
**Aplikasi Teknologi Resirculating Aquaculture System (RAS) di Indonesia; A
Review**

*(Resirculating Aquaculture System (RAS) Technology Applications in Indonesia: A
Review)*

Adinda Kinasih Jacinda^{1*}, Ayi Yustiati² dan Yuli Andriani²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Perikanan Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran Jl. Raya Bandung-Sumedang KM. 21 Jatinangor, 456363

²Dosen Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan, Universitas Padjadjaran Jl. Raya Bandung-Sumedang KM. 21 Jatinangor, 456363

*Corresponding author, e-mail: adinda14003@mail.unpad.ac.id

Diterima : 30 April 2021 / Disetujui : 14 Juni 2021

ABSTRAK

Resirculating Aquaculture System merupakan salah satu solusi dalam budidaya berkelanjutan yang dapat menghasilkan produksi secara kontinu dengan meminimalisir dampaknya kepada lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan penerapan teknologi sirkulasi di Indonesia dan manajemen penerapan RAS. Berdasarkan studi literatur penerapan RAS di Indonesia dengan sistem akuaponik merupakan yang paling populer dilakukan dikarenakan bahan-bahannya yang relative mudah ditemukan, Adapun modifikasi lain yaitu penerapan RAS yang terintegrasi dengan teknologi microbubble dan Sistem Imuno- Probiosirkulasi (SI-PBR). Beberapa balai yang telah menerapkan RAS diantaranya Balai Sulawesi, Yogyakarta, dan Aceh. Manajemen penerapan RAS diantaranya pemilihan spesies ikan, pemilihan pakan, sistem budidaya yang digunakan, filter yang digunakan dan bentuk kolam budidayanya. Meskipun sistem RAS melibatkan investasi modal dan faktor risiko yang tinggi, hal ini dapat diimbangi dengan produksi ikan / udang kualitas unggul tanpa gangguan di mana pun dan kapan pun.

Kata kunci: akuakultur, resirkulasi, teknologi

ABSTRACT

Resirculating Aquaculture System is a solution in sustainable cultivation that can produce continuous production by minimizing its impact on the environment. This study aims to determine the development of the application of circulation technology in Indonesia and the management of implementing RAS. Based on a literature study, the application of RAS in Indonesia with the aquaponics system is the most popular because the ingredients are relatively easy to find. Another modification is the application of RAS which is integrated with microbubble technology and the Immuno-Probiocirculation System (SI-PBR). Some of the centers that have implemented RAS include the Sulawesi, Yogyakarta and Aceh Centers. RAS implementation management

includes the selection of fish species, selection of feed, the cultivation system used, the filters used and the shape of the cultivation pond. Although the RAS system involves high capital investment and risk factors, this can be balanced with the production of superior quality fish / shrimp without disruption anywhere and anytime.

Keywords: *aquaculture, recirculation, technology*

PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan masyarakat akan makanan (hewan air) yang sehat dengan rasa yang lezat mendorong pertumbuhan perkembangan industri budidaya perikanan secara baik dan terkontrol. Penurunan populasi ikan di alam akibat tangkap lebih dan penurunan kualitas air karena polusi dan pencemaran perairan juga telah mendorong pengusaha budidaya untuk mengembangkan teknik budidaya ikan (termasuk kekerangan dan udang) di dalam kolam-kolam di bawah bangunan tertutup (Setyono, 2007). Mempertimbangkan kontribusi besar budidaya perikanan terhadap kebutuhan pangan dan untuk mencapai target produksi yang telah ditentukan pemerintah, penting juga untuk mulai menghasilkan produksi secara kontinu dengan memperhatikan dampak lingkungan saat ini yang terkait dengan budidaya agar terjalin kegiatan budidaya yang berkelanjutan.

Kualitas air sebagai media budidaya harus selalu dijaga dan dikontrol kualitasnya. Air yang masuk ke suatu sistem akuakultur harus dijaga kejernihannya dan bebas dari predator. Kotoran dan partikel yang larut dalam air harus dicegah sekecil mungkin. Partikel-partikel yang larut di dalam air (penyebab kekeruhan) harus dibersihkan dengan cara disaring dan diendapkan. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan agar tercapainya perikanan akuakultur yang berkelanjutan dengan mempertahankan daya dukung lingkungannya adalah teknologi *Recirculating Aquaculture System (RAS)*.

RAS merupakan sistem budidaya yang menggunakan air daur ulang yang pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat pada awal tahun 1960 dan mulai diterapkan sejak tahun 1990-an. Teknologi RAS pada saat itu menjadi solusi atas permasalahan pencemaran organik sungai dari tempat budidaya bersamaan dengan permintaan benih ikan salmon yang tinggi yang dibutuhkan sepanjang waktu (kontinu). Kualitas suatu perairan merupakan syarat penting yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup perkembangan, pertumbuhan, dan tingkat produksi ikan. Lingkungan yang baik sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme akuatik.

Sistem ini telah banyak dikembangkan dan diterapkan di beberapa negara maju, seperti Amerika, Israel, Singapura, Jerman serta Norwegia selama kurun waktu 20-30 tahun ini (Fadhil, 2010).

Banyak penelitian yang membahas mengenai budidaya ikan yang menerapkan teknologi resirkulasi dengan berbagai macam modifikasi filter yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan penerapan teknologi sirkulasi di Indonesia dan manajemen penerapannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah eksplorasi literatur: Research Gate, Directory of Open Access Journals, Elsevier, Springer, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan untuk mencari topik pembahasan yang relevan diantaranya resirkulasi, sistem budidaya, sistem budidaya resirkulasi, dan teknologi resirkulasi. Dengan demikian, kerangka teori dapat disusun sesuai dengan materi pokok pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Kerja RAS

Prinsip dasar sistem resirkulasi yaitu penggunaan air kembali untuk mengefisienkan penggunaan lahan budidaya biota air.



Gambar 1. Prinsip Kerja RAS
(Sumber : Bregnballe, 2015)

Menurut Balasubramanian (2020), beberapa proses penting dalam RAS diantaranya 1) Pembuangan limbah padat bisa menggunakan tangki sedimentasi / pengendapan, filter media granular, screen, filter media berpori, hidrosiklon, dan fraksinasi busa; 2) Biofiltrasi menggunakan mikro-organisme hidup untuk menghilangkan ammonia; 3) Degassing / CO₂ stripping dengan mengatur pH atau alkalinitas / gas; 4) Aerasi pengisian kembali oksigen di air dengan aerasi atau

oksigenasi; 5) Desinfeksi untuk pencegahan penyakit dengan mengintegrasikan alat sterilisasi ultraviolet / ozoniser.

Komponen Sistem RAS

Setiap unit dalam sistem RAS adalah penting, setiap komponen dapat berperan sangat besar maupun relative kecil. Diperlukan beberapa komponen utama pada sistem budidaya yang terdiri dari beberapa komponen utama (bak pemeliharaan, aerator, filter mekanik, filter biologi, sistem sterilisasi air, pengatur temperature, pengatur pencahayaan, pompa air, dan pompa resirkulasi) dan komponen penunjang (saluran air bersih, rumah pompa air, sumber energi listrik, generator, gudang pakan, gedung/bangunan budidaya dan ruang penyimpanan peralatan lain) (Setyono 2012).

Penerapan dan Perkembangan Sistem Budidaya RAS di Indonesia

Penerapan dan perkembangan penggunaan teknologi RAS di Indonesia sedang dijalankan di beberapa lokasi seperti yang disebutkan pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Deskripsi Ekonomi Penerapan RAS di Indonesia

Lokasi	Gambar	Keterangan
UPT Perikanan Budidaya Tawar (BPBAT) Tatelu, Sulawesi Utara		Jenis komoditas : Ikan nila ukuran 2-3 cm Investasi awal : Rp 80 juta Masa pemeliharaan : max 1 bulan/siklus Padat tebar : 5000 ekor/m ³ Jumlah produksi : min 1 juta ekor Jumlah unit : 20 bak fiber bulat Ukuran tangki budidaya : diameter 100 cm Biaya penyusutan: Rp 13,3 juta/tahun Biaya operasional : Rp 1,5 juta/bulan Perkiraan pendapatan kotor : Rp 100 juta/tahun atau Rp 8 juta/bulan
Unit Pembenihan Rakyat (UPR) Kelompok Mina Ngremboko, Desa Wisata Bokasen, Cangkringan, Sleman, DI. Yogyakarta		Jenis komoditas : Ikan nila ukuran 5-7 cm Jumlah produksi : min. 108.000 ekor /bulan Padat tebar : 30.000 ekor/kolam Jumlah unit : 4 kolam Perkiraan pendapatan kotor: min. Rp 9,18 juta/bulan atau Rp 91,8 juta/tahun
Balai Benih Air Payau (BBAP) Ujung Batee, Nanggroe Aceh Darussalam		Jenis komoditas : Ikan nila Jumlah produksi : 500.000 ekor/bulan

Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDM) dengan penerapan teknologi Microbubble dengan integrasi RAS		Jenis komoditas	: Udang Vaname
		Padat Tebar	: > 1000 ekor/m ³ (ultra-intensif)
		Volume	: 49 m ³
		Lama pembesaran	: 60 hari
		Bobot Produksi	: 14 gram/ekor
		Investasi Awal	: 31 juta
		Keuntungan Bersih	: 94.3 juta/tahun

Sumber : Ambari (2018) dan Widjaja (2018)

Adapun beberapa literatur studi yang telah mempelajari mengenai aplikasi RAS dalam produksi budidaya di Indonesia mengoptimalkan pertumbuhan, kelangsungan hidup serta untuk memperbaiki kualitas airkolam budidaya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berbagai Aplikasi RAS di Indonesia

Komoditas	Perlakuan	Hasil	Referensi
Kepiting Bakau (<i>Scylla serrata</i>)	RAS dengan filter (pasir malang, batu karang, dan batu zeolit). Perbedaan suhu (25, 27, 29, 31) Hewan uji 80-90 g/ekor sebanyak 96 ekor	SR pada suhu 29 yaitu 83.3%, kelimpahan bakteri nitrifikasi paling tinggi yaitu 6.7×10^4	Hastuti <i>et al</i> (2019)
Ikan Sidat (<i>Anguilla bicolor</i>)	RAS dengan akuaponik menggunakan biofilter (selada, sawi dan tanpa biofilter) Benih sidat fase fingerling Padat tebar 60 ekor/m ²	Biofilter sawi lebih baik dengan SR 100%, suhu 25-26°C, DO 5-8, pH 6-7, ammonia 0 mg/L, nitrat 0 mg/L, nitrit 0,5 mg/L	Samsundari <i>et al</i> (2013)
Ikan Patin (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	Perbedaan system budidaya (resirkulasi dengan berbagai filter, bioflok, konvensional)	Sistem budidaya resirkulasi efektif dalam menghasilkan kualitas air yang baik dalam budidaya ikan patin dengan nilai konsentrasi amonia sebesar 0,00268 mg/L, fosfat 0,45 mg/L dan nitrat 0,31 mg/L pada akhir penelitian	Zidni <i>et al</i> (2017)
Ikan sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>)	Sistem akuaponik dengan jenis tanaman berbeda (kangkong, pakcoy, selada, dan control)	Nilai amonia terendah terdapat pada penggunaan kangkung yaitu 0,001 mg/L dengan nilai suhu, oksigen terlarut, dan pH berturut-turut adalah 25,1-27, 0°C, 6,3-7,5 mg/L, 7,0-7,8.	Zidni <i>et al</i> (2019)
Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Penggunaan media filtrasi (zeolit, pasir, dan ijuk) berbeda pada system resirkulasi Padat tebar 100 individu/bak Dipelihara selama 60 hari	Media filtrasi Zeolit 75% pasir dan ijuk memberikan hasil terhadap kualitas yaitu suhu 25-29°C, pH 5-7, Oksigen terlarut 2,18- 2,90, dan amonia 0,06-0,10 dan memberikan hasil terbaik yaitu pertumbuhan panjang sebesar 10,71 cm, pertambahan bobot sebesar 8,86 gram dan SR sebesar 100%.	Pratama <i>et al</i> (2020)
Nilu Merah (<i>Oreochromis</i>)	Penggunaan aerasi berbeda (tanpa aerasi,	Penggunaan microbubble meningkatkan kandungan oksigen, DO lebih stabil,	Heriyati <i>et al</i> (2020)

Sp.)	aerator konvensional dan microbubble generator) dalam system resirkulasi	menaikkan ukuran bobot individu sebesar 9% dan biomassa sebesar 32%.	
Udang Galah	Aplikasi Sistem Imuno-Probiosirkulasi pada Tambak Udang dalam system resirkulasi	Penerapan SI-PBR meningkatkan daya tahan tubuh udang, mempertahankan kualitas tambak, dan meningkatkan hasil panen hingga 412%	Sudarno <i>et al</i> (2017)
Udang Vaname (Litopenaus Vannamei)	Optimasi padat tebar (1500, 2000, dan 2500 ekor/m2) dengan system resirkulasi	Padat tebar 1500 ekor merupakan yang paling optimal dengan laju pertumbuhan mutlak 4 gr, laju pertumbuhan harian 2,23 gr/ekor dan SR 82%.	Lama <i>et al</i> (2020)

Berdasarkan Tabel 2 terdapat 3 jenis teknologi terintegrasi RAS yang sering dan sedang dikembangkan di Indonesia diantaranya modifikasi dengan memadukan tanaman sebagai filter (akuaponik), modifikasi sistem aerasi menggunakan *microbubble* dan modifikasi dengan memadukan *imunostrimulan*, probiotik dari bakteri bersamaan dengan biofilter.

Akuaponik

Sistem akuaponik merupakan salah satu sistem terintegrasi sederhana antara akuakultur dengan hidroponik dimana limbah budidaya ikan berupa sisa metabolisme dan sisa pakan dijadikan sebagai pupuk untuk tanaman (Stathopoulos 2018). Pada prinsipnya akuaponik menyediakan air yang optimum untuk masing - masing komoditas dengan memanfaatkan sistem resirkulasi yang menggunakan bakteri alami untuk mengubah kotoran atau sisa metabolisme ikan menjadi nutrisi untuk tanaman.



Gambar 2. Sistem Budidaya Akuaponik
(Sumber : <https://bisnisukm.com/>)

Filter yang digunakan pada system ini meliputi filter mekanik (batu, pasir) dan biofilter (tanaman). Filter mekanik ini berperan sebagai “*bioreaktor fluidized bed*” dapat mengurangi padatan terlarut dan menjadi habitat bagi bakteri nitrifikasi (Samsundari, 2013) sedangkan tanaman berperan sebagai fitoremediator yang dapat menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan senyawa organik maupun anorganik dari limbah (Hadiyanto 2012). Keuntungan budidaya system akuaponik diantaranya sedikit dalam

penggunaan air, menstabilkan kondisi kualitas air, memanfaatkan limbah air kolam sebagai pupuk organik, memberikan nilai tambah karena menghasilkan produk ikan dan tanaman bagi masyarakat yang mempunyai lahan yang tidak terlalu luas serta menghasilkan buah dan sayur organik dengan harga yang lebih tinggi sehingga secara ekonomis akan lebih menguntungkan (Nugroho 2012).

Microbubble Generator (MBG)

Microbubble Generator (MBG) adalah salah satu alat yang mampu melarutkan oksigen ke dalam air melalui gelembung-gelembung udara dengan ukuran mikro. Prinsip kerja MBG yaitu dengan cara menaikkan kadar DO. MBG juga memiliki konstruksi yang lebih sederhana dan memiliki kemampuan penjernihan air yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi lainnya (Sadatomi 2007). Duet teknologi microbubble dengan RAS memiliki kelebihan seperti bisa diaplikasikan di tempat yang jauh dari sumber air seperti pusat kota, tidak perlu dilakukan penggantian air, tidak perlu dilakukan penyiponan, dan meminimalisir limbah perikanan yang dibuang ke lingkungan, alih-alih dibuang, limbah padatan pada sistem ini akan ditangkap pada penyaring fisik dan akan digunakan sebagai pupuk tanaman (Widjadja 2019).



Gambar 3. Microbubble Generator
(Sumber : minapoli)

Pengujian microbubble generator (MBG) pada penelitian Rofik (2020) menunjukkan kondisi awal kadar oksigen 7,7 mg/l, setelah microbubble generator (MBG) dijalankan dalam waktu 1 jam kadar oksigen yang terlarut meningkat menjadi 8,8 mg/l, kadar oksigen terendah yang dihasilkan 8,0 mg/l dan kadar oksigen tertinggi yang dihasilkan 9,0 mg/l. Sedangkan menurut Firman (2019), penerapan MBG pada

kolam ikan nila berukuran $34 \times 42 \times 41 \text{ cm}^3$ dengan kepadatan 15 ekor 60 L^{-1} selama 42 hari dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik sebesar $1,87 \pm 0,15\%$.

Sistem Imuno-Probiosirkulasi (SI-PBR)

Budidaya udang dengan Sistem Imuno-Biosirkulasi (SI-PBR), merupakan upaya menekan tingginya kematian udang dengan penerapan imunisasi, penggunaan probiotik dan sirkulasi dengan memanfaatkan ikan bandeng sebagai filter biologis. Imunostimulan merupakan senyawa kimia, obat atau bahan lain yang mampu meningkatkan mekanisme respons spesifik dan non spesifik ikan (Mastan, 2015). Penggunaan imunostimulan pada benih udang sebelum ditebar, contohnya protein *Zoothamnium penaei*, ditujukan untuk meningkatkan daya tahan tubuh udang. Menurut Lara-Flores (2011), probiotik umumnya didefinisikan sebagai mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi bakteri dalam saluran pencernaan hewan akuatik, air, dan sedimen serta dapat digunakan untuk suplemen pakan yang dapat meningkatkan kesehatan inang dan berperan sebagai agen biokontrol. Pemberian probiotik ditujukan untuk mempertahankan kualitas air, kesehatan udang, meningkatkan kelulushidupan udang hingga 86 – 93%. Penggunaan filter biologis ikan bandeng 1 ekor per meter persegi dalam sistem ini dilakukan untuk menyeimbangkan biomassa plankton, mengurangi senyawa nitrit dan amoniak, karena ikan bandeng dapat mengakumulasi senyawa tersebut dalam tubuh udang, sehingga tidak terjadi pembusukan di dalam tambak (Mahasri, 2007).

Di Indonesia, aplikasi SI-PBR pada tambak budidaya udang windu dengan filter biologis dari ikan bandeng dan rumput laut pada tambak dapat meningkatkan SR hingga 82% (Mahasri, 2007 ; Subandriyo, 2001).

Manajemen Sistem RAS

Pemilihan Spesies Ikan

RAS dapat digunakan pada hampir semua spesies ikan, air tawar atau laut atau hewan air lainnya. Kesesuaian pemeliharaan spesies ikan tertentu dalam resirkulasi bergantung pada banyak faktor yang berbeda, seperti profitabilitas, masalah lingkungan, kesesuaian biologis (Bregnballe 2015). Ikan yang dibudidayakan disarankan merupakan ikan-ikan ekonomis yang memiliki daya jual tinggi untuk menutupi modal yang dikeluarkan dan mampu bekerja dengan baik di sistem resirkulasi. Contoh ikan yang dapat digunakan antara lain ikan nila, udang vaname, udang galah, kepiting bakau,

sidat, patin, lele dan mas merupakan salah satu contoh yang baik untuk budidaya dalam sistem resirkulasi.

Padat Tebar dan Ukuran Ikan

Semakin mengingkat kepadatan yang secara tidak langsung berkaitan dengan makin meningkatnya buangan metabolit dan sisa pakan yang dihasilkan didalam sistem budidaya. Dekomposisi metabolit dan sisa pakan yang meningkat akan meningkatkan konsentrasi ammonia didalam sistem sehingga mendorong meningkatnya laju oksidasi ammonia. Kepadatan yang terlalu tinggi juga akan meningkatkan kompetisi baik makanan maupun ruang gerak. Menurut Nugroho (2013) yang menggunakan padat tebar 10, 15 dan 20 ekor/10 liter pada ikan nila didapat bahwa padat tebar 10 ekor/10 Liter merupakan padat tebar optimal dengan SR 93%. Menurut Lama (2020) budidaya udang vaname pada PL 32 menggunakan padat tebar 1500, 2000, dan 2500 ekor/m² menunjukkan bahwa padat tebar 1500 ekor/m² merupakan padat tebar optimal dengan SR 82%. Hal ini dikarenakan kesamaan dua atau lebih spesies dalam memanfaatkan ruang dan sumber daya makanan dapat menggambarkan kompetisi antar spesies dalam suatu ekosistem atau tumpang tindih relung (*niche overlap*) (Wijaya, 2017).

Pemilihan Pakan

Penggunaan pakan kering pada sistem resirkulasi lebih disarankan dibandingkan pakan basah. Hal ini dikarenakan penggunaan pakan kering lebih aman untuk system dan memiliki keuntungan karena dirancang untuk memenuhi kebutuhan biologis ikan. Penggunaan pakan basah seperti pakan alami atau penggunaan ikan rucah harus dihindari karena akan sangat mencemari sistem dan kemungkinan besar tertular penyakit. Dalam sistem resirkulasi, tingkat pemanfaatan pakan yang tinggi menguntungkan karena akan meminimalkan jumlah produk ekskresi sehingga menurunkan dampak pada sistem pengolahan air. Pakan yang tidak dimakan hanya membuang-buang uang dan mengakibatkan beban yang tidak perlu pada sistem filter (Bregnballe, 2018).

Pemilihan pakan dapat dilakukan dengan melihat komposisi serta karakteristik pakan yang sesuai dengan kebutuhan dan kebiasaan makan ikan yang akan dibudidayakan. Hal tersebut bertujuan untuk memaksimalkan serapan protein pada ikan sehingga meminimalkan ekskresi amonia ke dalam air (Bregnballe, 2018). Salah satu

contoh komposisi pakan untuk budidaya ikan trout pada system resirkulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan dan Kandungan Pakan Ikan Trout yang Cocok Digunakan dalam Sistem Resirkulasi

Pellet Size	Fish Size, gram	Protein	Fat
3 mm	40 - 125	43 %	27 %
4.5 mm	100 - 500	42 %	28 %
6.5 mm	400 - 1200	41 %	29 %

Composition, %	3.0 mm	4.5 mm	6.5 mm
Fishmeal	22	21	20
Fish oil	9	10	10
Rape seed oil	15	15	16
Haemoglobin meal	11	11	11
Peas	5	5	5
Soya	10	11	11
Wheat	12	11	11
Wheat gluten	5	5	5
Other protein concentrates	10	10	10
Vitamins, minerals, etc	1	1	1

Sumber: Bregnballe, 2015

Pemilihan Filter

Filter dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air sehingga layak untuk kolam budidaya. Menurut Ilyas (2014), proses pengolahan kualitas air dapat dilakukan dengan filtrasi fisik, kimia dan biologi. Filter fisik/mekanik bekerjanya secara mekanis sehingga fungsinya hanya menyaring kotoran, sisa pakan, debu, dan koloid yang berada di dalam air budidaya. Material filter mekanis adalah spons, ijuk, atau serat kapas. Filter mekanis pada umumnya dapat dikonstruksikan, baik sebagai filter internal maupun filter eksternal. Dalam penggunaannya, filter ini perlu dicuci setiap periode waktu tertentu, misalnya dua hari atau seminggu sekali. Filter mekanis dapat digunakan sebagai prafilter, yaitu filter awal sebelum air masuk ke proses filter biologi atau kimia. Hal ini disebabkan partikel besar seperti debu dan koloid tidak dapat atau sulit terproses, baik secara kimia maupun biologi (Priono, 2012).

Bentuk filter kimia berupa absorben atau bahan kimia penyerap maupun pengikat sisa metabolit beracun yang ada dalam air. Filter kimia digunakan pada kondisi tertentu dengan reaksi cepat atau memineralisasi substansi organik dengan cepat. Berbeda dengan filter biologi yang dapat bertahan lama, daya kerja dan batas aktif filter ini sangat tergantung pada material yang digunakan dan kapasitas daya serapnya. Ada

beberapa bahan yang berfungsi sebagai filter kimia, di antaranya ialah arang aktif, ozon, dan sinar ultraviolet, resin, zeolit, serta peat (Priono, 2012).

Sedangkan filter biologi berfungsi untuk menetralkan secara biologis senyawa ammonia dan zat toksik lainnya (nitrit, nitrat, fosfat) sebagai pengurai senyawa nitrogen yang beracun menjadi senyawa tidak beracun melalui proses nitrifikasi dan nitratasi. Amonia adalah senyawa anorganik bentuk racun dari Total Ammonia Nitrogen (TAN) dan dapat menimbulkan ancaman bagi organisme akuatik (Alonso, 2009 ; Burgess, 2004 ; Canadian Council of Minister of the Enviroment, 2010). Ikan mengeluarkan 80-90% amonia (N-anorganik) melalui proses osmoregulasi, sedangkan dari feses dan urine sekitar 10-20% dari total nitrogen (Rakocy et al., 1992 dalam Sumoharjo, 2010).

Pada sistem resirkulasi, hal yang terpenting dan menjadi nadi bagi sistem ini adalah biofilter. Karena biofilter yang akan berfungsi sebagai unit pembersihan dan perbaikan kualitas air kembali (Sudrajat 2002). Biofilter besar manfaatnya untuk tempat membiakkan bakteri (Helfrich 2003) atau lebih dikenal dengan sebutan '*chemotropic bacteria*' dalam perikanan air tawar dikenal dengan bakteri nitrosomonas dan nitrosobacter. Tujuan membiakkan bakteri nitrosomonas dan nitrosobakter ini adalah untuk menetralkan kandungan ammonia yang terlarut dalam air hasil dari tambak ikan. Sedangkan dalam perikanan air asin, bakteri ini dikenal dengan nama *Nitrosococcus* dan *Nitrococcus* yang berfungsi sama seperti pada air tawar yaitu juga untuk menetralkan kandungan ammonia dalam air. Tingginya kadar ammonia dan nitrit dalam air akan mempengaruhi laju pertumbuhan benih ikan karena ikan mengalami stres dan terganggu fungsi organnya (Fadhil 2010).

Sistem Budidaya yang Digunakan

Secara umum sistem budidaya biota air dapat dikelompokkan menjadi sistem terbuka (karamba jaring apung, rakit apung, longline, dan karamba tancap) ; semi terbuka (kolam air deras, kolam air tenang dan tambak) dan tertutup (bak fiber dan akuarium) yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya (Setyono 2012). Menurut Badan Pusat Statistik sistem budidaya di Indonesia yang paling populer yaitu sistem budidaya semi terbuka dengan total luas budidaya yang digunakan sebesar 970.663 ha pada tahun 2016.

Pada penerapan sistem RAS sistem budidaya tertutup merupakan sistem budidaya yang paling optimal. Kelebihan sistem ini yaitu memudahkan pembudidaya

mengontrol kondisi akuakultur secara menyeluruh seperti lokasi budidaya, kualitas air, pemberian pakan dan pencegahan penyakit. Pada sistem ini tidak ada parasite atau predator dan dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi, tumbuh dengan cepat dan seragam. Namun, kekurangannya adalah biaya investasi sangat mahal, perlu fasilitas untuk penanganan kualitas air yang baik, biaya untuk listrik dan pemompaan tinggi, memerlukan SDM berpengalaman dan jika terjadi kontaminasi akan cepat menyebar ke seluruh system (Setyono, 2012).

Bentuk Kolam Budidaya

Ikan dapat dibudidayakan di dalam akuarium dengan berbagai bentuk dan ukuran. Tangki ikan biasanya berbentuk persegi panjang, circular atau oval. Adapun masing-masing kelebihan penerapan RAS pada bentuk kolam berbeda yaitu dapat dilihat pada Tabel 4 dengan nilai skala semakin besar mengartikan lebih baik.

Tabel 4. Desain Tangki dan Keunggulannya

Tank Properties	Circular Tank	D-ended Raceway	Raceway Type
Self-cleaning effect	5	4	3
Low residence time of particle	5	4	3
Oxygen control and regulation	5	5	4
Space Utilization	2	4	5

Sumber: Bregnballe, 2015

Berdasarkan Tabel 3 kolam bundar merupakan bentuk paling efektif dilihat dari rata-rata nilai nya 5. Hal ini dikarenakan pada kolam bundar air bergerak secara melingkar sehingga seluruh kolom air tangki bergerak mengelilingi bagian tengah. Partikel organik memiliki waktu tinggal yang relatif singkat yaitu beberapa menit, tergantung dari ukuran tangki, akibat pola hidrolis yang memberikan efek selfcleaning. Selain itu, pengendalian dan pengaturan kadar oksigen dalam tangki bundar atau sejenisnya relatif mudah karena kolom air selalu bercampur sehingga kandungan oksigen hampir sama di mana saja di dalam tangki. Ini berarti sangat mudah untuk menjaga tingkat oksigen yang diinginkan di dalam tangki (Bregnballe, 2015)

Kelebihan dan Kekurangan RAS

Teknologi RAS memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan budidaya ikan secara konvensional diantaranya penggunaan air lebih hemat, lebih higienis karena secara penuh dapat mengontrol kondisi lingkungan, kebutuhan ruang atau lahan relative kecil, kemudahan dalam mengendalikan dan memelihara kemudahan dalam

mempertahankan suhu dan kualitas air, ramah lingkungan, aman dari pencemaran yang terjadi di luar lingkungan perairan, dapat dilaksanakan sepanjang waktu, dapat mengendalikan padatan terlarut, ikan yang ditenakan lebih sehat, kepadatan ikan bisa mencapai 0,35 kg/L bahkan lebih sedangkan kolam konvensional hanya 0,0015 kg/L, pengontrolan hama dan penyakit yang mungkin menyerang, dapat dilakukan secara cepat dan efektif (Fadhil, 2010 ; Setyono, 2012)

KESIMPULAN

Penggunaan RAS memiliki banyak keunggulan karena hanya menggunakan air yang sedikit jika dibandingkan dengan sistem konvensional dan dengan demikian dapat dilakukan di tempat dengan ketersediaan air yang terbatas, pemeliharaan dapat dilakukan dengan padat tebar yang tinggi serta keamanan hayati dan kelestarian lingkungan dapat dipertahankan. Meskipun sistem RAS melibatkan investasi modal dan faktor risiko yang relative tinggi, hal ini dapat diimbangi dengan produksi ikan / udang kualitas unggul tanpa gangguan di mana pun dan kapan pun. Oleh karena itu, teknologi ini cocok untuk dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambari, M. 2018. Teknologi RAS untuk Kemajuan Perikanan Budidaya, Seperti Apa. Mongabay : Situs Berita Lingkungan. <https://www.mongabay.co.id/2018/03/15/teknologi-ras-untuk-kemajuan-perikanan-budidaya-seperti-apa/> [Diakses 27 Febuari 2021]
- Alonso A. and Camargo J. A 2009. *Arch Environ Contam Toxicol*, 59, 796-802
- Balasubramanian C P, Neethu K C., Biju I F., Rekha M U., Suvana S dan Vijayan KK., 2020. Recirculating Aquaculture System : Concepts and Designs. *Article : Aquaculture Spectrum The Indian Aquaculture Magazine*. Volume 3, Issue No.6 June 2020.
- BPS. 2016. <https://www.bps.go.id/statictable/2009/10/05/1704/jumlah-perahu-kapal-luas-usaha-budidaya-dan-produksi-menurut-sub-sektor-perikanan-2002-2016.html> [Diakses 21 Mei 2021]
- Bregnballe, Jacob. 2015. A Guide to Resirculating Aquaculture. *FAO and EUROFISH*.
- Burgess R. M, Perron M. M, Cantwell M. G, Ho K. T, Serbst J. R and Pelletier M. C. 2004. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47, 440-447

- Chifumi, Thongchai, Osamu & Kurokura, 2005. Incentive to shifts in Water management systems by shrimp culturist in Shouthern Thailand, *Fisheries Science*, Vol 71, Issue 4, Pages 791-8
- Fadhil, Rahmat. Johari Endan. Farah Saleena Taip dan Muhammad Salih bin Hj Ja'afar. 2010. Teknologi Sistem Akuakultur Resirkulasi untuk Meningkatkan Produksi Perikanan Darat di Aceh : Suatu Tinjauan. *Aceh Development International Conference 2010*, ISBN 978-967-5742-00-2
- Firman, Sri Wahyuni., Kukuh Nirmala., Eddy Supriyono dan Nurul Taufiqu Rochman. 2019. Evaluasi Kinerja Pembangkit Gelembung Mikro terhadap Respons Fisiologis Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dengan Kepadatan Berbeda pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 19(3): 425-436
- Gelfand, I., Barak, Y., Even-Chen, Z., Cytryn, E., Krom, M., Neori, A., van Rijn, J., 2003. A Novel Zero-discharge Intensive Seawater Recirculating System for Culture of Marine Fish. *Journal of the World Aquaculture Society* 34, 344–358.
- Hadiyanto dan Christwardana M. 2012. Aplikasi Fitoremediasi Limbah Jamu dan Pemanfaatannya Untuk Produksi Protein. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1):32-37.
- Hastuti, Yuni Puji., Ridwan Affandi., Radhita Millaty. 2019. Suhu terbaik untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Kepiting Bakau di Sitem Resirkulasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 11 No. 2, Hlm. 311-322, August 2019
- Helfrich,L.A. dan Libey.G. *Fish Farming in Recirculating Aquaculture System (RAS)*, Virginia Tech., Department of Fisheries and Wildlife Sciences, (2003).
- Heriyati, Eny., Rustadi., Alim Isnansetyo dan Bambang Triyatmo. 2020. Uji Aerasi Microbubble dalam Menentukan Kualitas Air, Nilai Nutrition Value Coefficient (NVC), Faktor Kondisi (K) dan Performa pada Budidaya Nila Merah (*Oreochromis Sp.*). *Jurnal Pertanian Terpadu* Jilid 8 (1): 27-41, Juni 2020
- Ilyas, AP., 2014. Evaluasi Pemanfaatan Fitoremediator Lemna Perpusilla sebagai Pakan Kombinasi dalam Pemberian Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor
- Lama, Abd Wahyu H., Darmawati dan Farhanah Wahyu. 2020. Optimasi Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaus Vannamei*) dengan Sistem Resirkulasi. *OCTOPUS : JURNAL ILMU PERIKANAN* ISSN : 2302-0679. Vol. 9 No. 1, Juni 2020, Hal. 48-52
- Lara-Flores, M., 2011. The Use of Probiotic in Aquaculture: an overview. *International Research Journal of Microbiology*, 2(12), pp.471-478.
- Lin, Y.F., Jing, S.R., Lee, D.Y., Chang, Y.F., Chen, Y.M., Shih, K.C., 2005. Performance of a Constructed Wetland Treating Intensive Shrimp Aquaculture Wastewater Under High Hydraulic Loading Rate. *Environmental Pollution* 134, 411–442

- Mahasri, G., 2007. Kemampuan ikan Bandeng sebagai Filter Biologi dalam Menekan Pertumbuhan Ciliata Patogen pada Tambak, LPPM Universitas Airlangga, Surabaya.
- Mastan, S.A., 2015. Use of Immunostimulants in Aquaculture Disease Management. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4), pp.277-280.
- Metaxa, E., Deviller, G., Pagand, P., Alliaume, C., Casellas, C., Blancheton, J.P., 2006. High Rate Algal Pond Treatment for Water Reuse in a Marine Fish Recirculation System: Water Purification and Fish Health. *Aquaculture* 252, 92–101.
- Nugroho, R.N., Pambudi, L.T., Diana, C., Alfabetian, H.C.H., 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic pada Budidaya Ikan Air Tawar untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan* 8(1).
- Nugroho, Arif., Endang Arini dan Tita Elfitasari. 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology* Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013, Halaman 94-100
- Pratama, Fevi Adi., Helmi Harris dan Saeful Anwar. 2020. Pengaruh Perbedaan Media Filter dalam Resirkulasi terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Mas. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, Vol. 15 (2). Desember2020: 95-104
- Priono, Bambang dan Darti Satyani. 2012. Penggunaan Berbagai Jenis Filter untuk Pemeliharaan Ikan Hias Air Tawar di Akuarium. *Media Akuakultur* Volume 7 Nomor 2 Tahun 2012
- Rakocy, J.E., Bailey, D.S., Shultz, R.C., Thoman, E.S., 2004. Update on Tilapia and Vegetable Production in the UVI Aquaponic System. In: *New Dimensions on Farmed Tilapia: Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Manila, Philippines, pp. 676–690
- Rofik, Denis Abdur., Kardiman., H Jojo Sumarjo dan Viktor Noubnome. 2020. Perancangan dan Analisis Alat *Microbubble Generator* (MBG) untuk Aerasi Kolam Ikan Tipe Nozzel Venturi. *GOjise*, Vol. 3 No.2 (Oktober 2020)
- Rijn, Jaap van. 2013. Waste Treatment in Recirculating Aquaculture Systems. *Aquacultural Engineering* 53 (2013) 49–56
- Sadatomi, M, Kawahara, A. Matsuyama, F. and Kimura, T. 2007. An Advanced Microbubble Generator and its Application To A Newly Developed Bubble-Jet Type Airlift Pump. *Multiphase Science and Technology*, vol. 19, pp. 323-342, 2007.
- Samsundari, Sri dan Ganjar Adhy Wirawan. 2013. Analisis Penerapan Biofilter dalam Sistem Resirkulasi terhadap Mulu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat. *JURNAL GAMMA*, ISSN 2086-3071.

- Setyono, D.E.D. 2007. Prospek usaha budidaya kekerangan di Indonesia. *Oseana*,32 (I): 33-38.
- Setyono, D.E.D. 2010. Abalon: Teknologi Pembenihan. *ISOJ* Jakarta. 114 hal.
- Stathopoulo P, Berillis P, Levizou E, Sakellariou-Makrantonaki M, Kormas AK, Aggelaki A, Kapsis P, Vla hos N, Mente E. 2018. Aquaponics: A Mutually Beneficial Relationship of Fish, Plants And Bacteria. *Hydromedit*. 1-5
- Schuenhoff, A., Shpigel, M., Lupatsch, I., Ashkenazi, A., Msuya, F.E., Neori, A., 2003. A Semi-recirculating, Integrated System for the Culture of Fish and Seaweed. *Aquaculture* 221, 167–181.
- Setyono, Dwi Eny Djoko. 2012. Akuakultur dengan Sistem Resir. *Oseana, Volume XXXVU, Nomor 3, Tahun 2012: 45 – 50*.
- Soebjakto, Slamet. 2019. *Kinerja Pembangunan Perikanan Budidaya Semester I Tahun 2019*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Subandriyo, 2001, Budidaya Udang dengan Sistem Resirkulasi dan Masalahnya, Pt. Charoen Pokphand Indonesia, Medan.
- Sudarno., Gunanti Mahasri dan Rahayu Kusdarwati. 2017. Aplikasi Sistem Imuno-Probiosirkulasi pada Tambak Udang pola Tradisional Di Desa Jenu, Kabupaten Jenu. *Journal of Aquaculture and Fish Health* Vol. 7 No.1.
- Sudrajat, Y. dan Gunawan, B., *Sistem Bakteriofiltrasi sebagai Sarana Pasokan Air pada Penampungan Ikan Hidup*, Buletin Teknik Pertanian 7(2) (2002): 48-50.
- Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R., Zohar, Y., 2009. Environmentally Sustainable Land-based Marine Aquaculture. *Aquaculture* 286, 28–35
- Widjadja, Sjarief. 2018. *Teknologi Microbubble Budidaya Udang Vaname Ultra Intensif*. Artikel KKP. <https://kkp.go.id/brsdm/artikel/8233-brsdm-ciptakan-teknologi-microbubble-untuk-budidaya-udang-vaname-ultra-intensif> [Diakses 27 Februari 2021]
- Widjadja, Sjarief. 2019. Microbubble : Teknologi Baru Ramah Lingkungan untuk Budidaya Udang. Artikel Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2019/01/08/microbubble-teknologi-baru-ramah-lingkungan-untuk-budidaya-udang/> [Diakses 27 Februari 2021]
- Wijaya, Danu., Amula Nurfiarini., Adriani Sri Nastiti dan Riswanto. 2017. Keniasaan Makan, Luas dan Tumpang Tindih Relung Beberapa Jenis Lobster di Teluk Prigi, Kabupaten Trenggalek. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, Volume 9 Nomor 3 Desember 2017
- Yunaidi., Anugrah Perdana Rahmanta dan Ari Wibowo. 2019. Aplikasi Pakan Pelet Buatan untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Air Tawar di Desa Jerukagung Srumbung Magelang. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian kepada Masyarakat* Vol. 3, No. 1, April 2019, Hal. 45-54

- Zachritz I.I., W.A., Hanson, A.T., Saucedo, J.A., Fitzsimmons, K.M., 2008. Evaluation of Submerged Surface Flow (SSF) Constructed Wetlands for Recirculating Tilapia Production Systems. *Aquacultural Engineering* 39, 16–23.
- Zidni, Irfan., Ayi Yustiati., Iskandar dan Yuli Andriani. Pengaruh Sistem Budidaya terhadap Kualitas Air dalam Budidaya Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Volume 7 Nomor 2. Desember 2017
- Zidni, Irfan., Iskandar., Achmad Rizal., Yuli Andriani dan Rian Ramadan. 2019. Efektivitas Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Volume 9 Nomor 1. Juni 2019