



SISTEM PENYANGGA KEHIDUPAN DAN PEMELIHARAAN IKAN PADA KOLAM SENTUH AKUARIUM PUBLIK

Nanda Radhitia Prasetiawan^{1,3*}, Ratna Amalia Kurniasih², Usep Mulyadi¹, Agus Setiawan^{1,3}, Ma'muri^{1,3}, Rikha Bramawanto^{1,3}, Salasi Wasis Widyanto^{1,3}, Ari Kuncoro^{1,3}, Susilo Wisnugroho^{1,3}, Tanki Yusharto¹ dan Rahayu Sudrajat¹

¹ Pusat Riset Kelautan, Jakarta, 14430, Indonesia.

² Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL), Serang, 42167, Indonesia.

³ Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jakarta, 10340, Indonesia.

*Email: nr.prasetiawan@gmail.com

ABSTRAK - Kolam sentuh air laut merupakan salah satu wahana yang umum ditemui pada akuarium publik. Fasilitas ini menjadi media yang memungkinkan adanya interaksi antara pengunjung dengan biota melalui sentuhan ataupun pemberian pakan. Belum banyak laporan terkait manajemen kolam sentuh air laut pada akuarium publik di Indonesia. Makalah ini mendeskripsikan aspek desain sistem penyangga kehidupan, komunitas biota serta manajemen pemeliharaan ikan dari salah satu kolam sentuh air laut pada akuarium publik. Kolam sentuh bervolume 15.000 liter menggunakan sistem resirkulasi dengan bak filter terpisah, protein skimmer dan sand filter serta memanfaatkan pencahayaan buatan. Wavemaker digunakan untuk menghasilkan arus pada kolam. Suhu, salinitas, pH, DO air memenuhi kriteria untuk pemeliharaan biota air laut. 9 jenis ikan dan 1 jenis penyu dipelihara secara polikultur pada kolam sentuh. Rhina ancylostomus, Orectolobus sp. dan Chelonia mydas adalah daya tarik utama bagi pengunjung. Acanthuridae adalah famili ikan paling banyak ditemukan pada kolam sentuh. Rhina ancylostomus adalah koleksi dengan status konservasi IUCN Critically Endangered (CR) yang aktif bergerak mejelajah. Beberapa jenis ikan menunjukkan adanya perilaku yang lebih sering bersembunyi pada area yang ternaung. Ikan mengkonsumsi pakan degar dan buatan yang diberikan. Teridentifikasi 3 genus plankton pada kolam sentuh dimana Navicula mendominasi. Permasalahan kesehatan yang tercatat berupa infestasi Trichodina pada kulit L. cornuta dan Benedenia serta Cryptocaryon pada Diodon sp. serta exophthalmos pada L. cornuta. Optimasi sistem penyangga kehidupan dapat dilakukan melalui penggunaan sump dengan filter biologis.

Kata kunci: Ektoparasit, kolam sentuh, plankton, Rhina ancylostomus, sistem penyangga kehidupan.

PENDAHULUAN

Akuarium publik adalah wahana yang diminati oleh masyarakat sebagai media eduwisata. Fasilitas ini telah dibangun di berbagai belahan dunia dan Sea Life di Brighton tercatat dalam Guinness World Record sebagai akuarium tertua yang masih beroperasi hingga saat ini. Adapun akuarium publik di Indonesia adalah SeaWorld dan Jakarta Aquarium. Akuarium publik juga dapat berperan sebagai media konservasi eksitu bagi berbagai jenis biota akuatik (Anzai et al., 2022).

Akuarium ini dapat berisikan air tawar ataupun air laut. Adapun akuarium publik berukuran besar dengan air laut dikenal juga sebagai osenarium. Pada suatu area akuarium publik dapat ditememukan beberapa jenis akuarium dimana *tunnel*, akuarium utama dan kolam sentuh adalah fasilitas yang umum ditemui (Hama, 2013; Spooner et al., 2021)

Berbeda dengan akuarium yang sisi-sisinya terbuat dari material tembus pandang seperti kaca ataupun akrilik yang memungkinkan teramatinya bagian dalam



akuarium dari samping, kolam sentuh merupakan suatu kolam dangkal dengan sudut pandang utama adalah dari atas. Sesuai dengan namanya kolam ini difungsikan sebagai media interaksi antara pengunjung dengan biota akuatik melalui sentuhan ataupun pemberian pakan secara langsung (Biasetti et al., 2020). Interaksi tersebut membuat pengunjung memiliki pengetahuan yang lebih baik terkait biota (Ogle, 2016). Kolam sentuh pada umumnya berisikan biota yang secara fisik menarik, unik dan tidak berbahaya. Akan tetapi beberapa jenis hiu dan pari juga telah menjadi ikan yang ditempatkan pada kolam sentuh (Johnson et al., 2017). Wahana ini tidak hanya berisikan ikan, tetapi dapat berisikan penyu, moluska, krustasea, invertebrata atau bahkan beberapa jenis tanaman (Darmaningsih et al., 2006). Kolam sentuh utamanya ditujukan bagi anak-anak untuk dapat mengamati dan lebih mengenal berbagai jenis biota akuatik.

Secara peruntukannya kolam sentuh berbeda dengan kolam untuk tujuan budidaya. Fasilitas ini dapat memiliki ornamen serta dekorasi yang dibuat menyerupai suatu habitat ataupun dengan tema tertentu. Umumnya kolam sentuh pada akuarium laut merupakan suatu kolam air laut yang dilengkapi dengan sistem penyangga kehidupan yang yang tidak ditemukan pada kolam air tawar. Ulasan terkait akuarium publik khususnya untuk kolam sentuh air laut masih terbatas. Makalah ini mendeskripsikan aspek teknis, biota dan manajemen pemeliharaan pada kolam sentuh.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada November 2021 pada kolam sentuh (*touch pool*) di PIAMARI Akuarium, Pangandaran (Gambar 1). Aspek yang dikaji adalah desain sistem penyangga kehidupan, komunitas biota koleksi, plankton, penyakit dan pemeliharaan ikan.



Gambar 1. Kolam sentuh di PIAMARI Akuarium

Komponen dan peralatan dari sistem penyangga kehidupan pada kolam sentuh diidentifikasi secara langsung dan dideskripsikan dengan diagram. Koleksi biota yang diperlihara pada kolam sentuh diidentifikasi dengan petunjuk identifikasi (Allen et al., 2003) untuk ikan dan (Sadili et al., 2015) untuk penyu. Ikan dihitung jumlah dan ditentukan komposisinya. Pengambilan sampel air dilakukan untuk mengetahui komunitas plankton dan kualitas air. Genus plankton diidentifikasi secara konvensional dengan peralatan berupa *Sedgewick rafter*; mikroskop Olympus CKX31; dan petunjuk identifikasi yang digunakan adalah (Bellinger & Sigee, 2010; Kraberg et al., 2010; Yamaji, 1979). Pengambilan sampel ektoparasit pada koleksi ikan dilakukan dengan teknik *gill biopsy*



dan *skin scrapping* secara *wet mount* dengan larutan NaCl. Pengamatan ektoparasit dilakukan dengan peralatan berupa mikroskop Olympus CX21 dan kamera Optiab. Identifikasi parasit menggunakan referensi (Hoffman, 1999; Ihwan et al., 2016; Sumuduni et al., 2020; Zafran et al., 2005). Pengukuran kualitas air secara insitu dilakukan dengan *water quality checker* Lutron Wa-2017SD untuk parameter suhu, pH dan DO. Sedangkan salinitas diukur dengan refractometer. Selain itu dilakukan pengukuran kadar nitrit dan fosfat dengan smart kit serta kadar nitrat dengan spektrofotometri. Indeks ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan indeks dominansi (C) digunakan untuk menganalisis keanekaragaman komunitas biota koleksi dan plankton.

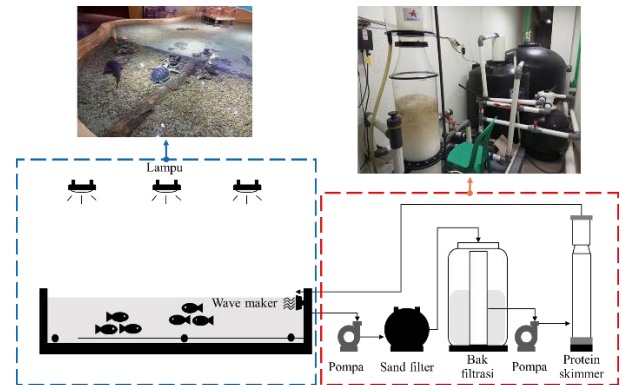
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolam sentuh mengambil tema *tide pool* atau kolam pasang surut dengan substrat berupa pasir dan pecahan karang. *Tide pool* umum ditemukan pada area pantai berbatu yang landai dimana akan terekspos ketika surut serta menjebak atau menjadi tempat bagi berbagai biota dan akan tergenang kembali saat pasang (Denny & Gaines, 2007). Pengunjung dapat memanfaatkan sisi samping kolam sentuh untuk mengamati koleksi.

Sistem Penyangga Kehidupan

Kolam sentuh menerapkan sistem resirkulasi sebagai penyangga kehidupan yang dilengkapi filter fisik, *protein skimmer*, sand filter, lampu UV dengan bak filtrasi berupa tandon (Gambar 2). Sistem resirkulasi umum merupakan sistem yang umum digunakan

untuk akuarium air laut baik dalam pemeliharaan ikan hingga karang karena karena faktor efisiensi (Ahmed & Turchini, 2021; Furukawa et al., 2016). Bagian utama merupakan kolam sentuh yang terbuat dari semen bervolume 15.000 l. Pada bagian inilah koleksi biota dipelihara.



Gambar 2. Komponen dan peralatan utama pada kolam sentuh

Sistem penyangga kehidupan terletak terpisah dimana air dari kolam sentuh disedot dengan pompa ke dalam sand filter dan dialihkan menuju tandon filtrasi. Pada tandon filtrasi ini air disaring dengan filter fisik, diberikan perlakuan UV, melalui filter biologis berupa *bioball*. Air dari tandon filtrasi disedot ke dalam protein skimmer dan dikembalikan ke kolam sentuh. Proses tersebut berlangsung secara kontinu. Sistem tersebut dihungkan dengan jaringan pemipaan. Filter fisik seperti *Sand filter* dan *sock bag filter* digunakan untuk memisahkan partikel padat (Juanda et al., 2022). Sedangkan *protein skimmer* adalah komponen penting yang banyak digunakan pada akuarium air laut untuk memisahkan material organik yang terlarut pada air (Rahman et al., 2012; Susanto et al., 2021). Sedangkan filter biologis digunakan untuk

membantu proses denitrifikasi (Priono & Satyani, 2012).

Wave maker digunakan sebagai penghasil arus sehingga dalam kolam sentuh terdapat pergerakan air. Pencahayaan buatan digunakan untuk kolam sentuh. Karena terdapat didalam ruangan tertutup, suhu kolam sentuh mengikuti suhu ruangan yang ditentukan dengan pendingin ruangan.

Kualitas Air

Kualitas air pada kolam sentuh bersifat dinamis sehingga pemantauan dilakukan secara rutin. Kualitas air merupakan aspek penting dalam pemeliharaan ataupun budidaya biota akuatik khususnya ikan (Harmilia et al., 2020; Monalisa & Minggawati, 2010).

Tabel 1. Kualitas air pada kolam sentuh.

Parameter	Kolam Sentuh	Kriteria*
Suhu (°C)	28,1	28-30
Salinitas (‰)	33	33-34
DO (mg/l)	7,4	7-8,5
pH	7,55	>5
Nitrit (mg/l)	0,026	-
Nitrat (mg/l)	2,20	0,06
Fosfat (mg/l)	2,20	0,015

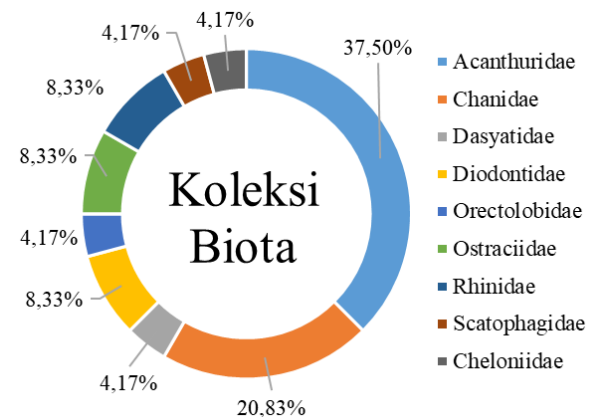
Keterangan: *(Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021)

Parameter suhu, salinitas, DO dan pH dari kolam sentuh memenuhi kriteria berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 (Tabel 1). Salinitas pada kolam sentuh berada pada kisaran 32 hingga 33 dan cenderung mengalami peningkatan karena penguapan seiring waktu. Perlakuan penambahan air tawar dilakukan untuk menurunkan salinitas. Oksigen adalah parameter vital yang

penurunan kadarnya dapat berdampak negatif pada ikan (Prakoso & Chang, 2018).

Kadar nitrat dan fosfat pada saat pengukuran melebihi kriteria. Pergantian air secara parsial dilakukan untuk menjaga kualitas air dimana pergantian 20% hingga 30% dilakukan 2 kali dalam satu minggu dan 50% setiap bulan sekali. Metode pergantian air adalah cara konvensional yang digunakan pada akuarium untuk menjaga kualitas air (Adlin et al., 2020).

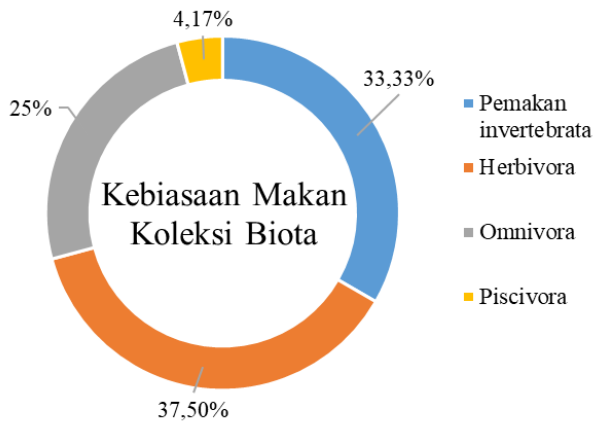
Koleksi Biota Akuatik



Gambar 3. Komposisi komunitas biota pada kolam sentuh.

Sembilan jenis ikan dari 8 famili dan 1 jenis penyu dipelihara pada kolam sentuh (Tabel 2). *Acanthurus* sp. serta *Chanos chanos* adalah jenis ikan dengan jumlah paling besar. Sebagian besar koleksi tergolong kedalam status konservasi IUCN LC (75%) dan sisanya tergolong EN (8,33%), CR (8,33%) dan belum terkategori (8,55%). Penyu hijau termasuk kedalam koleksi yang tergolong kedalam status konservasi EN. Tercatat bahwa fasilitas akuarium publik telah menjadi rumah bagi biota akuatik dari beragam status konservasi (da Silva et al., 2019). Indeks keanekaragaman

ikan (H') pada kolam sentuh adalah 1,98 dengan indeks dominansi (C) sebesar 0,18.



Gambar 4. Komposisi kebiasaan makan biota pada kolam sentuh

Sebagian besar koleksi biota yang ada pada kolam sentuh dapat diperoleh dari perairan Pangandaran dan sekitarnya (Nuryanto et al., 2020). Ikan-ikan tersebut bukanlah target tangkapan nelayan tapi pada beberapa kasus dapat tertangkap atau terjebak pada jaring. *R. ancylotomus* dan *C. mydas* merupakan koleksi yang menarik bagi pengunjung karena tidak umum untuk ditemui. Adapun *C. chanos* merupakan satu-satunya jenis ikan yang merupakan komoditas budidaya air payau yang dapat hidup pada air laut karena memiliki kemampuan mentoleransi rentang salinitas yang cukup luas (Mirera, 2011).

Table 2. Koleksi biota pada kolam sentuh

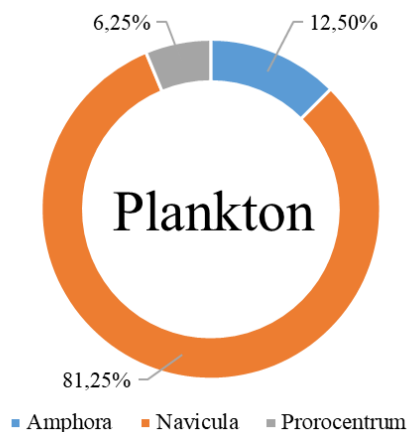
Ordo	Famili	Spesies	Kebiasaan Makan	Status Konservasi
Acanthuriformes	Acanthuridae	<i>Acanthurus</i> sp.	Herbivora	LC
		<i>Naso</i> sp.	Herbivora	LC
	Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	Pemakan invertebrata	LC
Gonorynchiformes	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Omnivora	LC
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Himantura</i> sp.	Pemakan invertebrata	EN
Orectolobiformes	Orectolobidae	<i>Orectolobus</i> sp.	Piscivora	LC
Rhinopristiformes	Rhinidae	<i>Rhina ancylotomus</i>	Pemakan invertebrata	CR
Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Diodon</i> sp.	Pemakan invertebrata	LC
	Ostraciidae	<i>Lactoria cornuta</i>	Pemakan invertebrata	-
Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Omnivora	EN

Terdapat beberapa perilaku berbeda yang ditunjukkan oleh ikan-ikan pada kolam sentuh. *C. chanos*, *R. ancylotomus*, *Himantura* sp. cenderung aktif bergerak menjelajah mengelilingi kolam. *Orectolobus* sp. lebih sering bersembunyi pada substrat disekitar area yang ternaung. Perilaku istirahat pada area yang ternaung tersebut secara alami

juga ditrmukan pada *Orectolobus ornatus* (Carraro & Gladstone, 2006). *S. argus* lebih sering bersembunyi pada area ternaung. *Acanthurus* sp. kadang berada pada area yang ternaung oleh dekorasi dan kadang keluar menjalah pada area yang terbuka bersama dengan *Naso* sp. *Diodon* sp. menunjukkan perilaku yang bersahabat dan seringkali

mendekati pengunjung. Perilaku mendekati pengunjung juga ditunjukkan oleh *L. cornuta* yang lebih sering menjelajah mengelilingi kolam. Pada kolam sentuh, *C. mydas* juga aktif berenang menjelajah. Pada habitat alaminya penyu merupakan penjelajah yang bermigrasi dalam jarak yang jauh (Dethmers et al., 2010).

Plankton



Gambar 5. Komposisi komunitas plankton pada kolam sentuh.

Teridentifikasi 3 genus plankton pada kolam sentuh yaitu Amphora, Navicula dan Prorocentrum. Keanekaragaman plankton pada kolam sentuh tergolong rendah (H' : 0,60) dengan indeks dominansi (C) sebesar 0,68. Navicula adalah genus yang mendominasi (Gambar 5). *Navicula* dan *Amphora* juga tercatat ditemukan pada perairan laut yang digunakan sebagai sumber air bagi kolam sentuh (Rosada et al., 2017; Suryadi & Kelana, 2017; Syahbaniati & Sunardi, 2019)

Ektoparasit dan Penyakit

Beberapa ektoparasit teridentifikasi pada kulit ikan. Protozoa *Trichodia* sp. ditemukan pada *L. cornuta* dan Monogenea *Benedenia* sp. serta Protozoa *Cryptocaryon* sp. teridentifikasi menginfestasi *Diodon* sp.

Infestasi *Trichodina* dan *Cryptocaryon* tergolong kedalam kategori rendah sedangkan infestasi *Benedenia* tergolong medium. Dari pengamatan menunjukkan bahwa infestasi tersebut tidak menunjukkan adanya gejala klinis pada ikan. Infestasi ektoparasit hanya ditemukan pada ikan dari ordo Tetraodontiformes. Ektoparasit *Benedenia* dilaporkan ditemukan menginfestasi ikan laut termasuk ikan hias pada akuarium (Morsy et al., 2011; Prasetya et al., 2021). Salah satu cara pengendalian *Benedenia* adalah dengan memasukkan ikan pembersih *Labroides dimidiatus* pada lingkungan pemeliharaan (Grutter et al., 2002). Pengobatan ikan yang terinfestasi parasit dilakukan dengan merendam ikan pada air tawar ataupun larutan senyawa antiparasit seperti formalin ataupun potassium permanganate. Penyakit yang sebelumnya pernah tercatat pada kolam sentuh adalah exophthalmos atau *pop-eye* pada *Pomacanthus semicirculatus*, *L. cornuta* dan *Diodon* sp.

Pakan

Komunitas biota yang dipelihara pada kolam sentuh memiliki kebiasaan makan yang berbeda-beda (Gambar 4). Oleh karenanya terdapat beberapa jenis pakan yang diberikan yaitu pakan segar (*Decapterus*, *Sardinella*, *Thryssa*, udang rebon) dan pakan buatan (pelet apung, pelet ikan hias laut, pelet herbivora) yang diberikan 2 kali dalam sehari. *Orectolobus* sp., *Rhina ancylostomus*, *Diodon* sp. *Hymantura* sp. dan *C. mydas* lebih memilih memakan potongan ikan segar. Di alam ikan dari genus *Orectolobus* diketahui mengkonsumsi ikan bertulang sejati dan



rawan serta Cephalopoda (Huveneers et al., 2007). Sedangkan ikan lain memakan rebon dan potongan-potongan kecil dari ikan segar serta pelet. Pakan juga menjadi media pemberian vitamin dan obat (antibiotic ataupun antiparasit).

KESIMPULAN

Kolam sentuh dengan sistem resirkulasi yang ditunjang oleh *sand filter*, bak filtrasi dan *protein skimmer* dapat digunakan sebagai media pemeliharaan multispecies bagi 9 jenis ikan dan penyu hijau. 8 famili ikan termasuk didalamnya hiu dan pari dapat beradaptasi pada lingkungan kolam sentuh dengan pemeliharaan dan pakan yang diberikan berupa pakan campuran pakan segar dan pakan buatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Operasional PIAMARI Akuarium dibiayai oleh DIPA Pusat Riset Kelautan, BRDSM KP KKP tahun 2021. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pengelola PIAMARI Akuarium, Pusat Riset Kelautan dan Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Nanda Radhitia Prasetiawan adalah kontributor utama.

DAFTAR PUSTAKA

Adlin N, Hatamoto M, Yamazaki S, Watari T, Yamaguchi T. 2020. A potential zero water exchange system for recirculating aquarium using a DHS-USB system coupled with ozone. *Environmental Technology*.
<https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1784295>

Ahmed N, Turchini GM. 2021. Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126604.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>

Allen G, Steene R, Humann P, Deloach N.. 2003. *Reef fish identification tropical Pacific*. New World Publications Inc.

Anzai W, Ban K, Hagiwara S, Kako T, Kashiwagi N, Kawase K, Yamanashi Y, Murata K. 2022. Quantifying the 60-year contribution of Japanese zoo and aquariums to peer-reviewed scientific research. *Animals*, 12(598), 1–13.

Bellinger EG, Sigee DC. 2010. *Freshwater algae*. John Wiley & Sons, Ltd.

Biasetti P, Florio D, Gili C, de Mori B. 2020. The ethical assessment of touch pools in aquariums by means of the ethical matrix. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 33, 337–353.
<https://doi.org/10.1007/s10806-020-09823-2>

Carraro R, Gladstone W. 2006. Habitat preferences and site fidelity of the ornate Wobbegong shark (*Orectolobus ornatus*) on rocky reefs of New South Wales. *Pacific Science*, 60(2), 207–223.
<https://doi.org/10.1353/psc.2006.0003>

da Silva R, Pearce-Kelly P, Zimmerman B, Knott M, Foden W, Conde DA. 2019. Assessing the conservation potential of fish and corals in aquariums globally. *Journal for Nature Conservation*, 48, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.12.001>

Darmaningsih, Nurhayati P, Fatchiya A. 2006. Tingkat kepuasan pengunjung objek wisata Sea World Indonesia. *Buletin Ekonomi Perikanan*, VI(2), 86–102.

Denny MW, Gaines S. (Eds.). 2007. *Encyclopedia of tidepools and rocky shores*. University of California.

Dethmers KEM, Jensen MP, Fitzsimmons NN, Broderick D, Limpus CJ, Moritz C. 2010.



- Migration of green turtles (*Chelonia mydas*) from Australasian feeding grounds inferred from genetic analyses. *Marine and Freshwater Research*, 61, 1376–1387.
<https://doi.org/10.1071/MF10084>
- Furukawa A, Matsuura N, Mori M, Kawamata M, Kusaka J, Hatamoto M, Yamaguchi T. 2016. Development of a DHS-USB recirculating system to remove nitrogen from a marine fish aquarium. *Aquacultural Engineering*, 74, 174–179.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2016.08.004>
- Grutter A, Deveney MR, Whittington ID, Lester RJG. 2002. The effect of the cleaner fish *Labroides dimidiatus* on the capsalid monogenean *Benedenia lolo* parasite of the labrid fish *Hemigymnus melapterus*. *Journal of Fish Biology*, 61, 1098–1108.
<https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2121>
- Hama JR. 2013. *Building an aquarium in Koya districts and surroundings as a project in the tourism sector*. 347–353.
- Harmilia ED, Helmizuryani, Khotimah K, Anggoro MT. 2020. Penyuluhan kualitas air yang baik untuk budidaya ikan (parameter fisika kimia). *Suluh Abdi: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 37–40.
- Hoffman GL. 1999. *Parasites of North American Freshwater Fishes* (2nd ed.). Comstock Publishing Associates.
- Huveneers C, Otway NM, Gibbs SE, Harcourt RG. 2007. Quantitative diet assessment of wobbegong sharks (genus *Orectolobus*) in New South Wales, Australia. *ICES Journal of Marine Science*, 1272–1281.
- Ihwan MZ, Shuhaimi AD, Ambak MA, Wahidah W, Surzanne A, Fakhruddin MI, Syahnnon M, Azmie G, Marina H. 2016. Report on marine Capsalid Monogenean parasites in cage-cultured of crimson snapper, *Lutjanus erythropterus* at Johore, Malaysia. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 11(8), 1–7.
- Johnson JG, Naples LM, Van Bonn WG, Kent AD, Mitchell MA, Allender MC. 2017. Evaluation of health parameters in cownose rays (*Rhinoptera bonasus*) housed in a seasonal touch pool habitat compared with an off-exhibit habitat. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 48(4), 954–960.
<https://doi.org/10.1638/2017-0091.1>
- Juanda SJ, Sianturi IT, Panuntun M.F. 2022. *Pemeliharaan calon induk Koi (Cyprinus carpio, L) dengan media filter pada Sistem resirkulasi*. 3(1), 1–8.
- Kraberg A, Baumann M, Dürselen C. 2010. *Coastal phytoplankton: photo guide for Northern European seas*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Coastal+Phytoplankton+-+Photo+Guide+for+Northern+European+Seas#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Coastal+phytoplankton:+photo+guide+for+Northern+European+seas#0>
- Mirera DO.(2011). Experimental polyculture of milkfish (*Chanos chanos*) and mullet (*Mugil cephalus*) using earthen ponds in Kenya. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 10(1), 59–71.
- Monalisa SS, Minggawati I. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5(2), 526–530.
- Morsy K, Abdel-Monem S, Abdel-Ghaffar F, Bashtar A, Al-Ghamdi A, Abdel-Gaber R. 2011. First record of *Benedenia scianeae* (Monogenea: Capsalidae) infecting the brown-spotted grouper fish *Epinephelus chlorostigma* (Family: Serranidae) from the Red Sea in Egypt. *Life Science Journal*, 8(4), 245–252.
- Nuryanto, A., Bhagawati, D., & Kusbiyanto. (2020). Evaluation of conservation and trade status of marine ornamental fish harvested from Pangandaran Coastal Waters, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(2), 512–520.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d210212>
- Ogle B. 2016. Value of guest interaction in
- Johnson JG, Naples LM, Van Bonn WG, Kent



- touch pools at public aquariums. *Universal Journal of Management*, 4(2), 59–63.
<https://doi.org/10.13189/ujm.2016.040202>
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021.
<http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Prakoso VA, Chang YJ. 2018. Pengaruh hipoksia terhadap konsumsi oksigen pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 3(2), 165–171.
- Prasetya AW, Kismiyati, Subekti S. 2021. Intensity and predilection of helminth parasites of the red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *World's Veterinary Journal*, 11(3), 498–503.
<https://doi.org/10.54203/scil.2021.wvj64>
- Priono B, Satyani D. 2012. Penggunaan berbagai jenis filter untuk pemeliharaan ikan hias air tawar di akuarium. *Media Akuakultur*, 7(2), 76.
- Rahman MM, Kadowasi S, Linn SM, Yamada Y. 2012. Effect of protein skimming on water quality, bacterial abundance and abalone growth in land based recirculating aquaculture system. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7(2), 150–161.
- Rosada KK, Sunardi, Pribadi TDK, Putri SA. 2017. Struktur komunitas fitoplankton pada berbagai kedalaman di Pantai Timur Pananjung Pangandaran. *Jurnal Biodjati*, 2(1), 30–37.
<https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i1.1290>
- Sadili DW, Suprapti D, Sarmintohadi, Harfiandri, Rasdiana H, Sari RP, Miasto Y, Annisa S, Terry M, Monintja MP. 2015. *Rencana Aksi Nasional (RAN) Konservasi Penyu Periode 2016-2020* (A. Dermawan (Ed.)). Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati, KKP.
- Spooner SL, Farnworth MJ, Ward SJ, Whitehouse-Tedd KM. 2021. Conservation education: Are zoo animals effective ambassadors and is there any cost to their welfare? *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 2, 41–65.
<https://doi.org/10.3390/jzbg2010004>
- Sumuduni BGD, Munasinghe DHN, Arulkanthan A. 2020. Investigation of complete life cycle and species identification of a digenean gill parasite *Centrocestus* sp. infesting Koi carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) using morphology and morphometric characters. *Ceylon Journal of Science*, 49(2), 185–194.
<https://doi.org/10.4038/cjs.v49i2.7739>
- Suryadi IBB, Kelana PP. 2017. Struktur komunitas fitoplankton di perairan Pangandaran. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 2(2), 163–171.
<https://doi.org/10.24198/jaki.v2i2.23419>
- Susanto A, Herjayanto M, Alimudin, Budiaji W, Priyantono E, Guna NA. 2021. The development design of venturi type protein skimmer for mariculture land base system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 715, 012063.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/715/1/012063>
- Syahbaniati AP, Sunardi S. 2019. Distribusi vertikal fitoplankton berdasarkan kedalaman di pantai timur Pananjung Pangandaran, Jawa Barat Vertical distribution of phytoplankton based on depths in East Coast of Pananjung Pangandaran, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(1), 81–88.
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050116>
- Yamaji I. 1979. *Illustrations of the marine plankton of Japan* (3rd ed.). Hoikusha.
- Zafran, Koesharyani I, Sugama K, Ikenoue H, Hatai K. 2005. *Manual for fish diseases diagnosis: marine fish and crustacean diseases in Indonesia*. Gondol Research Institute for Aquaculture, MMAF of Indonesia.