2). Sedangkan pada suhu sore hari berada pada kisaran suhu 24,5-26,0°C (Gambar 3).

Suhu pada wadah pemeliharaan pembesaran ikan lele masih di bawah standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI, pada pagi hari suhu terendah mencapai 22°C dan pada sore hari suhu terendah mendekati namun di bawah standar SNI, hal tersebut dikarenakan kondisi topografi lokasi pengamatan berada pada kaki Gunung Gede. Selain itu, adanya fenomena alam aphelion yaitu jarak terjauh bumi dari matahari yang membuat suhu di atmosfer sangat dingin, suhu dari alam tersebut mempengaruhi wadah pemeliharaan lele yang berada di *outdoor* sehingga turun di bawah nilai SNI.

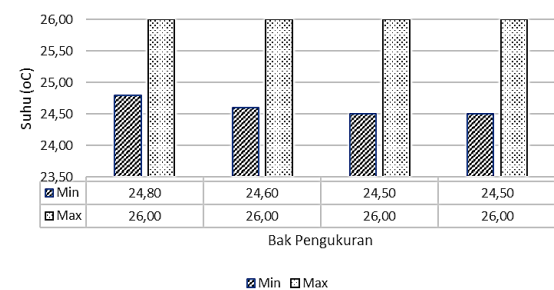
b. pH

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pH kolam ikan lele

berkisar antara 6,5–8,5. Nilai kisaran pH ini menunjukkan sudah sesuai dengan baku mutu perairan PP No. 82 Tahun 2001. Nilai pH berada di angka konsisten yaitu 6,5. Nilai pH rerata berada di nilai pH terendah yang telah ditetapkan SNI (2014), hal itu disebabkan oleh banyaknya amonia yang dihasilkan dari sistem metabolisme ikan lele, sehingga amoniak tersebut mengendap didasar kolam dan lama terurai karena rendahnya suhu perairan



Gambar 2. Grafik pengukuran suhu pagi hari



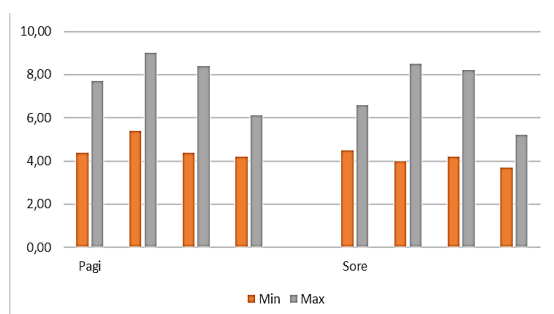
Gambar 3. Grafik pengukuran suhu sore hari

Tinggi rendahnya nilai pH di suatu perairan dapat disebabkan oleh fluktuasi bahan organik dan meningkatnya konsentrasi CO₂ karena aktivitas mikroba dalam menguraikan bahan organik tersebut (Maniani *et al.*, 2016). Nilai pH rendah (keasaman yang tinggi) berpengaruh terhadap turunnya nilai kandungan oksigen terlarut, akibatnya konsumsi oksigen oleh organisme perairan menurun, aktivitas

pernapasan naik dan selera makan akan berkurang (Tokah *et al.*, 2017).

c. DO

Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut yang dilakukan selama pagi hari dalam kisaran waktu 2 bulan memiliki berkisar antara 4,99–6,90 pada pagi hari dan 4,60–6,80 pada sore hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai DO pada wadah pemeliharaan lele masih berada di angka optimal yaitu >3 (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik pengukuran DO

Keseimbangan kadar DO optimal tetap terjaga di lokasi penelitian karena pergantian air dilakukan secara rutin. Menurunnya oksigen terlarut tidak hanya mempengaruhi pada respirasi, tetapi juga menurunnya aktivitas makan ikan yang berdampak pada pertumbuhan ikan berkurang (Lovell, 1998), rentan terhadap serangan penyakit dan kematian berkala.

d. Amonia, Nitrit dan Nitrat

Hasil pengamatan di lapangan didapatkan bahwa nilai amoniak di empat bak pengamatan yang dilakukan berada pada nilai $<0,01$ mg/L, sehingga menunjukkan bahwa kondisi perairan berada pada standar baku mutu perairan. Sedangkan nilai nitrit dan

nitrat, terdapat nilai yang berbeda pada bak yaitu pada bak yang menunjukkan nilai sebesar 0,3 mg/L yang artinya nilai tersebut berada di atas ambang batas SNI (2014).

Hal ini dikarenakan ikan yang berada pada bak 4 merupakan ikan yang sudah siap panen dan memiliki bobot yang cukup tinggi sehingga kotoran yang dikeluarkan akan lebih banyak dan menjadi endapan yang berlebihan didasar bak. Amonia yang tinggi dikarenakan oleh beberapa faktor seperti sisa pakan, hasil ekskresi (feses dan urin) yang mengakibatkan penurunan kualitas perairan (Kaswanto *et al.*, 2012; Sutrisno *et al.*, 2018; Efendi *et al.*, 2022; Efendi 2023).

e. Pertumbuhan Ikan Lele

Nilai pertumbuhan dan rasio pakan didapatkan dengan melakukan sampling setiap minggu sekali. Didapatkan nilai Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) perlakuan RAS senilai 2,68% lebih besar daripada sistem konvensional senilai 1,60%. FCR sistem RAS (1,08) lebih kecil dari sistem konvensional (1,3). Nilai SR RAS (80,38%) lebih besar dari konvensional (62%). Nilai pertumbuhan ikan lele RAS dibandingkan sistem konvensional (Tabel 3).

Pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh pakan dan kualitas air media budidaya. Kualitas air mengacu pada karakteristik kimia, fisik, dan biologi (Eruola *et al.*, 2011). Sistem resirkulasi dengan filter mekanis dan tanaman air sebagai biofilter memiliki laju pertumbuhan spesifik dan tingkat kelang-

sungan hidup lebih tinggi dibandingkan cara konvensional (Mosyaftiani *et al.*, 2018).

Tingginya pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup pada RAS diduga karena kadar amoniak telah diurai menjadi nitrat oleh tanaman air. Hal ini dapat memperbaiki kualitas air yang masuk ke kolam budidaya menurut Muhatir *et al.* (2023). Hal ini sesuai dengan pendapat *Ministry of Agriculture Uganda* (2018) bahwa kualitas air yang baik akan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup, sistem reproduksi, pertumbuhan.

Tabel 3. Nilai SGR, FCR, dan SR pada RAS dengan Sistem Konvensional

Parameter	RAS	Konvensional
LPS (%)	2,68	1,60
FCR	1,08	1,3
SR (%)	80,38	62%

Rasio konversi pakan (FCR) pada RAS memiliki nilai lebih rendah daripada metode konvensional. FCR adalah jumlah pakan yang diberikan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan yang menggambarkan kemampuan ikan mengubah pakan menjadi daging. FCR membandingkan total pakan dengan pertumbuhan biomassa ikan selama periode pemeliharaan (Verdal *et al.*, 2018).

Nilai FCR digunakan untuk kelayakan produksi budidaya ikan, termasuk kelayakan nilai ekonomi. Semakin rendah FCR menunjukkan efisiensi penggunaan pakan selama pemeliharaan ikan. FCR merupakan indikator kunci efisiensi penggunaan pakan (Boyd, 2015). Faktor seperti kualitas pakan,

frekuensi pemberian pakan, genetik, fisiologi ikan dan kualitas air mempengaruhi konsumsi pakan, efisiensi pakan, dan FCR (Muarif *et al.*, 2020).

Penerapan teknologi RAS membuktikan dapat menjaga kualitas air suhu, pH, DO, dan amoniak dalam kondisi optimal. RAS juga berpengaruh positif terhadap nilai pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan rasio pakan pada ikan lele yang dibudidayakan. Hasil pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup yang berbanding lurus dengan kualitas air, diduga bahwa nilai kualitas air yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup.

Berdasarkan ini, teknologi RAS dapat menjadi alternatif solusi teknologi budidaya ramah lingkungan dan dapat meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele. RAS cocok diterapkan di daerah perkotaan dengan kesediaan air yang terbatas. Belum banyak masyarakat yang paham dengan konsep dan manfaat RAS, sehingga perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat. Pendampingan dan bimbingan teknis juga perlu dilakukan baik oleh penyuluh, mitra bisnis maupun dari Perguruan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Nilai Produksi Ikan Segar Menurut Kecamatan Tahun 2020-2022. Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2014. Standar Nasional Indonesia 6484.3

- tentang Produksi Ikan Lele Dumbo. Jakarta: BSN.
- Boyd, C.E. 2015. Overview of Aquaculture Feeds: Global Impacts of Ingredient Use. Dalam Davis, D.A. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Feed and Feeding Practices in Aquaculture. UK: Woodhead Publishing.
- Efendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perikanan*. Jakarta: Kanisius.
- Efendi, H., Kaswanto, R.L., Wardiatno, Y., Bengen, D.G., Setiawan, B.I., Pawitan, H., Soetarto E, Damayanthi, E., Arifin, H.S., Widanarni. 2022. Water Front City: Kota Tepian Air Ramah Lingkungan. Policy Brief Dewan Guru Besar IPB University.
- Eruola, A.O., Ufoegbune, G.C., Awomeso, J.A., Abhulimen, S.A. 2011. Assessment of Cadmium, Lead and Iron in Hand Dug Wells of Ilaro and Aiyetoro, Ogun State, South-Western Nigeria. *Res. J. Chem. Sci.*, 1, 1–5.
- Fadhil, R., Endan, J., Taip, F.S. 2010. Teknologi Sistem Akuakultur Resirkulasi untuk Meningkatkan Produksi Perikanan Darat di Aceh. *Prosiding, Aceh Development International Conference yang diselenggarakan oleh Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, tanggal 26-28 Maret 2010*. Selangor: Universiti Putra Malaysia.
- Indriastuti, C.E., Ratnawati, B., Budiharto, I.V. 2022. Survival and growth Performance the Catfish *Clarias gariepinus* in High Density Nurseries Using Recirculating Aquaculture System (RAS). *E3S Web of Conference*, 348, 00013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234800013>.
- Karima, A., Kaswanto, R.L. 2017. Land Use Cover Changes and Water Quality of Cipunten Agung Watershed Banten. IOP Conference Series: Earth and Environmental 54, 111.
- Kaswanto, R.L., Arifin, H.S., Nakagoshi, N., 2012. Water quality index as a simple indicator for sustainability management of rural landscape in West Java, Indonesia. *International Journal of Environmental Protection*, 2(12), 17.
- Lovell, T. 1998. Nutritional And Feeding of Fish. (2th ed.). New York: Springer.
- MAAIF. 2018. Essentials of Aquaculture Production, Management and Development in Uganda. Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries (MAAIF).
- Maniani, A.A., Tuhumury, R.A.N., Sari, A. 2016. Pengaruh Perbedaan Filterisasi Berbahan Alami dan Buatan (sintetis) Kualitas Air Budidaya Lele Sangkuriang dengan Sistem Resirkulasi Tertutup. *The Journal of Fisheries Development*, 2(2), 17–34.

- Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verdegem, M.C.J., Heinsbroek, L.T.N., Schneider, O., Blancheton, J.P., Roque D'Orbcastel, E., Verreth, J.A.J. 2010. New Developments in Recirculating Aquaculture Systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquaculture Engineering*, 43(3), 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>.
- Mony, A. 2017. Pengembangan nelayan berbasis kearifan lokal: Sebuah pendekatan socio-legal analysis. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 3(3), 188-204. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jkebijakan/article/view/16254>.
- Mosyaftiani, A., Kaswanto, R.L., Arifin, H.S. 2018. Potensi tumbuhan liar di sempadan terbangun Sungai Ciliwung di Kota Bogor sebagai upaya restorasi ekosistem sungai. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v5i1.29781>.
- Muarif, Y. Wahyudin, D., Merdekawati, Mulyana, Mumpuni, F.S. 2020. Survival rate and feed conversion ratio of milkfish in different silvoaquaculture ponds. *Prosiding, Proceedings of the International Seminar on Promoting Local Resources for Sustainable Agriculture and Development*. Atlantis Press.
- Muhartono, R., Nurlaili. 2022. Konsep pemberdayaan masyarakat bantaran sungai dengan kegiatan budidaya keramba Ikan Arus Deras (Kasus Sungai Pesanggrahan di DKI Jakarta). *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 9(1), 52-60. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i1.28065>.
- Muhatir, L. S., Diniarti, N., Mukhlis, A. 2023. Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada Sistem resirkulasi. *Jurnal Medika Akuakultur*, 3 (2), 67-79. <https://doi.org/10.2991/absr.k.210609.007>.
- Phillips, M., Henriksson P.J.G., Tran, N. Chan, C.Y., Mohan, C.V., Rodriguez, U.P., Suri, S., Hall, S., Koeshendrajana, S. 2016. *Menjelajahi Masa Depan Perikanan Budidaya Indonesia*. Malaysia: WorldFish.
- [PRI] Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rahayu, A.P., Farid, M. 2018. Analisa usaha budidaya Ikan Lele Masamo (*Clarias*

- Gariepinus*) Kecamatan Kambangbahu Kabupaten Lamongan. *Grouper*, 9(1), 8-13. <https://doi.org/10.30736/grouper.v9i1.27>.
- Savidov, N. 2004. *Evaluation and Development on Aquaponics Production and Product Market Capabilities in Alberta*. Crop Diversification Centre South, Alberta Agriculture, Food and Rural Development.
- Shaffitri, L.R., Syaukat, Y., Ekayani, M. 2016. Peranan Bumdes dalam pengelolaan limbah cair tahu dan pemanfaatan biogas. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*: 2(2), 136-143. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jkebijakan/article/view/10984>.
- Summerfelt, S.T., Sharrer, M.J., Tsukuda, S.M., Gearheart, M. 2009. Process requirements for achieving full flow disinfectant of recirculating water using ozonation and UV irradiation. *Aquaculture Engineering*, 40(1), 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.10.002>.
- Sutrisno, A.J., Kaswanto, R.L., Arifin, H.S. 2018. Spatial and temporal distribution of nitrate concentration in Ciliwung River, Bogor City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 179, 1. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/179/1/012039>.
- Tokah, C., Undap, S.L., Longdong, S.N.J. 2017. Kajian kualitas air pada area budidaya Kurungan Jaring Tancao (KJT) di Danau Tutud Desa Tombatu tiga Kecamatan Tombatu Kabupaten Minahasa Tenggara. *Budidaya Perairan*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.35800/bdp.5.1.2017.14837>.
- Verdal, H.D. *et al.* 2018. Improving feed efficiency in fish using selective breeding: A review. *Rev. Aquac*, 10(4), 833–851.
- Verdegem, M.C.J., Bosma, R.H., Verreth, J.A.J. 2006. Reducing water use for animal production through aquaculture. *International Journal Water Resource Dev*, 22, 101-113. <https://doi.org/10.1080/07900620500405544>.