

Vol.7 No.2 Maret 2019

pISSN:2301-816X
eISSN:2579-7638

AQUASAINS

JURNAL ILMU PERIKANAN DAN SUMBERDAYA PERAIRAN



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**



PKP INDEX



AQUASAINS

JURNAL ILMU PERIKANAN DAN SUMBERDAYA PERAIRAN

pISSN:2301-816X

eISSN: 2579-7638

Vol.7 No.2 Maret 2019

EDITOR IN CHIEF

Eko Efendi

EDITOR SECRETARY

Esti Harpeni

EDITORIAL BOARD

Margie Brite

Main Center for Marine Aquaculture Research, Lampung Indonesia

Rahmadi Sunoko

Assistant to Minister's adviser for Economic and Social Culture Office of Ministerial Adviser Ministry of Marine Affairs and Fisheries Republic of Indonesia

Ocky Karna Radjasa

Department of Marine Science, Diponegoro University, Semarang Indonesia

Indra Gumay Yudha

Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, Lampung University, Bandar Lampung Indonesia

Neviaty Putri Zamany

Department of Marine Science, Bogor Agriculture Institute, Bogor Indonesia

Abdullah aman Damai

Department of Fisheries and Marine Science, Faculty of Agriculture, Lampung University, Bandar Lampung Indonesia

Alamat Redaksi

Jurusan Perikanan dan Kelautan

Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jl. Sumantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung 35144

Email: aquasains@yahoo.com; aquasains@gmail.com

Website: <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JBPB>
<http://aquasains.wordpress.com/>



COPYRIGHT©AQUASAINS 2019

AQUASAINS



Cover Desain : Tim Editorial

Photo Properties : Coastal of Limau District, Tanggamus Regency



KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Allah SWT karena Penyusunan Jurnal “AQUASAINS” telah selesai. Jurnal ini disusun untuk mengapresiasi dan mempublikasi hasil-hasil penelitian, dan kajian ilmiah bidang perikanan dan sumberdaya perairan. Untuk mendukung tujuan tersebut, jurnal ini mengkhususkan diri dengan materi-materi dalam bidang perikanan dan sumberdaya perairan. Edisi ketujuh Nomor dua ini ini memuat enam artikel yang diharapkan akan menambah wawasan dan pemahaman di bidang perikanan dan sumberdaya perairan.

Pada kesempatan ini redaksi menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mengirimkan artikelnya-artikelnya. Redaksi akan membuka kesempatan seluas-luasnya bagi seluruh kalangan akademisi maupun praktisi baik dari dalam lingkungan maupun diluar Universitas Lampung untuk mempublikasikan hasil-hasil penelitiannya.

Akhir kata semoga jurnal ilmu perikanan dan sumberdaya perairan “AQUASAINS” ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya.

Bandar Lampung, Maret 2019

Redaksi

AQUASAMS

DAFTAR ISI Vol 7 No. 2

Yeni Huriyani

Suitability And Carrying Capacity Of Mangrove Ecotourism in
Mempawah District, West Kalimantan 673 - 684

*Henni Wijayanti Maharani, Herman Yulianto, Nurulita, Eko
Efendi, Putu Cinthia Delis*

Bioconcentration Of Heavy Metal Cadmium (CD) in Green Mussle
(*Perna Viridis* Linn, 1758) Cultivated in Pasaran Island Waters,
Lampung, Indonesia 685 - 696

*Yulma, Gloria Ika Satriani, Awaludin, Burhanuddin Ihsan, Bela
Pratiwi*

Bacteria Diversity in Sediment From Mangrove and Bekantan
Conservation Area, Tarakan City 697 - 706

Eri Yusni, Tri Pardiana Setiani

Heavy Metal Cadmium (Cd) and Lead (Pb) in Vaname Shrimp
(*Litopenaeus vannamei*) Collected from Traditional Markets in
Medan City, Indonesia..... 707 – 714

*Syifania Hanifah Samara, Citra Fibriana, Uthami Nagin Lestari,
Agus Oman Sudrajat*

Performance of Pregnant Mare Serum Gonadotropin and Vitamin
Mix in Inducing Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus*
Rematuration 715 - 724

*Herman Yulianto, Putu Cinthia Delis, Abdullah Aman Damai, Rara
Diantari, Suparmono, Defrilasio Eldes Penmau, Sefia Febriani*

Effect of *Pilsbryoconcha exilis* as Organic Matter Removal in The
Aquaponic System 725 - 734

AQUASAMS

AQUASAINS

SUITABILITY AND CARRYING CAPACITY OF MANGROVE ECOTOURISM IN MEMPAWAH DISTRICT, WEST KALIMANTAN

Yeni Hurriyani¹

Ringkasan *Mangrove forests as natural ecosystems, have high ecological and economic value. Rapidly growing population, causing the needs of human life is increasing, as a consequence of increased development and settlement. This will create pressure on natural resources, where the utilization has not yet taken into consideration any losses that have ecological impacts. Implementation of ecotourism system in mangrove forest ecosystem is an approach in sustainable utilization of mangrove forest ecosystem. The ecosystem suitability index for mangrove tourism in Village Pasir Mempawah Hilir Mempawah District is classified into very suitable (SS) and conditional (SB) categories for ecotourism development. This shows that the mangrove area in the Village Pasir Mempawah Hilir Mempawah District is suitable to serve as a tourist area.*

Keywords *Ecotourism, Mangrove, Carrying Capacity, Suitability Index*

Received : 27 September 2018

Accepted : 30 Oktober 2018

PENDAHULUAN

Hutan Mangrove merupakan ekosistem alami yang ditemukan baik di pantai tropis maupun subtropik. Kawasan mangrove didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang baik pada daerah pasang-surut maupun pantai berlumpur. Ekosistem mangrove mempunyai sifat yang unik dan khas, serta memiliki fungsi dan manfaat yang beraneka ragam makhluk hidup. Di Indonesia, hutan mangrove tumbuh dan tersebar luas diseluruh Nusantara, mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi sampai dengan Papua (Pramudji, 2004; Bengen, 2001). Vegetasi hutan mangrove umumnya ditumbuhi tanaman mangrove dari famili *Rhizophoraceae*, *Combretaceae*, *Meliaceae*, *Sonneratiaceae*, *Euphorbiaceae* dan *Sterculiaceae*, selanjutnya ke arah darat umumnya ditumbuhi oleh jenis paku-pakuan (*Acrostichum aureum*).

Hutan mangrove sebagai ekosistem alamiah memiliki nilai ekologis dan eko-

¹)Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124 Kalimantan Barat
E-mail: yeni.hurriyani@faperta.untan.ac.id

nomis penting. Fungsi penting ekologis hutan mangrove antara lain sebagai tempat mencari makan (*feeding grounds*), tempat pemijahan (*spawning grounds*), dan tempat pengasuhan (*nursery grounds*) bagi berbagai biota laut. Sedangkan dari aspek nilai ekonomis, hutan mangrove menyediakan berbagai bahan dasar baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri, seperti kayu bakar, arang, kertas dan rayon. Ekosistem hutan mangrove termasuk ke dalam tipe sistem *fragile* sehingga sangat rentan terhadap perubahan lingkungan. Keberadaannya yang bersifat *open access* pada kawasan tertentu semakin memicu peningkatan eksploitasi oleh manusia yang pada akhirnya memberikan dampak negatif terhadap kualitas dan kuantitasnya.

Pada beberapa dekade terakhir ini, pemanfaatan hutan mangrove terus meningkat, bukan saja dari segi pemanfaatan lahannya, tetapi juga segi pemanfaatan tumbuhan mangrovenya, baik secara tradisional maupun komersial. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan hidup masyarakat untuk pembangunan dan pemukiman juga semakin meningkat. Hal ini tentu saja akan menimbulkan tekanan terhadap sumberdaya alam dikarenakan pemanfaatannya yang kurang memperhitungkan dampaknya terhadap lingkungan ekologis. Demikian juga halnya dengan pembangunan di wilayah pesisir sekitar kawasan hutan mangrove yang belum dilaksanakan secara bijaksana dan berwawasan lingkungan. Adanya masukan beban limbah baik yang berasal rumah tangga maupun industri ke dalam kawasan mangrove juga menyebabkan semakin menurunnya kualitas dan kuantitas hutan mangrove.

Usaha untuk menekan dampak kerusakan dan melestarikan fungsi biologis serta ekologis ekosistem hutan mangrove perlu dilakukan melalui suatu pendekatan yang rasional. Dimana dalam pemanfaatannya hendaknya melibatkan masyarakat sekitar kawasan dan masyarakat yang memanfaatkan kawasan hutan mangrove secara langsung. Ekosistem mangrove dengan keunikannya merupakan sumberdaya alam yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai tempat kunjungan wisata. Penerapan sistem ekowisata pada ekosistem hutan mangrove merupakan salah satu pendekatan yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan ekosistem hutan mangrove secara lestari.

Ekowisata pertama kali diperkenalkan pada tahun 1990 oleh organisasi The ecotourisma Society. Ekowisata didefinisikan sebagai suatu kegiatan perjalanan ke daerah-daerah yang masih alami, dimana didalamnya terdapat kegiatan mengkonservasi lingkungan serta memelihara kesejahteraan masyarakat setempat (Yulianda, 2007). Ekowisata di daerah pesisir dan laut merupakan bentuk wisata yang mengarah ke *metatourism*. Artinya, kegiatan ekowisata di daerah pesisir dan laut tidak menjual tujuan atau objek wisata namun lebih menjual aspek filosofi dan rasa. Berdasarkan pertimbangan inilah, usaha ekowisata di daerah pesisir dan laut tidak mudah mengalami kejenuhan pasar (Tuwo, 2011).

Ekowisata merupakan kegiatan perjalanan wisata ke daerah-daerah yang masih alami yang dilakukan secara bertanggungjawab dengan mengutamakan aspek pendidikan, aspek konservasi alam, serta aspek pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal. Kegiatan ekowisata sa-

ngat erat dengan prinsip konservasi (Wood, 2002). Bahkan dalam strategi pengembangannya, juga menggunakan strategi konservasi. Dengan demikian ekowisata sangat tepat dan berdayaguna dalam mempertahankan keutuhan dan keaslian ekosistem di areal yang masih alami. Bahkan dengan ekowisata pelestarian alam dapat ditingkatkan kualitasnya karena desakan dan tuntutan dari para eco-traveler alam. Penerapan konsep ekowisata di kawasan ekosistem hutan mangrove secara umum diharapkan dapat mengurangi tingkat kerusakan kawasan tersebut oleh masyarakat dan berpengaruh pada peningkatan ekonomi. Dengan adanya ekowisata akan memberikan alternatif sumber pendapatan bagi masyarakat di sekitar kawasan tersebut dan meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD), selanjutnya berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan ekonomi daerah.

Pemahaman mengenai daya dukung kawasan perlu diperhatikan dalam upaya pengembangan wilayah hutan mangrove sebagai kawasan ekowisata. Perhitungan daya dukung kawasan dimaksudkan sebagai upaya untuk mencegah pemanfaatan sumberdaya alam secara berlebihan yang pada akhirnya akan menimbulkan kerusakan ekosistem pesisir. Konsep daya dukung merupakan strategi yang berguna untuk mencapai tahap akhir yang diinginkan untuk pengambilan keputusan dalam manajemen. Pengelolaan hutan mangrove di kawasan hutan mangrove Desa Pasir, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat belum dilaksanakan secara optimal, sehingga perlu peningkatan pengelolaan dan pemanfaatan hutan mangrove dengan potensi yang terdapat di dalamnya. Oleh ka-

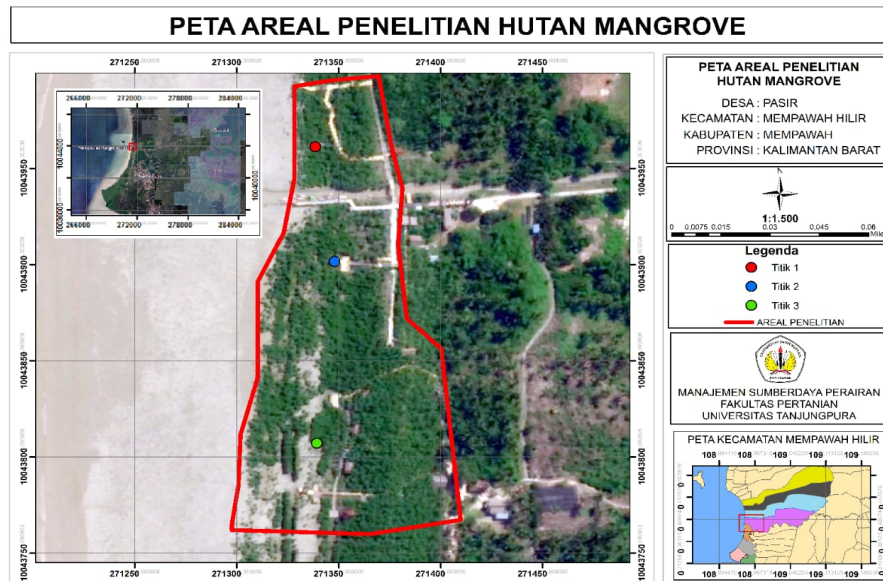
rena itu, kesesuaian dan daya dukung hutan mangrove untuk kegiatan ekowisata perlu dianalisis sebagai acuan dalam rangka mewujudkan pengelolaan yang berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Pasir, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat (Gambar 1). pada bulan April-September 2017. Penentuan stasiun pengamatan menggunakan dilakukan menggunakan metode purposive sampling dengan pertimbangan berdasarkan ketebalan areal mangrove, karena ketebalan mangrove merupakan parameter ekologis utama yang digunakan untuk menganalisis kesesuaian kawasan mangrove sebagai objek wisata.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain GPS, kamera digital, alat tulis, meteran gulung 100 m, tali rafia, parang, dan sepatu boot. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu data sheet, daftar pertanyaan (kuisisioner) dan buku identifikasi mangrove berupa Buku Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia (Noor et al., 1999).

Jenis data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang dikumpulkan antara lain berupa data pengamatan ekosistem mangrove dan parameter sosial ekonomi berupa data pemahaman dan persepsi responden tentang ekowisata mangrove. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan berupa parameter fisik yaitu data gambaran lokasi penelitian. Pengambilan sampel ekosistem mangrove dilakukan dengan menggunakan metode petak ganda. Sampling mangro-



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

ve dilakukan dengan menggunakan banyak petak contoh yang peletakannya dilakukan secara acak (*simple random sampling*).

Jumlah responden (masyarakat dan pengunjung) yang ditetapkan masing-masing adalah sebanyak 30 orang. Penentuan jumlah responden masyarakat dilakukan dengan metode *accidental sampling*, dimana jumlah responden tidak dapat ditentukan dan tergantung dari seberapa banyak masyarakat Desa Pasir yang dapat ditemui dan diwawancarai oleh peneliti pada saat pengambilan data. Untuk penentuan jumlah responden pengunjung, metode *accidental sampling* dilakukan karena responden yang diwawancarai tergantung dari jumlah pengunjung yang berkunjung ke kawasan mangrove Desa Pasir saat penelitian dilaksanakan. Metode penentuan responden menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan secara sengaja atau tidak secara acak melainkan berdasarkan pertimbangan tertentu. Dalam hal ini yang

menjadi pertimbangan sebagai responden masyarakat adalah warga desa yang bertempat tinggal di sekitar lokasi penelitian. Pertimbangan yang diambil untuk responden pengunjung adalah orang-orang yang mengunjungi kawasan mangrove Desa Pasir baik yang berasal dari luar desa maupun dari luar Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat.

Data yang dikumpulkan meliputi: data mengenai jenis spesies, jumlah individu dan diameter pohon. Data-data tersebut kemudian diolah untuk mengetahui kepadatan setiap spesies dan kepadatan total semua spesies. Kepadatan spesies, Kepadatan total adalah jumlah individu spesies i dalam suatu unit area yang dinyatakan dalam rumus:

$$K = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

$$KT = \frac{\sum n}{A} \quad (2)$$

dimana, K = kepadatan jenis i ; n_i = jumlah total individu dari jenis i ; KT = kepadatan total; $\sum n$ = jumlah total tegakan seluruh jenis; dan A = luas total area

pengambilan contoh (luas petak contoh)

Kegiatan wisata yang akan dikembangkan hendaknya disesuaikan dengan potensi sumberdaya dan peruntukannya. Setiap kegiatan wisata mempunyai persyaratan sumberdaya dan lingkungan yang sesuai dengan objek wisata yang akan dikembangkan. Kategori wisata mangrove mempertimbangkan 5 parameter dengan 4 klasifikasi penilaian (Tabel 1) (Yulianda, 2007).

$$IKW = \sum \left(\frac{N_i}{N_{max}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

dimana, IKW = Indeks kesesuaian wisata mangrove (sesuai: 83% - 100%; sesuai bersyarat: 50% - < 83%; tidak sesuai: < 50) N_i = Nilai parameter ke- i (Bobot x Skor). N_{maks} = Penjumlahan dari hasil pengalian nilai bobot dengan nilai skor dari kategori baik pada masing-masing parameter ekologi mangrove.

Daya Dukung Kawasan merupakan jumlah maksimum pengunjung yang dapat ditampung pada suatu kawasan pada waktu tertentu tanpa menimbulkan gangguan baik pada alam maupun manusia. Perhitungan Daya Dukung Kawasan (DDK) (Yulianda, 2007).

$$DK = k \times \frac{L_p}{L_t} \times \frac{W_t}{W_p} \quad (4)$$

dimana, DK : Daya Dukung Kawasan; k : Potensi ekologis pengunjung per satuan unit area (orang); L_p : Luas area atau panjang area yang dapat dimanfaatkan (m atau m^2); L_t : Unit area untuk kategori tertentu (m atau m^2) W_t : Waktu yang disediakan oleh kawasan untuk kegiatan wisata dalam satu hari (jam); dan W_p : Waktu yang dihabiskan oleh pengunjung untuk setiap kegiatan tertentu (jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Mempawah merupakan salah satu kabupaten yang ada Propinsi Kalimantan Barat yang memiliki ekosistem mangrove terbesar kedua setelah Kabupaten Kubu Raya. Secara geografis, kabupaten Mempawah terletak diantara $0^{\circ}44'$ Lintang Utara dan $0^{\circ}00,4'$ Lintang Selatan serta $108^{\circ}24'$ Bujur Timur dan $109^{\circ}21,5'$ Bujur Timur. Luas wilayah Kabupaten Mempawah (Luas daratan dan perairan) menurut Permen-Dagri No. 06 Tahun 2008 tentang Kode Dan Data Wilayah Administrasi Pemerintahan 2.797,88 km^2 atau sekitar 1,90 % dari luas wilayah Provinsi Kalimantan Barat, 146.807 km^2 . Secara administratif, Kabupaten Mempawah berbatasan dengan:

1. Sebelah Utara : berbatasan dengan Kabupaten Bengkayang
2. Sebelah Timur : berbatasan dengan Kab. Landak
3. Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kabupaten Kubu Raya dan Kota Pontianak
4. Sebelah Barat : berbatasan dengan Laut Natuna.

Kabupaten Mempawah terdiri dari sembilan kecamatan yaitu Siantan, Segedong, Sungai Pinyuh, Anjongan, Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sungai Kunyit, Toho dan Sadaniang. Enam diantaranya yaitu Kecamatan Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sungai Kunyit, Sungai Pinyuh, Segedong dan Siantan merupakan kecamatan pesisir yang disebelah barat berbatasan langsung dengan Laut Natuna.

Desa Pasir secara administratif terletak di Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan

Tabel 1 Matriks kesesuaian lahan untuk wisata pantai kategori wisata mangrove

Parameter	B	Kategori	S	Kategori	S	Kategori Cukup	S	Kategori
		Baik		Cukup baik		buruk		Buruk
Ketebalan mangrove (m)	5	>500	3	>200 - 500	2	50 - 200	1	<50
Kerapatan mangrove (100 m ²)	3	> 15 - 25	3	> 10 - 5	2	10 - 5	1	<5
Jenis mangrove	3	> 5	3	5 - 3	2	2 - 1	1	0
Pasang surut (m)	1	0 - 1	3	>1 - 2	2	>2 - 5	1	>5
Objek biota	1	Ikan, udang, kepiting, moluska, reptile, burung	3	Ikan, udang, kepiting, moluska	2	Ikan, moluska	1	Salah satu biota air

an Barat. Secara geografis, Desa Pasir berada pada 00° 20'00" Lintang Utara sampai dengan 00° 30'00" Lintang Utara dan 108° 55'00" Bujur Timur sampai dengan 109° 06'40" Bujur Timur dengan luas wilayah kurang lebih 60 Ha. Adapun batas-batas wilayah yang melingkupi Desa Pasir adalah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara : berbatasan dengan Desa Penibung
2. Sebelah Timur : berbatasan dengan Desa Sekabuk
3. Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kelurahan Terusan
4. Sebelah Barat : berbatasan dengan Laut Natuna .

Saat ini ekosistem mangrove di Kabupaten Mempawah (Tabel 2) semakin terdesak sebagai akibat meningkatnya kebutuhan penggunaan lahan untuk memenuhi kebutuhan manusia, sehingga mengancam kelestariannya. Degradasi mangrove di Kabupaten Mempawah disebabkan kurangnya mendapat perhatian dalam perencanaan dan pengelolaan, kurangnya kesepahaman diantara para aktor yang terlibat merupakan hal yang mempercepat kerusakan pada ekosistem mangrove.

Pasang surut merupakan gerakan vertikal seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dasar laut yang disebabkan oleh pengaruh gaya tarik menarik antara bumi de-

Tabel 2 Perbandingan luas ekosistem mangrove di Kabupaten Mempawah

Kecamatan	Luas wilayah (ha)	Luas kawasan mangrove (ha)	
		1989	2014
Mempawah Hilir	16.042,53	184,75	186,16
Mempawah Timur	11.253,87	30,5	21,6
Sungai Kunyit	19.487,1	90,91	147,38
Sungai Pinyuh	18.264,93	509,89	384,17
Total	65.048,43	816,05	739,31

ngan benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan (Wibisono, 2005). Kisaran pasang surut di lokasi antara 0.6 sampai dengan 1.2 meter. Pola arus pasang surut tipe ini merupakan mekanisme penting dalam distribusi dan transportasi sedimen tersuspensi di sepanjang dasar perairan baik di alur maupun pantai pesisir Kabupaten Mempawah sehingga sangat berpengaruh pada habitat mangrove. Tipe pasang surut ini juga akan memberikan indikasi ke arah mana kecenderungan terjadinya sedimentasi/pendangkalan dimana pada perairan yang mempunyai arus lambat dan tenang akan memberikan kesempatan kepada material tersuspensi untuk mengendap sehingga kawasan ini lebih dominan ditumbuhi jenis *Rhizophora* sp., sebaliknya pada arus yang cepat menyebabkan material tersuspensi akan tetap bergerak bersama arus dan pada kawasan ini spesies mangrove yang dominan adalah jenis *Avicennia* sp.

Ketebalan mangrove diperoleh berdasarkan hasil pengukuran secara manual. Pengukuran dilakukan menggunakan roll meter yang ditarik secara tegak

lurus terhadap garis pantai mulai dari tumbuhan mangrove di bagian darat sampai dengan ujung tumbuhan mangrove di hidup pada batas laut. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ketebalan Mangrove pada Stasiun 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah 98 m, 93 m, dan 90 m dengan rata-rata 93,7 m.

Secara umum ekosistem mangrove di sepanjang pantai Desa Pasir Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Mempawah dapat dibagi ke dalam zona depan (dekat perairan), selanjutnya zona tengah, kemudian zona akhir (dekat daratan). Hasil pengamatan jenis mangrove (Gambar 2) di lokasi menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis mangrove antara lain *Avicennia marina*, *Avicennia lanata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia ovata*, *Bruguiera gymnoriza*, *Bruguiera cylindrica*, *Kandelia candel*, *Excoecaria agallocha*, *Ceriops decandra*, *Xylocarpus garantum*, dan *Nypa fruticans*. Dari ketiga stasiun tersebut, jenis spesies mangrove paling banyak ditemukan pada stasiun 1 dibanding stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena perbedaan kondisi lingkungan seperti substrat, penguapan air, salinitas, serta intensitas cahaya.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa jenis *A. marina*, *A. lanata* dan *R. Mucronata* merupakan jenis yang paling mendominasi kawasan mangrove Desa Pasir. Hal ini dikarenakan lokasi penelitian yang berada di tepi pantai dengan kondisi substrat berpasir. Jenis *R. Mucronata* diketahui mempunyai daya toleran yang baik untuk tumbuh pada substrat yang lebih kasar dan berpasir. Kerapatan jenis vegetasi mangrove kategori pohon pada stasiun 1 sebesar 960 ind/ha dengan ke-



Gambar 2 Jenis Mangrove Di Kawasan Mangrove Desa Pasir

rapatan jenis tertinggi pada jenis *R. Mucronata* (840 ind/ha), dan kerapatan jenis terendah pada jenis *A. marina* (120 ind/ha). Stasiun 2 memiliki kerapatan jenis vegetasi mangrove sebesar 1420 ind/ha, dengan kerapatan jenis tertinggi dijumpai pada jenis *A. marina* (1120 ind/ha) serta kerapatan jenis terendah pada jenis *R. Mucronata* (140 ind/ha). Pada stasiun 3 kerapatan vegetasi mangrove kategori pohon sebesar 960 ind/ha, dengan kerapatan jenis tertinggi dijumpai pada jenis *R. Mucronata* (780 ind/ha).

Mangrove mempunyai fungsi ekologis penting sebagai habitat berbagai jenis fauna. Fauna yang terdapat pada ekosistem mangrove merupakan perpaduan antara fauna terrestrial dan fauna akuatik. Adapun fauna terrestrial umumnya menempati bagian atas pohon mangrove dan tidak mempunyai sifat adaptasi khusus di dalam mangrove seperti insekta, ular, primata, serta burung. Sedangkan kelompok fauna akuatik yang hidup pada ekosistem mangrove terdiri dari dua tipe, yaitu: (a) kelompok organisme yang hidup pada kolom air terutama dari jenis ikan dan udang (b) ke-

lompok organisme yang hidup menempati baik pada substrat keras seperti akar dan batang maupun substrat lunak seperti lumpur. Fauna yang hidup di habitat mangrove memainkan peran penting dalam fungsi ekosistem sehingga dapat menjadi indikator yang berguna bagi kawasan mangrove (Bengen, 2002).

Zonasi dan distribusi spesies mangrove berhubungan dengan amplitude pasang surut. Pada zona intertidal tinggi, krustasea berkaki sepuluh mendominasi, sedangkan pada zona intertidal rendah, fauna yang ada terdiri dari filter-feeders, seperti tiram dan teritip. Zonasi spesies juga tergantung pada topografi pantai, variasi suhu dan distribusi bahan organik, yang merupakan sumber makanan penting.

Hasil identifikasi kelompok fauna (Gambar 3) terrestrial yang ditemukan pada ekosistem mangrove Desa Pasir Kecamatan Mempawah Hilir antara lain : (a) jenis burung seperti Burung Encitencitan (*Orthotomus* sp.), Burung Layang (*Hirundo* sp.), Burung Pipit (*Lonchura* sp.) dan (b) jenis reptil seperti biawak (*Varanussalvator*), ular Bakau (*Chrysopelea* sp), Cacing nypa (*Namalyctis* sp.). Sedangkan kelompok fauna akuatik yang ditemukan antara lain: (a) jenis ikan seperti ikan Tembakol (*Periophthalmus* sp.), Belanak (*Mugil* sp.), (b) jenis krustasea seperti Udang putih (*Penaeus marguensis*) Udang krosok (*P. semiculcatus*), kepiting bakau (*Scylla serrata*), serta (c) jenis moluska seperti Kerang Bakau (*Polymesoda* sp.), Kerang Darah (*Anadara granosa*), Kerang Bulu (*Anadra Antiquata*), dan Siput mangrove (*Littorina*, sp).

Aksesibilitas merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung keberhasilan pengembangan suatu kawasan



Gambar 3 Jenis Fauna Di Kawasan Mangrove Desa Pasir

ekowisata. Aksesibilitas yang baik dapat dinilai ketersediaan sarana dan prasarana yang seperti jalan maupun kendaraan yang layak menuju lokasi ekowisata. Akses menuju kawasan ekowisata mangrove di Desa Pasir, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah dapat ditempuh menggunakan kendaraan pribadi atau umum, baik dari jenis kendaraan roda dua ataupun roda empat. Lokasi ekowisata yang berada pada jalur utama jalan provinsi yang beraspal baik dan cukup lebar sangat memudahkan pengunjung untuk mencapai lokasi ekowisata. Selain itu, akses jalan menuju lokasi ekowisata mangrove juga sudah di semen sehingga sangat memudahkan pengunjung. sedangkan untuk sarana pendukung yang terdapat di lokasi ekowisata yaitu tersedianya dermaga perahu dan lokasi parkir yang dekat dengan lokasi dan sudah dijaga oleh petugas parkir.

Pemahaman masyarakat mengenai ekosistem mangrove dapat dikatakan cukup baik. Sebagian besar masyarakat sudah mengetahui peran dan fungsi ekosistem mangrove, namun disisi lain ju-

ga masih ditemukan kelompok masyarakat yang belum mengetahui peran penting dari ekosistem mangrove ini. Kerusakan mangrove di Kabupaten Mempawah lebih banyak disebabkan oleh kegiatan perkebunan warga, pembangun atau pengembang untuk membuka lahan perumahan dan masyarakat yang menebang mangrove untuk kayu dan arang. Hal ini merupakan konsekuensi bertambahnya jumlah penduduk, dimana lahan yang ditumbuhi mangrove akan terus mendapat tekanan untuk dikonversi menjadi lahan pertanian dan perkebunan bahkan pemukiman. Potensi dan kegunaan ekosistem mangrove yang begitu luas menyebabkan pengelolaannya menjadi rumit karena akan mendapatkan benturan kepentingan antar sektor baik masyarakat bahkan antar lembaga pemerintah.

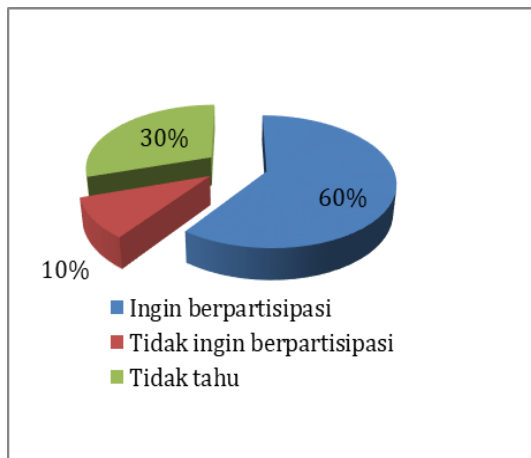
Hasil penelitian menunjukkan pemahaman masyarakat sekitar pesisir Desa Pasisir, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah terhadap kegiatan ekowisata sudah baik. Pemahaman masyarakat ini sangat penting terkait pengembangan kawasan sebagai lokasi ekowisata. Suatu kawasan yang akan dikembangkan menjadi lokasi ekowisata, maka perlu diadakan sosialisasi program atau penyuluhan konservasi secara kontinyu kepada masyarakat sekitar. Hal ini dilakukan agar masyarakat sekitar mengetahui dan dapat berpartisipasi dalam kegiatan pengembangan kawasan ekowisata yang akan dilaksanakan. Selain itu, dengan adanya kegiatan sosialisasi dan penyuluhan yang kontinu dapat meningkatkan pemahaman masyarakat sekitar mengenai konsep konservasi mangrove.

Hal yang sama juga didapatkan pada pengunjung, dimana mayoritas pengun-

jung sudah mengeal istilah ekowisata. Pemahaman pengunjung tentang ekosistem mangrove dan ekowisata dapat dikatakan sudah cukup baik. Melalui kegiatan ekowisata diharapkan pemahaman pengunjung tentang ekosistem mangrove dapat meningkat. Pengunjung menyatakan bahwa kondisi mangrove di lokasi ekowisata berada dalam keadaan baik.

Salah satu prinsip dasar dan tujuan dari pengembangan kegiatan ekowisata adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal. Keterlibatan masyarakat lokal dalam kegiatan ekowisata sangat penting, mengingat peran serta mereka sebagai penyedia fasilitas, menyajikan atraksi budaya, sekaligus menentukan kualitas produk wisata. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat setempat (Gambar 4), sebanyak 60% responden berkeinginan untuk terlibat dalam kegiatan ekowisata, 30% responden menyatakan tidak tahu dan hanya 10 % yang menyatakan tidak ingin terlibat. Masyarakat yang menyatakan keinginan untuk terlibat dalam kegiatan ekowisata ini bersedia menjadi pemandu wisata (*guide*), menyewakan rumahnya untuk dijadikan penginapan (*guest house*) dan sisanya menyatakan berkeinginan untuk menjadi relawan (*volunteer*).

Keberhasilan didalam pengelolaan ekosistem mangrove sangat ditentukan oleh ketepatan strategi dalam melaksanakan kebijakan yang dikembangkan dengan melibatkan dan memperhatikan kepentingan berbagai pihak (*stakeholders*) yang meliputi pemerintah baik pusat maupun daerah, nelayan, LSM, tokoh masyarakat dan peneliti di perguruan tinggi. Hal ini sangat penting diperhatikan agar kebijakan yang dihasilkan dapat



Gambar 4 Keterlibatan masyarakat dalam kegiatan ekowisata mangrove

diimplementasikan dengan baik karena telah disesuaikan dengan potensi, aspirasi dan bersama masyarakat dan yang paling terpenting adalah bagaimana melalui kebijakan ini dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat di wilayah pesisir khususnya.

Analisis daya dukung kawasan diperlukan dalam pemanfaatan potensi sumberdaya pesisir untuk pengembangan wisata bahari secara lestari. Mengingat tingkat kerentanan dan keterbatasan ruang untuk pengunjung maka perlu ditentukan daya dukung kawasan. Metode yang digunakan untuk menghitung daya dukung pengembangan ekowisata alam dikenal dengan konsep daya dukung kawasan (DDK). Dengan adanya konsep daya dukung ini diharapkan mampu meminimalkan atau mencegah kerusakan sumberdaya alam dan lingkungan dari usaha pemanfaatan yang dilakukan.

Usaha pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara lestari dapat terlaksana dengan tetap memperhatikan kesejahteraan masyarakat pengguna sumberdaya. Daya dukung kawasan diperlukan dalam pengelolaan ekowisata ma-

ngrove agar tidak mengganggu potensi ekologis ekosistem mangrove sehingga kelestariannya tetap terjaga dan kegiatan ekowisata dapat berjalan secara terus menerus tanpa merusak lingkungan.

Nilai daya dukung kawasan mangrove Desa Pasir untuk kegiatan tracking yaitu sebesar 44 orang/hari dengan panjang area yang dimanfaatkan sebesar 550 meter. Kondisi nyata di lapangan dimana waktu yang disediakan oleh lokasi wisata hutan mangrove adalah 12 jam (waktu buka 06.00 dan waktu tutup 18.00) dengan rerata waktu kunjungan setiap orang adalah 2 jam maka perhitungan daya dukung kawasan untuk wisatanya adalah 66 orang/hari. Kegiatan tracking yang dapat dilakukan oleh pengunjung antara lain untuk menikmati keindahan ekosistem mangrove dan juga dapat digunakan sebagai wisata pendidikan (*educational tour*) menggunakan jembatan kayu (*wooden trail*). Selain itu, kegiatan penanaman bibit mangrove di lokasi wisata juga dapat dilakukan sebagai sarana pendidikan konservasi.

Eksplorasi potensi dan nilai kawasan merupakan prioritas utama dalam pengelolaan ekowisata kawasan mangrove. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar potensi dan nilai tersebut sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pendapatan daerah yang berdasarkan prinsip-prinsip keadilan dan kemandirian sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Keanekaragaman flora dan fauna merupakan modal dasar dalam pengembangan kegiatan ekowisata. Semakin banyak potensi wisata alam yang ada pada suatu kawasan akan semakin me-

narik minat wisatawan untuk berkunjung. Kegiatan ekowisata yang akan dikembangkan harus disesuaikan dengan potensi sumberdaya dan peruntukannya. Indeks kesesuaian ekologis dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu ekosistem Sangat Sesuai (SS), Sesuai (S), Sesuai Bersyarat (SB), atau Tidak Sesuai (N) untuk pengembangan suatu kegiatan wisata. Secara umum, kesesuaian pengembangan usaha ekowisata mangrove dilaksanakan dengan mempertimbangkan 5 parameter dengan 4 klasifikasi penilaian. Parameter - parameter tersebut antara lain meliputi obyek biota, pasang surut air laut, ketebalan, kerapatan, serta jenis mangrove, pasang surut dan obyek biota. Nilai parameter-parameter ini didapatkan melalui hasil pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai indeks kesesuaian wisata (IKW) pada Stasiun 1 menunjukkan nilai total skor 26 dari skor maksimum 39 dan nilai IKW nya adalah 66,67% dengan kategori Sesuai Bersyarat (SB). Selanjutnya pada stasiun 2 didapatkan total skor 25 dari skor maksimum 39 dan nilai IKW nya adalah 64,10% dengan kategori Sesuai Bersyarat (SB). Pada stasiun 3 didapatkan total skor 25 dari skor maksimum 39 dan nilai IKW nya adalah 64,10% dengan kategori Sesuai Bersyarat (SB). Perbedaan nilai indeks ini dikarenakan perbedaan kondisi ekologis pada setiap stasiun seperti ketebalan dan jenis mangrove yang mempengaruhi keanekaragaman biota di lingkungan tersebut.

Secara keseluruhan nilai indeks kesesuaian wisata (IKW) pada kawasan hutan mangrove Desa Pasir, Kabupaten Mem-

pawah berada pada kategori Sesuai Bersyarat (SB). Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan tindakan pengelolaan lebih lanjut dan intensif untuk menjadikan hutan mangrove tersebut sebagai kawasan ekowisata seperti melakukan kegiatan penanaman bibit mangrove (replantasi) sehingga ketebalan areal mangrove bertambah, selanjutnya mengembangkan potensi rekreasi seperti kegiatan lintas alam, memancing, berlayar, pengamatan jenis burung dan atraksi satwa liar, fotografi, pendidikan, penelitian, piknik dan berkemah.

SIMPULAN

Indeks kesesuaian ekosistem mangrove di Desa Pasir Kecamatan Mempawah Hilir Kabupaten Mempawah untuk kegiatan wisata tergolong ke dalam kategori Sesuai Bersyarat (SB) untuk dikembangkan sebagai kawasan ekowisata. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan mangrove di Desa Pasir mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan ekowisata.

Acknowledgements Universitas Tanjungpura atas bantuan pembiayaan penelitian melalui Dana DIPA Untan tahun 2017 dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Pustaka

- Bengen, D. G. (2001). *Pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove: pedoman teknis*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, D. G. (2002). Sinopsis ekosistem dan sumberdaya alam pesisir

- dan laut serta prinsip pengelolaannya. *Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB: Bogor*, 63.
- Noor, Y. R., Khazali, M., and I NN, S. (1999). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. PKA/WI-IP (Wetlands International-Indonesia Programme).
- Pramudji (2004). Penanganan hutan mangrove di kawasan pesisir indonesia: Suatu program yang sangat mendesak. *Oseana*, 1:19–26.
- Tuwo, A. (2011). *Pengelolaan ekowisata pesisir dan laut: pendekatan ekologi, sosial-ekonomi, kelembagaan, dan sarana wilayah*. Brilian internasional.
- Wibisono, M. (2005). Pengantar ilmu kelautan. *Grasindo. Jakarta*, 226.
- Wood, M. (2002). *Ecotourism: Principles, practices and policies for sustainability*. UNEP.
- Yulianda, F. (2007). Ekowisata bahari sebagai alternatif pemanfaatan sumber daya pesisir berbasis konservasi. makalah disampaikan pada seminar sains 21 februari 2007. *Departemen MSP. FPIK. IPB. Bogor*, 19.

BIOCONCENTRATION OF HEAVY METAL CADMIUM (CD) IN GREEN MUSSEL (*Perna Viridis* Linn, 1758) CULTIVATED IN PASARAN ISLAND WATERS, LAMPUNG, INDONESIA

**Henni Wijayanti Maharani¹ · Nurulita² · Herman Yulianto¹ ·
Eko Efendi³ · Putu Cinthia Delis¹**

Ringkasan *Pasaran Island waters is the location of green mussel cultivation (*Perna viridis*), where the waters has the potential to experience heavy metal pollution including Cadmium (Cd). Green mussels are filter feeders and have a slow movement, thus they have the potential to experience heavy metal bioconcentration on their bodies. The aim of this study was to determine the bioconcentration of heavy metal cadmium (Cd) in green mussels (*Perna viridis*) which were cultivated in the waters of Pasaran Island. Samples were collected in February 2018 in green mussel cultivating cages of Pasaran Island water with 3 and 6 cm mussel size. Sampling was taken at three stations with three replications each. The Cd content was analyzed using AAS method. The results showed that the water content of Cd at the observation location ranged from 0.022 to 0.024 mg/l. The content of Cd of mussel meat is 0.030 to 0.033 mg/kg, the value is below the*

threshold based on Indonesian National Standard (SNI). The BFC value of 3 cm mussel is 1.33 mg/kg, while the 6 cm mussel is 1.47 mg/kg which indicates that the green mussels on Pasaran Island are accumulatively low on Cd.

Keywords *Cadmium (Cd), green mussel, bioconcentration, Pasaran Island*

Received : 05 Nopember 2018

Accepted : 12 Januari 2019

PENDAHULUAN

Pasaran Island is located in the coastal area of Bandar Lampung City, Indonesia. The waters of Pasaran Island have the potential to experience heavy metal pollution including heavy metal Cadmium (Cd). According to Wiryawan et al. (1999) the coastline of Bandar Lampung City is one of the locations that has experienced a lot of coastal land conversion into industrial areas including the coal industry, power plants, tourism, commercial ports and settlements. Waste from these industrial activities can cause pollutant increase in Pasaran Island water. In addition,

¹)Aquatic Resources Study Program of Fisheries and Marine Science Departmen, FP UNILA ²)Aquaculture Study Program of Fisheries and Marine Science Department, FP UNILA³)Marine Science Study Program of Fisheries and Marine Science Department, FP UNILA

E-mail: henny.wijayanti@fp.unila.ac.id

ship traffic activities and overcrowding can also pollute coastal waters.

Cadmium is a non-essential metal for organisms (Martin and Pognonec, 2010), but is an important material in industrial activities. Naturally, Cd is present in nature and may cause pollution in water, air and soil. Cd can accumulate strongly in plant and animal tissues and enter the human body through the food chain (Isani et al., 2009). Industrial activities include coal mining activities, which affect the occurrence of water pollution caused by heavy metal Cd. According to Rukmana et al. (2013), liquid waste generated from the coal washing process contains dangerous heavy metals, including cadmium derived from soil and rock which is carried away during the coal exploitation process.

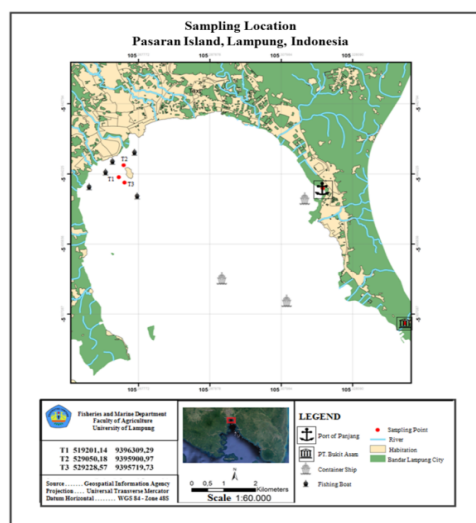
Based on the data reports of Lampung Province Environmental Status regarding seawater quality in the coastal areas of Bandar Lampung City, Panjang container port traffic area has Cd content of 0.014 mg/l. The content of Cd in the estuary area of Pasaran Island conducted by Sembel (2011) obtained a value ranging from 0.013-0.018 mg/L. This value has increased compared to previous research conducted by Yudha (2007) who only obtained a value of 0.001 mg/l. Based on the Decree of Minister of Environment of Republic of Indonesia, the quality standard for seawater Cd content for marine biota is 0.001 mg/l, therefore the water has exceeded the quality standard or in a polluted state.

The waters of Pasaran Island are currently used as a location for cultivating green mussels (*Perna viridis*). Green mussels are organisms that are easy to cultivate. Life requirements for green

mussels are not as complicated as pearl shells that require contamination-free water quality (Yulianto et al., 2016). Mussels have the potential to accumulate heavy metal content in waters (Dumalagan et al., 2010). It can be due to green mussels are filter feeders and have a slow movement (Kamaruzzaman et al., 2011). Cadmium (Cd) is one of the heavy metals that is harmful to sedentary organism type (Biagioli et al., 2008). The nature of cadmium tends to sediment and it is difficult to degrade by organism, thus if it is absorbed by organism body, its concentration will increase with time. According to Beesley et al. (2000), mussels are the most likely accumulating heavy metals compared to other aquatic biota.

Cadmium entering human body through the food chain has potency to cause various diseases for humans (Whyte et al., 2009). According to Yestyani (2010), Cd can cause miscarriages in pregnant women, chest tightness, dry esophagus, decreased ability to smell, decreased body weight, teeth aching and golden yellow colored. Other health impacts according to Lampe et al. (2008) may lead to disease in the lung organs. In addition, Cd consumption can cause bone damage (Schutte et al., 2008), as well as increasing potency of cancer and causing death (Menke et al., 2008). Based on these conditions, it is necessary to have information regarding cadmium content (Cd) in the location of green mussel cultivation in the waters of Pasaran Island, as well as the Cd content in green mussel meat and their feasibility for consumption.

This study aims to determine the bioconcentration of heavy metal cadmium (Cd) in green mussels (*Perna viri-*



Gambar 1 Map of the sampling location, Pasaran Island

dis L.) cultivated in the waters of Pasaran Island. The benefit of this study is providing information about the Cd content in green mussel (*Perna viridis*) cultivation location in the waters of Pasaran Island and its accumulation impact as well as its feasibility to be consumed by the community.

MATERI DAN METODE

This research was carried out in February 2018. Sampling was conducted in green mussel cultivating cages in Pasaran Island waters. Analysis of heavy metal content of Cadmium (Cd) was done at Analysis Laboratory of Lampung State Polytechnic.

The research method used was purposive sampling technique. The tools used were GPS, AAS tools, surgical instruments, scales, plastic zips, film bottles, ovens, thermometers, pH paper, DO kits and refractometers. The ingredients used were sea water and green mussel meat. The collection of mussels and

water was carried out in 3 cage locations (Figure 1) which were determined based on the characteristics of each location. T1 location is a central location for green mussel cultivation, T2 location is a cultivation location close to the mainland and residential areas, and T3 location is a cultivation location located near the location of fishing vessels as well as and container and industrial vessels traffic area. Mussels sampling was carried out in 3 replications based on the cage (front, middle and back). The samples of green mussels used consisted of two groups, namely 3 and 6 cm mussels size.

Water quality parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen (DO), and salinity were measured directly at each research location. Total of 25 ml water samples for analysis of cadmium (Cd) were taken at each location of mussels sampling using bottle of sample for analysis at laboratory. The samples of green mussels used were 30% of the total population per cage using random sampling method at 30 ropes. Green mussels were grouped according to their size, which were 3 and 6 cm. Then, each group of mussels was separated from its shell. The meat that had been separated was chopped until homogeneous and taken 100 grams as sample to be analyzed in the laboratory.

Analysis of Cd content in water was carried out on water sample that had been taken. Total of 25 ml of water sample was put into tube digestions and 5 drops of HNO_3 were added. The samples were heated in digestions blocks with a temperature of 100°C for an hour, then the samples were measured with Atomic Absorption Spectropho-

tometry (AAS) and the adsorbed values were recorded. Analysis of Cd content in mussels was conducted by using 100 grams of mussels meat that had been chopped, then being dried in oven. After the drying process, 0,5 g of mussels meat samples were put into tube digestions, then added 5 ml of HNO₃ and 0,5 ml of HClO₄, left for one night. The next day, the sample was heated in digestions blocks with a temperature of 100 °C for an hour, then the temperature was increased to 150 °C. After the yellow steam ran out, the temperature was increased to 200 °C. Destruction was complete after white smoke appeared and the remaining extract was ± 0.5 ml. Tube digestions were removed and left to cool, then extract was diluted using 49,5 ml of distilled water, thus the final sample volume was 50 ml. Followed by, stirring using stirrer for 5 minutes until homogeneous. Samples of homogeneous green mussels extract was injected into AAS tool to determine the value of heavy metal cadmium (Cd).

Bioconcentration factor (BCF) was calculated to determine the ability of green mussels to accumulate heavy metal Cd from the waters. BFC values can be obtained using the formula: (Vassiliki & Konstantina, 1984 in Falusi & Olanipekun, 2007).

$$BCF_{o-w} = \frac{[C]_{org}}{[C]_{water}} \quad (1)$$

Description : BCF (o-w) = Bioconcentration factor (organism with water) C_{org} = Concentration of heavy metals in organisms C_{water} = concentration of heavy metals in water.

The data had been collected were water quality data, water Cd concentra-

tion data, data on Cd content on the mussels body, and data on bioconcentration of Cd metal on the mussels then compared to the established quality standards. Data of Cd metal content based on the size of green mussels (3 cm and 6 cm) were compared and analyzed using the t-Test with a significant level of 95%. Data of Cd metal content based on cage location and shell size were analyzed using Factorial Completely Randomized Design (ANOVA) with treatment in the form of cages and groups in the form of shell size.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Environmental conditions are important factors that influence mussels growth (Pattikawa and Ferdinandus, 2009). Water quality values include temperature, pH, and salinity in each research sites showing optimum conditions for the cultivation of green mussels, while DO values of 5 and 4 mg/l show DO content of the waters are below the optimum value for green mussel cultivation (Table 1). Dissolved oxygen concentration in Pasaran Island is quite low compared to the results of the study according to Yulianto et al. (2017) in Lampung Bay which is 5.63 ± 0.42 mg/l. According to Nurdin (2000), optimum DO for green mussels cultivation is 8 mg/l, and according to Minister of Environment's Decree regarding seawater quality standards for marine biota is 5 mg/l, therefore the DO content in the research sites can be concluded as below the DO quality standard for marine biota.

The low DO can be caused by various factors, including the increase in

Table 1 Water quality in each research site/observation location

Parameter	Locations			Optimum condition for green mussels
	T1	T2	T3	
Temperature (OC)	30.8	30.9	31	26-32*
pH	8	8	8	7-9**
DO (mg/L)	5	4	4	8***
Salinity (0/00)	30	30	30	24-30****

* According to Power et al. (2004); ** According to Sreedevi et al. (2014); *** According to Nurdin (2000); **** According to Kripa et al. (2009)

organic waste in the waters. This causes oxygen in the waters to be utilized by bacteria to decompose organic substances into inorganic substances (Simanjuntak, 2012). In addition, the type of substrate can also affect the concentration of dissolved oxygen. The waters of Pasaran Island have sandy mud substrate types that are suitable to be used as location of green mussel cultivation, but the muddy substrate will cause oxygendiffusion from the air into the sediment, resulting in lower oxygen concentration (Khaisar, 2006). Less optimum of DO concentration in the location of green mussel cultivation leads to less optimal cultivation result.

Based on the analysis results (Table 2) the concentration of Cd in water at the observation location/research site was 0.022 mg/l at T1 and T2 as well as 0.024 mg/lat T3. Cd content in seawater has exceeded the threshold or quality standards according to Minister of Environment's Decree No. 51 of 2004 concerning seawater quality standards for marine biota. This shows that the waters of Pasaran Island have experienced water pollution of heavy metal Cd, and are unsuitable to be used as aquaculture areas.

Cadmium (Cd) content in the three locations of green mussel cultivation has considerably high amount of concentration. According to Mohiuddin et al.

Table 2 Cadmium(Cd) content in the water of the research site

Location	Cd heavy metal content	Quality standard
	(mg/l)	
T1	0.022	0.001
T2	0.022	
T3	0.024	

* According to [KEPMENLH RI] Decree of the Minister of Environment No. 51 of 2004 concerning sea water quality standards for marine biota

(2011), heavy metals are the most common pollutants found in waters. Cadmium (Cd) in the waters can come from natural content in the nature and human activities. Another factor that influences the high cadmium content in the research site is the cultivation location is located around the estuary area and is influenced by tidal dynamics. Gandri et al. (2017) stated that, the high content of heavy metals in estuary areas was caused by the region was a trap zone for all pollution components through tidal dynamics events. The Cd existence in the bay area not only comes from the land, but can also come from various areas that are carried by the current and sediment in the bay area which is the research sites. The metal will be carried by the current during high tide from the sea to the land, then when it is entering the bay the current velocity will be slightly decreased, therefore Cd metal accumulates in the area (Panjaitan et al., 2014).

Measurements of Cd content on two mussels sizes showed that the size of 6 cm had Cd content of 0.033 mg/kg, while the 3 cm mussels was 0.030 mg/kg (Table 3). Based on the results of t-test, the Cd content in mussels of 3 and 6 cm was not significantly different ($p > 0.05$), it showed that the difference in mussels size did not significantly affect cadmium content in the body.

Table 3 Cadmium (Cd) content based on the size of green mussels (*Perna viridis*)

Mussels size (cm)	Cd heavy metal content (mg/kg)	Quality standard (mg/kg)*
3	0.030 ± 0.0047a	1
6	0.033 ± 0.0067 a	

* According to SNI 7387: 2009 concerning the maximum limit of cadmium heavy metal contamination in food in the form of bivalves

** Values with the same superscript letters are not significantly different at the test level of 5%

The Cd content in green mussel size 3 and 6 cm almost have the same value. This is presumably because the size of the green mussels used is not much different, the size of 3 cm is 3-4 months old mussels, while 6 cm mussels are 6-7 months old where the size is ready for harvest. Body size indicates that the age of mussels taken is not much different, thus the exposure length of metal cadmium in these waters is not much different. Therefore, the impact of Cd metal accumulation on green mussel body is not too different or relatively the same.

The cadmium content value of green mussels is 0.030-0.033 mg/kg which is still below the threshold based on SNI, therefore it is still suitable for consumption. However, the amount of consumption needs to be watched because Cd has high toxic effect even at low concentrations (Almeida et al., 2009). Cd is accumulative and has a long half-life in the body of living organisms so that if consumed continuously can cause adverse effects on human health. Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) or limit tolerance value for consumption of cadmium heavy metals per week according to FAO / WHO (2004) is 7 µg/kg body weight per week. Based on PTWI value calculation results, cadmium is 0.007 mg/kg assuming that individuals who consume 50 kg are obtained MWI (Maximum Weekly Inta-

Table 4 Cadmium (Cd) content in green mussels based on the size and cages location

Mussels size (cm)	Cd heavy metal content (mg/kg)		
	Location T1	Location T2	Location T3
3	0.0333 ^a	0.0300 ^a	0.0267 ^a
6	0.0300 ^a	0.0333 ^a	0.0367 ^a
Mean	0.0316	0.0316	0.0317

* Values with the same superscript letters are not significantly different at the test level of 5%

ke) value of 0.35 mg. This value indicates that the maximum amount of cadmium that can be consumed by an individual weighs 50 kg is 0.35 mg/week. If the Cd content exceeds MWI, it will cause Cd heavy metal poisoning. The value of MTI (Maximum Tolerable Intake) at 3 cm mussels size is 11.667 kg and 6 cm size is 10.601 kg. The MTI value can be used as a reference for the weekly consumption of green mussels that are cultivated in the waters of Pasaran Island. If an individual weighing 50 kg consumes green mussels exceeding the MTI value, the heavy metal Cd will be toxic to humans.

ANOVA results using CRD Factorial showed that differences in mussels size and cultivation location differences did not affect Cd heavy metal concentration in the mussels body (Table 4). Quality standard value according to SNI, limit of Cd heavy metal content in allowed mussels is 1.0 mg/kg. Based on SNI, the Cd content in mussels cultivated in the waters of Pasaran Island at locations I, II and III is below the quality standard, therefore it is still suitable for consumption.

The discovery of Cd content in the mussels body cultivated at locations of T1 and T2 is assumed to originate from human activities. According to Vinodhini and Narayanan (2008), marine aquatic ecosystems are the main place for heavy metal contamination, among whi-

ch comes from household waste channels. In addition, solar spills of fishing vessels also resulted in the presence of Cd in the waters (Azhar et al., 2012).

At the T3 location, the cage is directly facing industrial locations and ship traffic. One industry that is thought to affect the presence of Cd in the waters is the coal mining industry activities. According to Shastri and Diwekar (2008) human activity (anthropogenic) contributing the most to the heavy metals existence in nature is burning fossil fuels (coal). The liquid waste generated from the coal washing process contains dangerous heavy metals, including cadmium which comes from the soil and rocks which are carried away during the coal exploitation process (Rukmana et al., 2013). Other activities that can lead to the occurrence of Cd are port activities (Galindo et al., 2010), one of the ports close to the location of green mussel cultivation, namely Panjang Port. Panjang Port has many activities such as loading and unloading of ships, export, import and container ship traffic.

Other factor affecting cadmium heavy metal content in the body of green mussels is the condition of the green mussel organ. Green mussels are able to produce Metallothionein which is a special protein that functions to bind heavy metal metals including Cd (Thirumorthy et al., 2007). According to Klaassen et al. (1999) the role of Metallothionein as a protein involved in metabolism for the growth and development of organisms. According to Darmono (2006), cadmium heavy metals can be buried in tissues and bind to Metallothionein protein which is rather permanent and has a long half-life.

Green mussels have the ability to detoxify heavy metals. Detoxification itself is the ability to hold or concentrate metal elements (including toxic heavy metals) in the body by binding to metals in the metabolic circle without eliminating it, it is a temporary solution where the ability of confinement has its limitations (Bebianno and Langston, 1992). According to Sutamihardja (2006), based on heavy metal protein complexes, the Cd complex is not too toxic compared to Cd^{2+} , but in the renal tubule cell complex Cd Metallothionein will release Cd^{2+} and produce toxic effects.

BCF calculations are needed to determine the body's ability to accumulate heavy metals. The higher the BCF value shows the higher the occurrence of bioconcentration in aquatic organisms body against heavy metals. The results of the calculation show that the average value of BFC in green mussels size 3 cm is 1.33 mg/kg, while in green mussels size 6 cm is 1.47 mg/kg (Table 5). According to Hutagalung and Suto-mo (1996), the size of BFC is influenced by the type of heavy metals, organisms, length of exposure, and environmental conditions of the waters. BFC can be categorized into 3 namely, (1) BFC values > 1000 as high accumulative, (2) BFC 100-1000 value as moderate accumulative, and (3) BFC value <100 as accumulatively low (Amriarni et al., 2011).

Based on BFC calculation, the green mussels cultivated in the waters of Pasaran Island belongs to class 3. This finding shows that the ability of green mussels cultivated in the waters of Pasaran Island is still low in accumulating the presence of Cd in the waters. Although included in the low accumu-

Tabel 5 BFC values of green mussels in the waters of Pasaran Island

Mussels size (cm)	Location	Cd content (mg/kg)		BFC value (mg/kg)
		Mussel	Water	
3	T1	0.0333	0.022	1.53
	T2	0.03	0.022	1.36
	T3	0.0267	0.024	1.11
6	T1	0.03	0.022	1.36
	T2	0.0333	0.022	1.51
	T3	0.0367	0.024	1.53

lative category, the presence of Cd in green mussel meat needs to be heed because it has accumulative properties, therefore if consumed continuously and over a long period of time can have health effects, including damage on lung organs (Lampe et al., 2008), and lead to bone damage (Schutte et al., 2008).

SIMPULAN

Green mussels (*Perna viridis*) which are cultivated in the waters of Pasaran Island have low bioconcentration capabilities around <100 mg/l. The Cd content in seawater has exceeded the quality standard according to Minister of Environmental's Decree No.51 of 2014 (KEPMENLH RI No.51 of 2014) which is 0.022 and 0.024 mg/l. The Cd content in green mussel meat is 0.030-0.033 mg/kg which is still below the threshold based on SNI.

Pustaka

Almeida, J. A., Barreto, R. E., Novelli, E. L., Castro, F. J., and Moron, S. E. (2009). Oxidative stress biomarkers and aggressive behavior in fish exposed to aquatic cadmium contamination. *Neotropical ichthyology*, 7(1):103–108.

Amriarni, A., Hendarto, B., and Hadyarto, A. (2011). Bioakumulasi logam berat timbal (pb) dan seng (zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* l.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* l.) di perairan teluk kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2):45–50.

Azhar, H., Widowati, I., and Suprijanto, J. (2012). Studi kandungan logam berat pb, cu, cd, cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di perairan wedung, demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research*, 1(2):35–44.

Bebianno, M. and Langston, W. (1992). Cadmium induction of metallothionein synthesis in *Mytilus galloprovincialis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 103(1):79–85.

Beesley, P. L., Ross, G. J., and Glasby, C. J. (2000). *Polychaetes & allies: the southern synthesis*, volume 4. CSIRO publishing.

Biagioli, M., Pifferi, S., Ragghianti, M., Bucci, S., Rizzuto, R., and Pinton, P. (2008). Endoplasmic reticulum stress and alteration in calcium homeostasis are involved in cadmium-induced apoptosis. *Cell calcium*, 43(2):184–195.

Darmono (2006). *Lingkungan hidup dan pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*. Universitas Indonesia.

Dumalagan, H., Gonzales, A., and Hallare, A. (2010). Trace metal content in mussels, *Perna viridis* l., obtained from selected seafood markets in a metropolitan city. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 84(4):492–496.

- Galindo, E. A. G., Barbosa, A. M., Velasco, M. R. M., Daessle, L. W., and Borbon, M. V. O. (2010). Distribution and enrichment of silver and cadmium in coastal sediments from bahia todos santos, baja california, mexico. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 85(4):391–396.
- Gandri, H., Mulyanto, and Yuni, K. (2017). Kandungan logam berat pb air laut, sedimen dan daging kerang hijau perna viridis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1):1–7.
- Isani, G., Andreani, G., Cocchioni, F., Fedeli, D., Carpena, E., and Falcioni, G. (2009). Cadmium accumulation and biochemical responses in *sparus aurata* following sub-lethal cd exposure. *Ecotoxicology and environmental safety*, 72(1):224–230.
- Kamaruzzaman, B. Y., Zahir, M. M. S., John, B. A., Jalal, K. C. A., Shahbuddin, S., Bawarni, S. M. A., and Goddard, J. S. (2011). Bioaccumulation of some metals by green mussel perna viridis (linnaeus 1758) from pekan, pahang, malaysia. *International Journal of Biological Chemistry*, 5(1):54–60.
- Khaisar, O. (2006). Kandungan timah hitam (pb) dan kadmium (cd) dalam air, sedimen, dan bioakumulasi serta respon histopatologis organ ikan alu-alu (*sphyraena barracuda*) di perairan teluk jakarta. *Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor*, 89.
- Klaassen, C. D., Liu, J., and Choudhuri, S. (1999). Metallothionein: an intracellular protein to protect against cadmium toxicity. *Annual review of pharmacology and toxicology*, 39(1):267–294.
- Kripa, V., Mohamed, K., Velayudhan, T., Joseph, M., Alloyious, P., and Jenni, B. (2009). Comparison of growth and gonad development of farmed green mussel perna viridis l. in three habitats. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 51(2):199–204.
- Lampe, B. J., Park, S. K., Robins, T., Mukherjee, B., Litonjua, A. A., Amarasiriwardena, C., Weisskopf, M., Sparrow, D., and Hu, H. (2008). Association between 24-hour urinary cadmium and pulmonary function among community-exposed men: the va normative aging study. *Environmental health perspectives*, 116(9):1226–1230.
- Martin, P. and Pognonec, P. (2010). Erk and cell death: cadmium toxicity, sustained erk activation and cell death. *The FEBS journal*, 277(1):39–46.
- Menke, A., Muntner, P., Silbergeld, E. K., Platz, E. A., and Guallar, E. (2008). Cadmium levels in urine and mortality among us adults. *Environmental health perspectives*, 117(2):190–196.
- Mohiuddin, K., Ogawa, Y., Zakir, H., Otomo, K., and Shikazono, N. (2011). Heavy metals contamination in water and sediments of an urban river in a developing country. *International journal of environmental science & technology*, 8(4):723–736.
- Nurdin, E. (2000). Potensi pengembangan perikanan di situ pondok cina. *Universitas Indonesia. Depok, Makara*, pages 1–8.
- Panjaitan, R., Yusuf, M., and Zainuri, M. (2014). Kajian pola sebaran padatan tersuspensi dan unsur logam berat di teluk ujung batu, jepara.

- Journal of Oceanography*, 3(3):357–365.
- Pattikawa, J. A. and Ferdinandus, E. (2009). Growth of mangrove cockle (*anandara antiquata*) cultured in cages. *Marine Research in Indonesia*, 34(2):91–96.
- Power, A. J., Walker, R. L., Payne, K., and Hurley, D. (2004). First occurrence of the nonindigenous green mussel, *perna viridis* (linnaeus, 1758) in coastal georgia, united states. *Journal of Shellfish Research*, 23(3):741–745.
- Rukmana, T., Itnawati, S., and Anita (2013). Analisis logam mn, cd, sianida dan nitrit pada limbah cair tambang batubara pt tri bakti sarimas di pangkalan kuansing. Master's thesis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Schutte, R., Nawrot, T. S., Richart, T., Thijs, L., Vanderschueren, D., Kuznetsova, T., Van Hecke, E., Roels, H. A., and Staessen, J. A. (2008). Bone resorption and environmental exposure to cadmium in women: a population study. *Environmental health perspectives*, 116(6):777–783.
- Sembel, L. (2011). Analisis logam berat pb, cd dan cr berdasarkan tingkat salinitas di estuari sungai belau teluk lampung. *Prosiding PERMAMA*, pages 85–92.
- Shastri, Y. and Diwekar, U. (2008). Optimal control of lake ph for mercury bioaccumulation control. *ecological modelling*, 216(1):1–17.
- Simanjuntak, M. (2012). Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan ph di perairan banggai, sulawesi tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2):290–303.
- Sreedevi, P. R., Uthayakumar, V., Jayakumar, R., Joseph, P., Kumar, D. S., and Ramasubramanian, V. (2014). Comparative valuation of on-bottom and off bottom mussel (*perna viridis*) culture as a small scale enterprise in chettuva estuary at kerala india. *World Journal of Fish and Marine Science*, 6:487–493.
- Sutamihardja (2006). *Toksikologi Lingkungan*. Universitas Indonesia Press.
- Thirumoorthy, N., Kumar, K. M., Sundar, A. S., Panayappan, L., and Chatterjee, M. (2007). Metallothionein: an overview. *World journal of gastroenterology: WJG*, 13(7):993.
- Vinodhini, R. and Narayanan, M. (2008). Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *cyprinus carpio* (common carp). *International Journal of Environmental Science & Technology*, 5(2):179–182.
- Whyte, A. L., Hook, G. R., Greening, G. E., Gibbs-Smith, E., and Gardner, J. P. (2009). Human dietary exposure to heavy metals via the consumption of greenshell mussels (*perna canaliculus* gmelin 1791) from the bay of islands, northern new zealand. *Science of the Total Environment*, 407(14):4348–4355.
- Wiryawan, B., Marsden, B., Susanto, H. A., Mahi, A., Ahmad, M., and Poespitasari, H. (1999). Atlas sumberdaya wilayah pesisir lampung. *Bandar Lampung: PEMDA TK I Lampung-CRMP Lampung*.
- Yestyani (2010). Analisis kandungan logam berat pb, cd dan hg pada kerang darah anadara granosa di perairan bojonegara, kecamatan bojonegara, kabupaten serang. Master's thesis, Fakultas Perikanan dan

- Ilmu Kelautan, IPB, Bogor.
- Yudha, I. (2007). Kajian pencemaran logam berat di wilayah pesisir kota bandar lampung. *Universitas Lampung. Bandar Lampung.*
- Yulianto, H., Damai, A. A., Delis, P. C., and Elisdiana, Y. (2017). Spatial analysis to evaluate the suitability of seaweed farming site in lampung bay, indonesia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(6):1253–1261.
- Yulianto, H., Hartoko, A., Anggoro, S., and Delis, P. C. (2016). Suitability analysis of pearl oyster farming in lampung bay, pesawaran, lampung province, indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 9(6).

BACTERIA DIVERSITY IN SEDIMENT FROM MANGROVE AND BEKANTAN CONSERVATION AREA, TARAKAN CITY

Yulma¹ · Gloria Ika Satriani² · Awaludin² · Burhanuddin Ihsan² · Bela Pratiwi²

Ringkasan *Bacteria in sediment plays an important role in various biochemical processes in the waters area, for instance degradation of organic matter, biogeochemical cycle, controlling ammonium, nitrates and nitrites concentration, food source for fauna, primary production, and pollution remediation. The purpose of this study was to determine the diversity of bacteria (Genus) in sediment on the Mangrove and Bekantan Conservation Area (KKMB), Tarakan City. The method used was explorative descriptive method with genus identification as parametric test. Bacterial identification parameters were tested using Gram-test, main test and further test was carried out at the Laboratory of Fish Quarantine, Quality Control and Safety Fishery Products Class II Tarakan. The bacteria found in the sediments on the KKMB were 16 genera i.e. Enterobacteria, Eubacterium, Listeria, Actinobacillus, Bacteriodes, Streptococcus, Plesiomonas, Corynebacterium, Pseudomonas, Aeromonas, Bordetella parapertussis, Micrococcus, Staphylococcus, Clostridium, Neisseria, and*

the dominant numbers found was Bacillus.

Keywords *Bacteria, Diversity, KKMB, Mangrove, Sediment, Tarakan*

Received : 16 Januari 2019

Accepted : 13 Februari 2019

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan hutan lahan basah yang memiliki nilai ekonomis dan ekologi yang tinggi (Rangkuti et al., 2017). Indonesia memiliki hutan mangrove yang luas serta potensi yang sangat besar jika dikelola dengan baik (Saparinto, 2007). Salah satunya perlu batu kunci dalam ekosistem mangrove yaitu bakteri sebagai agen pendekomposisi. Bissett et al. (2007) menjelaskan bahwa keanekaragaman komunitas mikroorganisme di dalam sedimen sangat tinggi. Hal ini disebabkan sedimen mendukung dan membantu pembentukan kerjasama lingkungan mikro aerobik dan anaerobik. Aktivitas bakteri dalam siklus unsur hara pada sedimen adalah suatu hal yang tidak bisa dipisahkan dan saling berkaitan. Aktivitas bakteri tersebut tergantung pada ketersediaan karbon-karbon

¹)Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK UBT ²)Jurusan Akuakultur, FPIK UBT
E-mail: yulma.yuki@gmail.com

yang dioksidasi. Karbon bersama dengan unsur lainnya seperti fosfor (P) dan nitrogen (N) melalui proses fotosintesis menghasilkan jaringan tumbuhan yang menjadi makanan hewan. Keduanya menghasilkan zat organik, jika mati dan membusuk dihasilkan bahan mentah untuk memulai daur bahan organik (Romimohtarto and Juwana, 2001).

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang berperan sebagai pengurai di dalam sedimen. Purnomo et al. (2016) mendapatkan total bakteri lebih tinggi pada sedimen permukaan dibandingkan dengan sedimen pada kedalaman 30 cm. Bakteri yang hidup dalam sedimen memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sehubungan dengan kemampuannya mengikat N₂ dari udara dan mengubah ammonium menjadi nitrat.

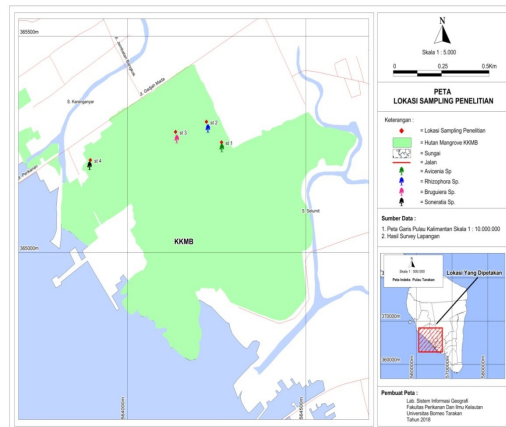
Mengingat pentingnya peran bakteri dalam lingkungan sebagai dekomposer dalam menyeimbangkan siklus nitrogen pada sedimen di ekosistem mangrove Kota Tarakan, sehingga perlu diketahui keanekaragaman jenis bakteri pada sedimen, distribusi serta potensi bakteri dalam mendegradasi senyawa organik menjadi anorganik pada ekosistem yang memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi serta karakterisasi jenis bakteri yang diduga berperan sebagai agen dekomposisi dalam siklus nitrogen dan rantai makanan pada sedimen di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif yang dilakukan dua tahapan yaitu pengambilan sampel sedimen di KKMB kemudian dilanjutkan dengan identifikasi bakteri di Laboratorium Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas II Tarakan. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi laminari air flow, inkubator, otoklaf, spreader, lampu bunzen, mikroskop binokuler, timbangan analitik, alat-alat gelas. Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi sedimen, MIO, TSA, larutan H₂O₂ 3%, Larutan KOH 3%, media O/F, stripe oksidase, glukosa, pewarna Gram, parafin, alkohol 70% dan aquades.

Lokasi penelitian di daerah Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) dengan empat stasiun. Sampel sedimen diambil berdasarkan jenis dominasi mangrove. Pada stasiun I jenis mangrove yang paling dominan adalah jenis mangrove *Avicennia* sp., pada stasiun II didominasi oleh jenis mangrove *Rhizophora* sp., pada stasiun III didominasi oleh jenis mangrove *Bruguiera* sp. dan stasiun IV didominasi oleh jenis mangrove *Sonneratia* sp. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Sampel sedimen masing-masing diambil satu kali setiap satu stasiun sebanyak 250 gram dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang steril. Sampel sedimen kemudian dibawa ke Laboratorium Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas II Tarakan. Di laboratorium sampel sedimen disimpan dalam refrigerator dengan suhu 5-10 °C sampai digunakan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB)

Isolasi bakteri dari sedimen dilakukan dengan cara menimbang sedimen sebanyak 5 gram, kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan pistle. Selanjutnya sedimen yang telah halus dimasukkan ke dalam labu erlenmayer yang berukuran 250 mL. Proses pengenceran dilakukan sampai tingkat 10^{-7} , selanjutnya dibiakkan pada media TSA. Biakkan bakteri diinkubasi selama 24 - 48 jam, kemudian koloni bakteri yang tumbuh dimurnikan dengan membuat subbiakan ke media TSA dan diambil koloni yang berbeda-beda, kemudian diinkubasi selama 24 jam.

Identifikasi bakteri pada sedimen dilakukan dengan 3 pengujian yaitu: uji pewarnaan Gram (gram negatif, gram positif dan bentuk bakteri), uji utama (KOH 3%, H_2O_2 3% dan Oksidase) dan uji lanjut (O/F, Glukosa dan motility) (Cowan and Steel's, 1974).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi bakteri pada sedimen KKMB sangat bervariasi dengan ditemukannya berbagai macam bakteri. Bissett et al.

(2007) menjelaskan bahwa keanekaragaman komunitas mikroorganisme sedimen sangat tinggi. Hal ini disebabkan kandungan sedimen mendukung dan membantu pembentukan kerjasama lingkungan mikro aerobik dan anaerobik. Misalnya, penurunan kadar oksigen karena aktivitas mikroorganisme di ruang kaya bahan organik, akan membentuk lingkungan mikro anaerobik yang mendukung aktivitas mikroorganisme anaerobik fakultatif dan obligat. Hal ini menyebabkan timbulnya kelompok-kelompok mikroorganisme dengan sifat fisiologi spesifik tertentu yang sesuai dengan kondisi lingkungan mikro tersebut (Maier et al., 2009).

Bakteri pada sedimen di KKMB ditemukan sebanyak 16 genus antara lain *Enterobacteria*, *Eubacterium*, *Listeria*, *Actinobacillus*, *Bacteriodes*, *Streptococcus*, *Plesiomonas*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bordetella parapertussis*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Neisseria*. Jenis bakteri yang paling dominan ditemukan di KKMB adalah *Bacillus* dan yang paling sedikit adalah *Neisseria*, seperti pada Tabel 1.

Bakteri yang dominan di semua stasiun pengamatan adalah *Bacillus*, hal ini disebabkan karena jenis *Bacillus* merupakan bakteri pengurai fosfat yang umum ditemukan pada sedimen. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yulma et al. (2017) bahwa bakteri yang dominan ditemukan pada dekomposisi serasah daun mangrove di KKMB adalah bakteri jenis *Bacillus*. Selanjutnya, Yulma et al. (2018a) juga mendapatkan bakteri jenis *Bacillus* yang paling dominan di perairan KKMB. Bakteri pengurai fosfat berperan dalam penyediaan kembali senyawa fosfat pada eko-

Tabel 1 Jenis bakteri yang dominan di KKMB

Bakteri		Stasiun			
Famili	Genus	I	II	III	IV
<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus</i>	x	x	x	x
<i>Aeromonadaceae</i>	<i>Aeromonas</i>	-	-	-	x
<i>Bacteroidaceae</i>	<i>Bacteriodes</i>	-	x	x	-
<i>Listeriaceae</i>	<i>Listeria</i>	x	x	-	x
<i>Corynebacteriaceae</i>	<i>Corynebacterium</i>	x	-	x	-
<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacteria</i>	x	-	x	-
	<i>Plesiomonas</i>	x	-	-	-
<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>	x	x	-	-
<i>Pasteurellaceae</i>	<i>Actinobacillus</i>	-	x	x	x
<i>Pseudomonaceae</i>	<i>Pseudomonas</i>	x	x	-	-
<i>Eubacteriaceae</i>	<i>Eubacterium</i>	-	x	-	-
<i>Alcaligenaceae</i>	<i>Bordetella</i>	-	-	x	-
<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus</i>	-	-	-	x
<i>Staphylococcaceae</i>	<i>Staphylococcus</i>	-	-	-	x
<i>Clostridiaceae</i>	<i>Clostridium</i>	-	x	-	-
<i>Neisseriaceae</i>	<i>Neisseria</i>	-	-	x	-

Keterangan: simbol x menunjukkan genus bakteri yang ditemukan

sistem mangrove melalui pengurai dekomposisi serasah yang menyebabkan bakteri dapat tumbuh dan bertahan hidup (Yunasfi et al., 2006). Bakteri *Bacillus* yang ditemukan lebih banyak karena bakteri ini berada di permukaan. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Min-han et al. (2000) menyatakan bahwa rata-rata proses dekomposisi terjadi di permukaan sedimen mangrove lebih efektif dibandingkan di dalam sedimen. Sedimen permukaan merupakan kawasan yang sangat efektif dalam menyumbangkan nutrisi ke dalam lingkungan perairan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena potensi terbentuknya kondisi aerob lebih besar (Jianfang et al., 2003).

Dalam kondisi demikian proses perombakan bahan organik mempunyai peluang besar dapat terjadi melalui penyediaan bahan pengoksidasi khususnya oksigen. Atas dasar hal tersebut maka lingkungan permukaan mangrove mempunyai peran penting yang sangat besar tidak saja dalam menunjang terbentuknya pertumbuhan kawasan mangrove itu sendiri, namun juga sebagai pe-

nyumbang nutrisi yang efektif terhadap lingkungan sekitarnya.

Bacillus secara alami ditemukan di dalam sedimen karena kemampuannya menghasilkan endospora, selain itu *Bacillus* juga dapat menghadapi berbagai perubahan lingkungan, seperti perubahan kadar nutrisi, air, dan temperatur (Maidigan et al., 2004). Karakteristik ini menyebabkan *Bacillus* dapat ditemukan di berbagai tempat termasuk di dalam sedimen. *Bacillus* memiliki peran penting dalam siklus biologis karbon dan nitrogen, karena dapat secara efektif mendegradasi serangkaian polimer seperti hemiselulosa, pektin, kitin, dan protein (Holt et al., 1994). Selain itu, bakteri *Bacillus* diduga dapat dijadikan indikator dalam penentu sedimen yang mengandung limbah tinggi.

Bakteri yang paling sedikit ditemukan adalah *Neisseria*, hal ini diduga karena faktor lingkungan salah satunya adalah suhu, bakteri *Neisseria* hidup pada suhu optimum antara 35 °C - 37 °C sedangkan pengukuran suhu di lokasi didapatkan nilai 28,9 °C, hal ini sesuai dengan pernyataan Cowan et al. (1965) bahwa genus *Neisseria* memiliki temperatur optimum hidup dan tumbuh 35 °C - 37 °C dan beberapa spesies bersifat patogen terhadap manusia. Selain itu bakteri ini memiliki aktivitas enzim hidrolitik pada substrat selulosa asetat, CMC dan xylan, namun aktivitas enzim hidrolitik tidak tampak pada sedimen. Selain itu bakteri *Neisseria* juga ditemukan paling sedikit pada daun mangrove yang terdekomposisi pada penelitian Yulma et al. (2017). Hasil penelitian pada setiap stasiun terlihat bahwa bakteri *Bacillus* ditemukan di semua stasiun dan setiap stasiun memiliki dominansi bakteri yang ber-

Tabel 2 Dominansi bakteri sedimen pada setiap stasiun penelitian

Bakteri (Genus)	Stasiun				Jumlah Bakteri (Koloni)
	I	II	III	IV	
<i>Bacillus</i>	6	16	5	8	35
<i>Aeromonas</i>	0	0	0	17	17
<i>Bacteriodes</i>	0	4	13	0	17
<i>Listeria</i>	8	7	0	2	17
<i>Corynebacterium</i>	4	0	11	0	15
<i>Enterobacteria</i>	11	0	3	0	14
<i>Plesiomonas</i>	14	0	0	0	14
<i>Streptococcus</i>	5	8	0	0	13
<i>Actinobacillus</i>	0	2	3	4	9
<i>Pseudomonas</i>	2	5	0	0	7
<i>Eubacterium</i>	0	5	0	0	5
<i>Bordetella parapertussis</i>	0	0	4	0	4
<i>Micrococcus</i>	0	0	0	4	4
<i>Staphylococcus</i>	0	0	0	4	4
<i>Clostridium</i>	0	3	0	0	3
<i>Neisseria</i>	0	0	1	0	1

beda berdasarkan vegetasi mangrove seperti pada Tabel 2.

Bakteri yang paling dominan ditemukan pada stasiun I adalah *Plesiomonas*. Banyaknya bakteri *Plesiomonas* ini diduga karena pengaruh suhu di lokasi penelitian. Pengujian parameter suhu adalah 26,9 °C - 30°C, dimana suhu yang didapatkan merupakan suhu normal untuk laju pertumbuhan karena berada di atas batas suhu minimum bakteri *Plesiomonas* tumbuh. Hal ini merujuk pada pernyataan Suhendi (2009) bahwa bakteri *Plesiomonas* tidak dapat tumbuh pada suhu di bawah 8°C - 10°C. Dominannya bakteri *Plesiomonas* ini selain disebabkan oleh suhu, juga dipengaruhi oleh kadar pH. Nilai pH pada penelitian ini berkisar 6,7 - 7,5, nilai ini sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Ratledge (2012) menyatakan bahwa nilai pH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah berkisar antara 7,5 - 8,5.

Pada stasiun II jumlah bakteri yang paling dominan adalah *Bacillus* hal ini diduga karena *Bacillus* hidup dan tumbuh pada kisaran suhu optimum yakni

28,2 °C – 32 °C. Sesuai dengan pernyataan Imron and Purwanti (2016) bahwa suhu yang terukur untuk *Bacillus* berkisar antara 27,6 °C - 32 °C. Selain parameter suhu, bakteri *Bacillus* juga dapat dipengaruhi oleh faktor pH. Bakteri *Bacillus* hidup dan tumbuh pada kondisi pH berkisar antara 6 - 7. Nilai pH di stasiun II adalah 6,7 - 7,5, dimana nilai pH tersebut sesuai untuk pertumbuhan bakteri *Bacillus*. *Bacillus* rata-rata tumbuh pada pH dengan kisaran antara 6 - 7, dimana pH tersebut sesuai dengan pH di alam yaitu 6,3. Hal ini menunjukkan bahwa semua genus bakteri termasuk dalam golongan Neutrophil yaitu bakteri yang dapat hidup pada rentang pH 5.5 - 8.0.

Bakteri yang dominan pada stasiun III adalah bakteri *Bacteriodes* dan *Corynebacterium*, hal ini diduga karena bakteri ini dapat hidup pada suhu 26,9 °C - 29,1°C. Indriani (2008) menyatakan bahwa suhu optimum untuk bakteri berkisar 27 °C – 36 °C. Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah dan umumnya dapat hidup pada kondisi anaerob fakultatif sehingga bakteri ini paling dominan dijumpai pada stasiun ini. Sesuai dengan pernyataan Suliasih (2007) bahwa bakteri *Corynebacterium* ini umumnya hidup pada kondisi anaerob dan memiliki kemampuan dalam membentuk spora sehingga sangat menguntungkan bagi bakteri sedimen terkait dengan kondisi lingkungannya yang selalu berubah-ubah.

Pada stasiun IV bakteri yang dominan ditemukan adalah *Aeromonas*, hal ini diduga karena bakteri *Aeromonas* dapat tumbuh dan hidup pada suhu berkisar antara 22 °C – 30 °C. Suhu pada stasiun IV berkisar antara 26,9 °C - 29,1°C, dimana nilai suhu ini men-

Tabel 3 Perbedaan bakteri sedimen mangrove di KKMB dengan daerah lainnya

Lokasi penelitian	Jenis bakteri	Sumber
Kawasan Mangrove Wonorejo	Bacillus sp.	Oktaviani, 2011
	Micrococcus sp.	
	Pseudomonas sp.	
	Acinetobacter sp.	
Kelurahan Terusan (Kalimantan Barat)	Bacillus sp.	Islamiah, 2017
	Pseudomonas sp.	
	Serratia sp.	
	Vibrio sp.	
	Aeromonas sp.	
	Bacillus sp.	
Hutan Mangrove Peniti (Kabupaten Mempawah)	Alcaligenes sp.	Rudiansyah, 2017
	Pseudomonas sp.	
	Actinobacillus sp.	
	Listeria sp.	
	Chromobacterium sp.	
	Bacillus	
	Enterobacteria	
	Eubacterium	
	Listeria	
	Actinobacillus	
KKMB, Tarakan	Bacteriodes	Penelitian ini, 2019
	Streptococcus	
	Plesiomonas	
	Corynebacterium	
	Pseudomonas	
	Aeromonas	
	Bordetella parapertisises	
	Micrococcus	
	Staphylococcus	
	Clostridium	
	Neisseria	

dekati dengan nilai optimum sehingga bakteri *Aeromonas* banyak ditemukan pada stasiun IV. Bakteri *Aeromonas* bahkan dapat hidup pada suhu tinggi mencapai 37 °C sesuai dengan pendapat Holt et al. (1994) bahwa genus *Aeromonas* bersifat motil dan dapat hidup pada kondisi aerob. Suhu optimum untuk pertumbuhannya yaitu 22°C, tetapi sebagian besar bakteri ini tumbuh baik pada suhu 37 °C.

Bakteri yang ditemukan pada sedimen di KKMB yaitu 16 genus, hasil ini berbeda dengan penelitian dari beberapa daerah lainnya (Tabel 3).

Faktor yang menyebabkan perbedaan jumlah genus bakteri di beberapa lokasi penelitian diduga karena keterse-

diaan unsur hara, N dan F yang terdapat pada sedimen. Yulma et al. (2018b) mendapatkan hasil kandungan bahan organik Nitrogen pada sedimen KKMB berkisar 0,31-0,55 dikategorikan memiliki kandungan yang tinggi hal ini sesuai dengan penelitian dari Bappeda Kendal (2012) dalam Chrisyariati et al. (2014) bahwa kandungan N-total dengan nilai 0-0,20 adalah rendah dan kisaran 0,21-0,40 adalah sedang (cukup) dan diatas kisaran 0,40 adalah tinggi. Selain itu, perbedaan jenis mangrove dan faktor lingkungan juga mempengaruhi keberadaan bakteri pada sedimen. Sesuai dengan pernyataan Hrenović et al. (2003) bahwa faktor yang menyebabkan perbedaan jumlah genus yaitu faktor lingkungan perairan yang meliputi pH, suhu, substrat, salinitas dan letak geografis.

Pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan meliputi parameter fisika-kimia perairan yang diukur adalah suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Parameter fisika-kimia tersebut diduga berpengaruh terhadap bakteri. Perbedaan bakteri disebabkan oleh faktor lingkungan (suhu, salinitas, kadar pH) dan kehadiran mikroorganisme pengurai dan makrobentos yang terdapat di kawasan hutan mangrove. Hasil pengukuran parameter fisika – kimia di KKMB pada Tabel 4.

Nilai salinitas di KKMB berkisar 27-30 ‰, hal ini sejalan dengan penelitian Yunasfi et al. (2006) bahwa tingkat salinitas yang tinggi akan memberikan efek negatif terhadap kelimpahan dan keanekaragaman bakteri. Tingginya tingkat salinitas mampu menghambat pertumbuhan koloni bakteri sehingga menyebabkan tingkat aktivitas bakteri sangat rendah akibatnya terja-

di shock osmotic atau toksik (Mallin et al., 2000). Hasil pengukuran suhu di KKMB berkisar antara 26,9 °C - 32 °C, suhu yang diperoleh dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran yang baik untuk proses pertumbuhan bakteri pada sedimen. Indriani (2008) menyatakan suhu optimum untuk bakteri berkisar 27 °C - 36 °C. Kisaran suhu tersebut sangat baik untuk proses pertumbuhan bakteri.

Nilai pH di KKMB berkisar 6,5 - 7,8, nilai ini masih mendukung untuk pertumbuhan bakteri. Tait (1981) menyatakan bahwa kisaran pH optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme adalah 5,6 - 9,4. Nilai kandungan oksigen terlarut (DO) di KKMB berkisar 1,07 mg/L - 6,15 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa DO perairan di KKMB masih tergolong baik. Umumnya nilai oksigen terlarut di ekosistem mangrove rendah, hal ini disebabkan karena meningkatnya bahan-bahan organik serta dapat dipengaruhi oleh kenaikan suhu, salinitas, respirasi (Reid, 1961; Welsch, 1952). Kandungan DO dalam air mempunyai peranan untuk menentukan kelangsungan hidup organisme akuatik dan untuk berlangsungnya proses reaksi kimia yang terjadi di dalam badan perairan. Patty (2013) menyatakan bahwa pada umumnya kandungan DO sebesar 5 mg/L dengan suhu air berkisar antara 20 °C - 32 °C relatif masih baik untuk biota laut, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan DO sebesar 2 mg/L sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan.

SIMPULAN

Bakteri yang ditemukan pada sedimen di KKMB sebanyak 16 genus yaitu *Enterobacteria*, *Eubacterium*, *Listeria*, *Actinobacillus*, *Bacteriodes*, *Streptococcus*, *Plesiomonas*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bordetella paraptussis*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Neisseria* dan yang lebih dominan ditemukan yaitu *Bacillus*.

Acknowledgements Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Borneo Tarakan Anggaran 2018 melalui LPPM UBT.

Pustaka

- Bissett, A., Burke, C., Cook, P. L., and Bowman, J. P. (2007). Bacterial community shifts in organically perturbed sediments. *Environmental Microbiology*, 9(1):46–60.
- Chrisyariati, I., Hendrarto, B., et al. (2014). Kandungan nitrogen total dan fosfat sedimen mangrove pada umur yang berbeda di lingkungan pertambakan mangunharjo, semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3):65–72.
- Cowan, S. T., Steel, K. J., et al. (1965). Manual for the identification of medical bacteria. *Manual for the identification of medical bacteria*.
- Holt, J. G., Krieg, N., Sneath, P. H., Staley, J., and Williams, S. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9th. *Baltimor: William & Wilkins*.
- Hrenović, J., Viličić, D., and Stilinović, B. (2003). Influence of nutrients and salinity on heterotrophic and coliform bacteria in the shallow, kars-

- tic zrmanja estuary (eastern adriatic sea). *Ekoloji, The Journal of Environment*, 12(46):29–37.
- Imron, M. F. and Purwanti, I. F. (2016). Uji kemampuan bakteri azotobacter s8 dan bacillus subtilis untuk menyisihkan trivalent chromium (cr3+) pada limbah cair. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1).
- Indriani, Y. (2008). Produksi dan laju dekomposisi serasah daun mangrove api-api (*avicennia marina* forssk. vierh) di desa lontar, kecamatan kemiri, kabupaten tangerang, provinsi banten. *Skripsi. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Jianfang, C., Haiyan, J., Kedong, Y., and Yan, L. (2003). Variation of reactivity of particulate and sedimentary organic matter along the zhujiang river estuary. *ACTA OCEANOLOGICA SINICA-ENGLISH EDITION*-, 22(4):557–568.
- Madigan, M., Martinko, J., and Parker, J. (2004). Brock biology of microorganisms, 2003. *New Jearsey Pearson Education*, pages 178–185.
- Maier, R. M., Pepper, I. L., and Gerba, C. P. (2009). *Environmental microbiology*, volume 397. Academic press.
- Mallin, M. A., Williams, K. E., Esham, E. C., and Lowe, R. P. (2000). Effect of human development on bacteriological water quality in coastal watersheds. *Ecological applications*, 10(4):1047–1056.
- Min-han, D., Martin, J.-M., Hua-sheng, H., and Zu-lin, Z. (2000). Preliminary study on the dissolved and colloidal organic carbon in the zhujiang river estuary. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 18(3):265–273.
- Patty, S. I. (2013). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di perairan kema, sulawesi utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3):148–157.
- Purnomo, P. W., Widyorini, N., Ain, C., and Undip, F. (2016). Analisis c/n rasio dan total bakteri pada sedimen kawasan konservasi mangrove sempadan sungai betahwalang dan sungai jajar demak.
- Rangkuti, A. M., Reza, M., Ani, C., Yulma, R., and Hasan, E. A. (2017). *Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Ratledge, C. (2012). *Biochemistry of microbial degradation*. Springer Science & Business Media.
- Reid, G. K. (1961). Ecology of inland waters and estuaries.
- Romimohtarto, K. and Juwana, S. (2001). *Biologi laut: Ilmu pengetahuan tentang biota laut*. Djembatan.
- Saparinto, C. (2007). Pendayagunaan ekosistem mangrove. *Dahara Prize. Semarang*, 236.
- Suhendi (2009). Identifikasi dan prevalensi bakteri dan cendawan yang terseleksi serta parasit pada ikan arwana super set scleropages fosmosus yang sakit. *Jurnal Budidaya Perairan*, 5(3):11–17.
- Suliasih, R. (2007). Aktivitas fosfatase dan pelarutan kalsium fosfat oleh beberapa bakteri pelarut fosfat. *Biodiversitas*, 8(1):23–26.
- Welsch, P. S. (1952). *Limnology*. McGraw-Hill Book Company, Inc.; New York.
- Yulma, Y., Ihsan, B., and Rafikah, A. (2018a). Keanekaragaman bakteri pada perairan di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (kkmb) kota tarakan. *JURNAL BORNEO SAIN-*

- TEK*, 1(3):55–62.
- Yulma, Y., Ihsan, B., Sunarti, S., Malasari, E., Wahyuni, N., and Mursyban, M. (2017). Identifikasi bakteri pada serasah daun mangrove yang terdekomposisi di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (kkmb) kota tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(1):28–33.
- Yulma, Y., Salim, G., and Sampe, Y. (2018b). Analisis bahan organik nitrogen (n) dan fosfor (p) pada sedimen di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (kkmb) kota tarakan. *JURNAL BORNEO SAINTEK*, 1(2):75–82.
- Yunasfi, S. H., Kusmana, C., Sudirman, L., and Tjahjono, B. (2006). Dekomposisi serasah daun a. marina oleh bakteri dan fungi pada berbagai tingkat salinitas. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

HEAVY METAL CADMIUM (Cd) AND LEAD (Pb) IN VANAME SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) COLLECTED FROM TRADITIONAL MARKETS IN MEDAN CITY, INDONESIA

Eri Yusni¹ · Tri Pardiana Setiani¹ ·

Ringkasan *The presence of heavy metals in the aquatic environment must be monitored continuously. This study aims to determine the amount of heavy metal content of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) on Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Determining the value of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) using an AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) device. It is known that the highest Cd content in the sample 4 (market pancing) which is worth 0.011 mg/kg, and the lowest is in the sample 6 (market sei kambing) which is worth 0.004 mg/kg. The value of the highest Pb value is found in the sample 3 (market merah) worth 0.019 and the lowest value is the sample 5 (market petisah) worth 0.008. So that the results of these tests can be concluded, that the content of heavy metals Cd and Pb in each sample of vaname shrimp is classified as low according to the World Health Organization (WHO), namely the maximum limit of Cd is 5.0 and the maximum limit of Pb is 2.0 while according to EUROPEAN UNION the limit of calcium Cd is 0.2 and the maximum*

limit of Pb is 0.5 because the vaname shrimp sample is still safe for consumption and can be an export commodity.

Keywords *Cadmium, Lead, Vanammae, Traditional market, Medan*

Received : 13 Januari 2019

Accepted : 14 Maret 2019

PENDAHULUAN

Keberadaan logam berat di perairan telah lama diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme. Keberadaan logam berat pada perairan tidak lepas dari kegiatan manusia. Sumber utama pemasukan logam berat berasal dari pertambangan, cairan limbah rumah tangga dan limbah buangan industri serta aliran dari pertanian (Supriadi, 2016). Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang banyak mencemari lingkungan perairan.

Logam Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang di-

¹)Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Indonesia Medan
E-mail: eriyusni@hotmail.com

gunakan di industri non pangan. Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan penolong (Pardi et al., 2014). Pb dapat menyebabkan keracunan pada makhluk hidup dan merupakan zat yang terbukti mampu menekan sistem imun. Sistem imun yang tidak berfungsi dengan baik akan memperbesar kerentanan tubuh terhadap bakteri, parasit, dan virus serta kerentanan terhadap kanker (Widyastuti, 2002). Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan, makanan, dan minuman. Bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengeluarkannya sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut.

Logam berat lainnya yang sering ditemukan dalam limbah industri adalah logam berat Kadmium (Cd). Logam berat berbahaya yang terakumulasi pada biota laut terserap melalui insang dan saluran pencernaan. Logam berat Cd yang tertimbun dalam jaringan dan berikatan dengan protein disebut dengan metalotionein (MTN), bersifat agak permanen dan mempunyai waktu paruh yang cukup lama. Cd merupakan logam berat yang memiliki toksisitas yang tinggi setelah Hg. Level maksimum Cd dalam air limbah yang diperbolehkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51 / MENLH / 10 / 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri adalah sebesar 0.05 ppm.

Cd termasuk logam berat tidak esensial, yakni logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya bahkan bersifat toksik. Keber-

radaan logam Cd dalam perairan perlu diketahui secara pasti sebab kadar yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk bagi kesehatan (Sasongko et al., 2017). Kadmium (Cd), dapat mengakibatkan timbulnya penyakit mental dan kelainan syaraf pada penduduk yang hidup di sekitar Teluk Minamata di Jepang. Toksisitas yang dikandung oleh logam cadmium tersebut juga mengakibatkan terjadinya kerapuhan pada tulang penderita (Palar, 1994).

Logam berat berdampak buruk bagi ekosistem perairan. Salah satu organisme yang akan terkena dampak pencemaran logam berat adalah udang. Analisis kandungan logam berat pada biota seperti udang perlu dilakukan, hal ini disebabkan kandungan logam berat dalam air yang dapat berubah-ubah dan bergantung pada lingkungan. Pada musim hujan kandungan logam di perairan akan lebih kecil karena proses pelarutan, sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Kandungan logam berat pada biota air biasanya selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif, sehingga biota air sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran logam dalam lingkungan perairan (Widyastuti, 2002).

Udang (Crustacea) dapat mengakumulasi logam berat yang terlarut dalam air maupun yang terendap di sedimen sungai (Darmono, 2006). Paparan Timbal dapat mengakibatkan perubahan tingkah laku dan fisiologi pada udang. Logam berat tersebut sebagian akan terendapkan di dasar perairan. Sebagian akan terakumulasi di dalam tubuh biota laut melalui rantai makanan. Biota laut jenis krustasea yaitu udang dan

rajungan sering dijadikan bioindikator pencemaran logam berat di laut karena jenis organisme seperti krustase relatif tidak secepat ikan dalam menghindari dari pengaruh polusi logam dalam air (Darmono, 2006).

Jenis makanan udang sangat bervariasi tergantung pada tingkatan stadium. Pada stadium benih, makanan utamanya adalah plankton (fitoplankton dan zooplankton). Udang dewasa menyukai daging binatang lunak atau moluska (kerang, tiram, siput), cacing, annelida dan crustacea. Pada kegiatan usaha budidaya, udang mendapatkan makanan alami yang tumbuh di tambak, yaitu lumut, plankton, dan bentos. Udang akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan (Octavianus et al., 2017). Sifat krustasea yang mencari makan pada dasar perairan, yaitu pada lingkungan sedimen akan menyebabkan krustasea sangat mungkin terkontaminasi. Sebagian besar logam berat timbal masuk ke dalam hewan laut melalui rantai makanan dan hanya sedikit yang langsung diambil dari air (Widajanti et al., 2004). Tumisem and Puspawiningtiyas (2011), menyatakan bahwa akumulasi logam berat di dasar perairan dimungkinkan untuk masuk ke dalam rangkaian rantai makanan. Konsentrasi logam di biota laut akan terus meningkat apabila terjadi proses biomagnifikasi (Salbiah et al., 2009).

Udang memiliki harga jual yang tinggi sehingga dapat menguntungkan para nelayan. Rasa yang enak menjadikan jenis udang dikonsumsi masyarakat secara luas (Tumisem and Puspawiningtiyas, 2011). Hal ini dapat memungkinkan masyarakat mengonsumsi udang terpapar Timbal. Konsumsi udang yang terpapar logam berat Timbal dapat meng-

ganggu kesehatan. Pengaruh Timbal bagi anak-anak adalah menurunnya kemampuan belajar, hiperaktif dan mengganggu pertumbuhan. Pada orang dewasa yang terpapar Timbal dapat mengalami kerusakan saraf, ginjal dan dapat menyebabkan kematian. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada jenis udang vaname yang dijual di lingkungan pasar.

MATERI DAN METODE

Sampel udang dikumpulkan dari 6 pasar. Sampel 1 (Pasar Padang Bulan), Sampel 2 (Pasar Belawan), Sampel 3 (Pasar Merah), Sampel 4 (Pasar Pancing), Sampel 5 (Pasar Petisah) dan Sampel 6 (Pasar Sei Sekambing). Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga September 2018. Sampel yang dikumpulkan disimpan dalam kotak es kemudian dibawa ke Laboratorium Zoologi, Universitas Sumatera Utara, Medan untuk analisis lebih lanjut. Persiapan sampel mengacu pada BSN (2001).

Metode yang digunakan dalam pengujian ini sesuai dengan SNI 2354.5:2011 (BSN, 2001) adalah metode graphite furnace dengan alat AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) pada panjang gelombang 283,3 nm untuk Timbal (Pb) dan 228,8 nm untuk Kadmium (Cd). Hasil yang didapat dari AAS berupa nilai absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh kandungan Timbal yang sesungguhnya dari sampel. 8. Absorban hasil pengukuran contoh dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier sehingga diperoleh

leh konsentrasi sampel melalui perhitungan dengan persamaan:

$$[Cd] = \frac{(D - E) \times F \times V}{W} \quad (1)$$

dimana [Cd] adalah konsentrasi logam berat (mg=gr); D adalah konsentrasi contoh hasil pembacaan AAS (mg/l); E adalah konsentrasi blanko (mg/l); Fp adalah faktor pengenceran; V adalah volume akhir larutan contoh (l); dan W adalah berat contoh (gr).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada udang vaname menggunakan AAS dengan metode *graphite furnace* (Tabel 1). Kandungan Kadmium tertinggi yaitu pada sampel 4 sebesar 0,011 mg/kg dan kandungan Kadmium terendah pada sampel 6 yaitu sebesar 0,004 mg/kg. Hasil pemeriksaan kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada daging udang menggunakan standar uji CRM memperoleh nilai sebesar 0,282 mg/kg.

Kandungan Cd tertinggi ditemukan pada sampel 4 sebesar 0,011 mg/kg dan kandungan Cd terendah ditemukan pada sampel 6 yaitu sebesar 0,004 mg/kg. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan logam berat Cd pada masing-masing sampel udang tergolong rendah menurut BPOM (batas maksimum Cd 0,1 mg/kg), World Health Organization (WHO) (batas maksimum Cd 0,5 mg/kg), dan UNI EROPA (batas maksimum Cd 2 mg/kg). Oleh karena itu, sampel udang tersebut masih aman untuk dikonsumsi dan dapat menjadi komoditi ekspor.

Kandungan Timbal tertinggi yaitu pada sampel 3 sebesar 0,019 mg/kg dan

kandungan Timbal terendah pada sampel 5 yaitu sebesar 0,003 mg/kg. Hasil pemeriksaan kandungan logam berat Timbal (Pb) pada daging udang menggunakan standar uji CRM memperoleh nilai sebesar 0,411 mg/kg (Tabel 2).

Kandungan Pb tertinggi ditemukan pada sampel 3 yaitu sebesar 0,019 mg/kg dan kandungan Pb terendah ditemukan pada sampel 5 yaitu sebesar 0,003 mg/kg. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan logam berat Pb menurut BPOM pada masing-masing sampel udang tergolong rendah (batas maksimum Pb 0,2 mg/kg), World Health Organization (WHO) (batas maksimum Pb 0,5 mg/kg), dan UNI EROPA (batas maksimum Pb 2 mg/kg). Oleh karena itu, sampel udang tersebut masih aman untuk dikonsumsi dan dapat menjadi komoditi ekspor.

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm³. Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup jika dikonsumsi terlalu banyak. Hal ini sesuai dengan Widyastuti (2002) yang menyatakan bahwa logam Timbal (Pb) juga merupakan zat yang terbukti mampu menekan sistem imun sehingga terjadi penurunan jumlah sel penghasil antibodi.

Terdapatnya logam berat pada tubuh udang terjadi pada saat proses rantai makanan. Udang memakan bentos-bentos kecil yang merupakan hewan demersal yang mengambil material-material yang berbeda di dasar perairan sebagai sumber makanannya sehingga terjadi akumulasi logam berat pada tubuh udang. Hal

Tabel 1 Hasil uji logam berat Kadmium (Cd) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dari beberapa pasar tradisional di Kota Medan

Lokasi Sampel	Berat Sampel	Konsentrasi	CRM	Sertifikat	BPOM	WHO	UE
Pasar Padang Bulan	5,060	0,007					
Pasar Belawan	5,043	0,009					
Pasar Merah	5,024	0,009	0,411	0,404±0,062	0,1	0,5	2,0
Pasar Pancing	5,011	0,011					
Pasar Petisah	5,044	0,009					
Pasar Sei Kambing	5,039	0,004					

Tabel 2 Hasil uji logam berat Timbal (Pb) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dari beberapa pasar tradisional di Kota Medan

Lokasi Sampel	Berat Sampel	Konsentrasi	CRM	Sertifikat	BPOM	WHO	UE
Pasar Padang Bulan	5,060	0,006					
Pasar Belawan	5,043	0,008					
Pasar Merah	5,024	0,019	0,411	0,404±0,062	0,2	0,5	2,0
Pasar Pancing	5,011	0,013					
Pasar Petisah	5,044	0,003					
Pasar Sei Kambing	5,039	0,009					

ini sesuai dengan Tumisem and Puspawiningtiyas (2011) yang menyatakan bahwa makanan udang adalah 85% krustasea (kepiting kecil dan udang kecil) dan moluska, sedangkan 15% terdiri dari annelida dan lainnya. Krustasea termasuk dalam organisme perairan yang bersifat demersal sehingga sebagian hidupnya berada di dasar perairan.

Sampel yang diteliti didekstruksi dengan pemijaran pada suhu 450 °C. Dekstruksi merupakan suatu cara untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang ada di dalam sampel. Kemudian penambahan asam klorida pada abu yang diperoleh dari hasil pemijaran digunakan sebagai pelarut. Kelebihan asam dihilangkan dengan cara diuapkan melalui pemanasan kembali. Abu yang diperoleh kemudian dilarutkan dengan asam nitrat, dimaksudkan untuk menyempurnakan hilangnya senyawa-senyawa organik yang berada di dalam sampel. Setelah dilarutkan kemudian dipanaskan kembali dan dicukupkan volumenya dengan akuades dalam labu tentukur 50 ml. Logam berat yang masuk ke dalam perairan dapat merubah struktur komu-

nit as perairan, jaringan makanan, genetik, bentuk fisik, dan resistensi biota air. Logam berat dapat merusak stabilitas, keanekaragaman, dan kedewasaan ekosistem perairan. Tingkat kerusakan ekosistem atau kehancuran biota air oleh logam berat tidak sama tergantung jenis logam berat, tetapi kehancuran salah satunya akan memutus mata rantai makanan dan kehidupan yang ada di dalam ekosistem perairan. Diantara logam berat yang masuk ke dalam perairan, Hg, Cd dan Pb sangat berbahaya karena dapat mengganggu fungsi normal enzim dan struktur seluler ikan dan biota air lainnya. Hal ini dikarenakan ketiga jenis logam berat tersebut mempunyai afinitas yang besar terhadap sulfhidril (-SH) yang merupakan gugus fungsi pada asam amino yang dapat mengikat logam berat.

Berdasarkan hasil uji laboratorium pada logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dengan AAS metode graphite furnace diketahui nilai kandungan Cd tertinggi adalah pada sampel 4 yaitu senilai 0,011 mg/kg, dan yang terendah adalah pada sampel 6 yaitu senilai 0,004 mg/kg. Kandungan Pb tertinggi

terdapat pada sampel 3 senilai 0,019 mg/kg dan nilai terendah adalah sampel 5 senilai 0,006 mg/kg. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan logam berat Cd dan Pb pada masing-masing sampel udang vaname tergolong masih rendah menurut (WHO) dan UNI EROPA.

Dalam memfasilitasi pengujian yang akurat dari keseluruhan sistem pengujian selama pengembangan atau penerapan suatu bahan uji menggunakan AAS metode *graphite furnace* pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) digunakanlah *Certified Reference Material* (CRM). Certified reference material adalah bahan atau zat yang memiliki sifat-sifat tertentu yang cukup homogen, stabil, dan telah diberi sertifikat dengan suatu prosedur teknis yang baku ditetapkan untuk dapat digunakan dalam pengukuran atau dalam pengujian dengan peranan yang penting dalam memvalidasi akurasi data.

CRM adalah tepung ikan yang telah diuji dan diakui keakuratannya sehingga dapat dijadikan sebagai standar dalam pengukuran logam berat. Hasil uji logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada sampel yang diamati diketahui masih berada pada kisaran nilai CRM (kisaran nilai CRM Cd dan Pb berturut-turut adalah $0,299 \pm 0,018$ mg/kg dan $0,404 \pm 0,062$ mg/kg) sedangkan kandungan logam berat Cd tertinggi pada udang sampel adalah 0,011 mg/kg udang dan kandungan logam berat Pb tertinggi pada sampel adalah senilai 0,019 mg/kg udang. Maka dapat dikatakan bahwa semua sampel udang tersebut masih aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

SIMPULAN

Hasil uji logam berat cadmium (Cd) dan timbal (Pb) diketahui masih berada pada kisaran nilai CRM. Konsentrasi Pb dan Cd yang ditemukan juga berada di bawah baku mutu BPOM dan World Health Organization (WHO). Oleh sebab itu sampel udang yang dijual masih dapat dikonsumsi dan dapat menjadi komoditi ekspor.

Pustaka

- BSN (2001). *Cara Uji Kimia Bagian 5 tentang Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Darmono (2006). *Lingkungan hidup dan pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*. Universitas Indonesia.
- Octavianus, R., Kartika, R., and Hindriyawati, N. (2017). Analisis kadar logam pb, mn dan kandungan protein pada daging udang windu (*penaeus sp.*) yang diambil di perairan sungai dondang kecamatan muara jawa. In *PROSIDING SEMINAR KIMIA*, pages 85–93.
- Palar, H. (1994). Pencemaran dan toksikologi logam berat. *Jakarta: Rineka Cipta*, 148.
- Pardi, A., Raza'I, T., and Viruly, L. (2014). Kandungan logam berat timbal (pb) pada udang putih (*penaeus merguensis*) berdasarkan tempat penangkapan nelayan di teluk tanjungpinang kepulauan riau. *Jurnal Universitas Maritim Raja Ali Haji*.
- Salbiah, Putra, E. D., and Aman, C. (2009). Analisis logam pb, cd, cu,

- dan zn dalam ketam batu, dan lokan segar yang berasal dari perairan belawan secara spektrofotometri serapan atom. *Majalah Kedokteran Nusantara*, 1(1):20–25.
- Sasongko, A., Yulianto, K., and Sasrastri, D. (2017). Verifikasi metode penentuan logam kadmium (cd) dalam air limbah domestik dengan metode spektrofotometri serapan atom. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 6(2):228–237.
- Supriadi, S. (2016). *Analisi Kadar Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) Pada Wisata Pantai Akkarena dan Tanjung Bata yang Makassar*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Tumisem, T. and Puspawiningtiyas, E. (2011). Analisis kadar logam dan cara mudah mengenali udang yang terakumulasi logam: Studi kasus tentang udang di sungai donan cilacap, jawa tengah (metal content analysis and easily recognize for shrimps that accumulates of metal: Case study about shrimps). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 18(2):114–126.
- Widajanti, L., Girsang, R., and Pradigdo, S. F. (2004). Studi keamanan pangan kimiawi dari logam berat timbal pada euthynnus sp, di perairan semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 3(2):66–68.
- Widyastuti, P. (2002). Bahaya bahan kimia pada kesehatan manusia dan lingkungan. *Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta*.

PERFORMANCE OF PREGNANT MARE SERUM GONADOTROPIN AND VITAMIN MIX IN INDUCING STRIPED CATFISH *Pangasianodon hypophthalmus* REMATURATION

Syifania Hanifah Samara^{1,2} · Citra Fibriana¹ · Uthami Nagin Lestari¹ · Agus Oman Sudrajat¹

Ringkasan *The research aimed to assess the performance of Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) and Human Chorionic Gonadotropin (HCG) hormone injection combined with vitamin mix to induce the rematuration of Striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* broodstock. Three PMSG and HCG treatments of 5 and 2,5 IU; 10 and 5 IU; also 20 and 10 IU/kg of broodstock body weight dosage combined with vitamin mix addition to fish feed and one control were used with four replications. The broodstock was reared for four weeks and weekly sampling for GR and SGR as well as hormone injection were performed. For the following two weeks, the broodstock were observed for maturation. Artificial spawning was conducted for broodstock reaching gonadal maturity. Statistic analysis of observed variables showed insignificant differences among the three treatments in rematuration parameters. The rematuration rate was resulted in a 100%*

pregnancy. Broodstock treated with 10 IU PMSG and 5 IU HCG/kg of spawner body weight was able to reach maturity and spawned with the larval survival rate on the fourth day at 84,81%, thus it can be concluded that 10 IU PMSG and 5 IU HCG/kg of body weight as the best dosage.

Keywords *Striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*, PMSG, HCG, vitamin mix, rematuration*

Received : 02 Februari 2019

Accepted : 23 Maret 2019

PENDAHULUAN

Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) adalah salah satu komoditas budidaya ikan air tawar yang berasal dari Thailand. Ikan patin siam memiliki ciri bentuk tubuh panjang, berwarna putih keperakan pada bagian perut dan biru kehitaman pada bagian punggung. Budidaya ikan patin di Indonesia mulai dirintis oleh Sub Balai Penelitian Perikanan Air Tawar pada tahun 1980. dan menjadi satu-satunya jenis ikan patin yang dibudidayakan di Indonesia (Rummimpunu, 2017; Slembro-

¹)Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Jl. Raya Dramaga, Bogor 16680 Indonesia ²)Departemen Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Airlangga, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115 Indonesia
E-mail: syifania.hani@gmail.com

uck, 2005) Ikan patin adalah komoditas perikanan budidaya dengan volume produksi terbesar keenam di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 319.967,23 ton. Budidaya ikan patin sudah dilakukan terutama di Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Barat, dan Kalimantan.

Peningkatan produksi ikan patin siam menghadapi kendala karena induk patin memijah secara musiman terutama pada musim hujan. Pemijahan induk patin secara alami hanya terjadi 1 kali dalam setahun (Rahadiano, 2012). Hal ini dapat mempengaruhi kontinuitas benih baik dari segi jenis, jumlah, mutu dan harga yang merupakan faktor utama pendukung keberhasilan budidaya ikan.

Salah satu cara untuk meningkatkan produksi benih dapat dilakukan melalui manipulasi hormonal (Lestari 2010). Sejauh ini penelitian tentang manipulasi hormon lebih terfokus banyak pada rekayasa pemijahan dibandingkan dengan rekayasa pematangan gonad. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai rekayasa hormonal pada pematangan gonad terutama pada ikan yang sulit memijah di luar musimnya seperti ikan patin siam.

Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) adalah hormon yang terdapat dalam serum famili Equidae, memiliki cara kerja merangsang pertumbuhan sel-sel interstitial dan pembentukan sel-sel lutea (Basuki, 1990). PMSG telah digunakan pada mamalia (babi dan sapi) untuk mempercepat proses maturasi agar dapat berlangsung di luar musim pemijahannya. Kombinasi PMSG dan *Human Chorionic Gonadotropin* (HCG) 10 IU HCG dapat menginduksi ovulasi dan membantu mempertahankan janin pada awal kehamilan (Matsuura, 2002)). Penggu-

naan PMSG dan HCG pada induk ikan patin siam diharapkan dapat memberi solusi dimana kandungan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) sebagai hormon pengendali vitelogenesis dan *Luteinizing Hormone* (LH) sebagai hormon perangsang ovulasi dapat mempercepat rematurasi induk patin siam. Selain manipulasi hormonal, multivitamin dan antibiotik diberikan dalam bentuk vitamin mix untuk meningkatkan jumlah telur yang dihasilkan (Fibri-
anan, 2010). Vitamin mix adalah bahan campuran yang berisi Bacitracin MD dan berbagai macam vitamin. Vitamin C dan E dalam vitamin mix terutama bermanfaat dalam meningkatkan fekunditas ikan (Emata, 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa PMSG dan vitamin mix dalam menginduksi rematurasi induk ikan patin. Dengan adanya induksi rematurasi ini diharapkan pemijahan ikan patin dapat dilakukan di luar musim pemijahannya.

MATERI DAN METODE

Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan 1 kontrol negatif dan 3 perlakuan dosis penyuntikan hormon dengan 4 ulangan yaitu 5 IU PMSG dan 2,5 IU HCG (perlakuan 1), 10 IU PMSG dan 5 IU HCG (perlakuan 2), dan 20 IU PMSG dan 10 IU HCG (perlakuan 3) per kilogram berat induk. Pakan dengan vitamin mix diberikan pada semua ikan perlakuan dan induk dipelihara selama 4 minggu.

Tabel 1 Kandungan vitamin mix

BAHAN	KANDUNGAN
Bacitracin MD	55000 mg
Vitamin A	6000000 IU
Vitamin D3	1000000 IU
Vitamin E	2000 mg
Vitamin K3	1000 mg
Vitamin B1	2000 mg
Vitamin B2	5000 mg
Vitamin B6	1000 mg
Vitamin B12	2 mg
Vitamin C	20000 mg
Ca-d-pantothenat	48000 mg
Nicotinic acid	15000 mg
Folic acid	250

Persiapan dan pemeliharaan induk

Induk patin yang digunakan berasal dari Bogor sejumlah 16 ekor betina dengan berat awal $0,8 \pm 0,21$ kg. Induk jantan disiapkan terpisah untuk pemijahan buatan setelah perlakuan. Induk yang akan digunakan diperiksa kematangan gonadnya menggunakan kateter lalu dipilih induk yang tidak bunting (tidak berisi telur). Kemudian induk ditimbang beratnya, diukur panjangnya, lalu dipelihara dalam kolam berukuran 20 x 10 x 1,5 m yang disekat dengan jaring menjadi 4 bagian. Induk dipuaskan selama 3 hari lalu diberi pakan yang dicampur dengan vitamin mix (Tabel 1) merek *egg stimulant* dosis 300 mg untuk 1 kg pakan.

Pakan yang digunakan adalah “Merk 781” produksi PT Central Pangan Peritiwi. Di dalam botol sprayer, 1 liter air hangat dan 3 gram vitamin mix dicampurkan lalu disemprotkan pada 10 kg pakan secara merata dan pakan dianginkan. Setelah kering pakan disimpan dan diberikan pada induk ikan patin sebanyak dua kali sehari pada pagi dan sore dengan FR 3%.

Aplikasi hormon

Hormon yang digunakan (Intervet, PG-600) mengandung 400 IU PMSG dan 200 IU HCG per ampul, terdiri dari 1 botol berisi bubuk kristal kering berwarna putih yang dibekukan dan 1 botol berisi 5 ml cairan pelarut (*solvent*). Solvent dimasukkan ke dalam botol berisi bubuk kristal dengan menggunakan syringe. Setelah itu hormon diencerkan dengan perbandingan 1 IU PMSG untuk 0,1 ml akuabides. Penghitungan dosis dan persiapan syringe dilakukan satu hari sebelum penyuntikan agar proses penyuntikan dapat berjalan lebih efektif.

Sampling dilakukan setiap minggu untuk mengukur berat dan panjang induk serta kebuntingan induk. Data berat dan pertumbuhan induk berupa *Growth Rate* (GR) dan *Specific Growth Rate* (SGR) dijadikan acuan untuk menentukan jumlah hormon PMSG dan HCG sehingga jumlah yang disuntikkan berbeda pada tiap penyuntikan. Pada pagi hari air kolam disurutkan dan induk dipindahkan ke dalam hapa untuk mempermudah penanganan. Setelah dilakukan pengukuran berat dan panjang, induk diperiksa dengan kateter untuk menentukan kebuntingan ikan. Setelah itu induk disuntik pada pangkal sirip dorsal lalu dikembalikan ke kolam dan air kolam diisi kembali. Sebelum disuntik induk dipuaskan selama 1 hari.

Pemijahan induk

Setelah penyuntikan keempat induk dipelihara dengan pakan biasa selama dua minggu untuk observasi dan evaluasi tingkat kematangan gonad. Induk yang

sudah matang gonad dipisahkan ke kolam pemijahan, disuntik dengan chorulon. Kemudian induk jantan yang matang gonad dipilih lalu dimasukkan ke dalam kolam pemijahan induk.

Pemeliharaan telur dan larva

Setelah 24 jam induk betina dan jantan disuntik dengan ovaprim dosis 0,5 ml/kg induk. Dua belas jam setelah penyuntikan dilakukan stripping induk. Telur dan sperma dimasukkan dalam mangkuk, diberi larutan fisiologis NaCl 0,9%, dan dicampur dengan bulu ayam agar telur dan sperma merata. Setelah itu telur diambil dengan sendok makan dan ditebar ke dalam akuarium yang diberi *methylene blue* dan elbaju. Fekunditas induk, *Fertilization Rate* (FR) dan *Hatching Rate* (HR) telur dihitung, dan setelah 4 hari pemeliharaan *Survival Rate* (SR) larva diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian (Tabel 2) dapat dilihat bahwa rematurasi lebih cepat terjadi pada induk perlakuan dimana beberapa induk yang disuntik PMSG matang gonad namun tidak pada induk kontrol. Induk yang mencapai matang gonad sebanyak 50% pada perlakuan PMSG 20 IU dan HCG 10 IU/kg berat induk dan 25% pada perlakuan PMSG 10 IU dan HCG 5 IU/kg berat induk.

Induk matang gonad dipijahkan dan pada perlakuan PMSG 10 IU dan HCG 5 IU/kg berat induk diperoleh data fekunditas sebanyak 154.167 butir/kg, FR 64,86%, HR 81%, dan SR 98,63%. Untuk perlakuan penyuntikan PMSG 20

IU dan HCG 10 IU/kg berat induk diperoleh data fekunditas 121.429±40.407 butir/kg, FR 47,43±1,68%, HR 56,55±2,44% serta SR 84,81±3,7%. Induk perlakuan PMSG 5 IU dan HCG 2,5 IU/kg berat induk tidak mencapai matang gonad dan tidak dipijahkan sehingga data parameter pemijahan dan diameter telur tidak tersedia.

Ikan yang telah menjadi induk pertumbuhan somatiknya relatif lambat, sehingga peningkatan berat akan diasumsikan sebagai berat gonad yang ada dalam tubuh induk. Induk ikan betina yang sedang matang telur mengalami peningkatan berat 10-25% dari berat tubuh awal, sedangkan pada induk jantan pertambahan berat hanya 5-10% (Tang, 2001)).

Induk-induk yang disuntik hormon PMSG dan HCG pada penelitian ini tidak mengalami peningkatan berat yang signifikan dibanding kontrol pada parameter berat akhir, GR, dan SGR, namun parameter untuk mengukur keberhasilan induksi rematurasi seperti persentase kematangan gonad memberikan hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol.

Pemijahan dengan teknik kawin suntik hormonal (*induced breeding*) karena patin termasuk salah satu ikan yang sulit memijah secara alami (Putra, 2019). Tingkat keberhasilan teknik ini tergantung kepada tingkat kematangan gonad induk, kualitas air, pakan dan kecermatan dalam penanganan pelaksanaan penyuntikan (Bui, 2010).

Hormon Pregnant Mare Serum Gonadotropin (PMSG) adalah hormon yang berpengaruh terhadap aktivitas gonad. PMSG terdapat dalam konsentrasi tinggi pada serum famili Equidae (kuda, keledai, zebra) yang sedang bunting muda dan dihasilkan oleh mangkok-mangkok

Tabel 2 Hasil pemeliharaan induk ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* dengan penyuntikan PMSG dan pemberian vitamin mix pada pakan

Perlakuan	Ulangan	Bobot akhir (kg)	GR (gr/hari)	SGR (%/hari)	Induk matang gonad (%)	Rentang waktu (Minggu ke-)
Kontrol	4	1.10±0.59 a	12.02±17.23 a	0.94±1.26 a	0	N/A
PMSG 5 IU & HCG 2,5 IU	4	1.54±0.48 a	29.33±13.08 a	2.52±0.66 a	0	N/A
PMSG 10 IU & HCG 5 IU	4	1.60±0.63 a	25.96±17.87a	2.07±1.02 a	25	5
PMSG 20 IU & HCG 10 IU	4	0.88±0.19 a	6.73±5.77a	0.91±0.71 a	50	4 dan 6

**Gambar 1** Induk ikan patin siam yang matang gonad dan tidak

endometrium uterus (Allen, 1973). PMSG sudah lebih dulu digunakan dan berhasil untuk proses rematurasi pada mamalia yang berlangsung diluar musim perkawinannya. Penetapan dosis PMSG sebesar 5, 10, dan 20 IU/kg dihitung berdasarkan kalibrasi dari dosis PMSG yang umum digunakan pada hewan terestrial (Samara, 2010).

PMSG terdiri atas *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH), bekerja merangsang terbentuknya folikel, merangsang pertumbuhan sel-sel interstitial dan merangsang terbentuknya sel-sel lutea. *Human Chorionic Gonadotropin* (HCG) adalah hormon yang terdapat dalam darah maupun urine wanita hamil dan telah diketahui dihasilkan oleh plasenta. HCG memiliki potensi LH yang amat kuat dan telah digunakan untuk induksi ovulasi pada beberapa jenis lele Afrika (Tahapari, 2013)). LH dibutuhkan dalam

jumlah kecil selama masa vitelogenesis dan meningkat pada fase pasca vitelogenesis dan mencapai jumlah maksimum pada saat pematangan akhir.

Sinyal lingkungan diterima oleh sistem syaraf pusat dan diteruskan ke hipotalamus. Hipotalamus akan melepaskan *Gonadotropin Releasing Hormone* (GnRH) yang bekerja di kelenjar hipofisis. Selanjutnya hipofisis melepaskan FSH yang bekerja pada sel teka dan mensintesis testosteron. Di lapisan granulosa, enzim aromatase akan mengubah testosteron menjadi estradiol-17 β yang merangsang hati mensintesis vitelogenin (bakal kuning telur). Vitelogenin dibawa oleh aliran darah dan diserap oleh folikel oosit dan oosit membesar sampai ukuran maksimum yang dikenal dengan proses vitelogenesis. Telur kemudian berada dalam fase dorman menunggu sinyal lingkungan untuk pemijahan (Yaron, 2011).

Bila sinyal lingkungan untuk pemijahan diterima oleh tubuh, hipotalamus melepaskan GnRH ke hipofisis. Sebagai respon, hipofisis akan mensekresikan LH yang juga bekerja pada lapisan teka oosit dan sel teka akan mensintesis hormon 17α -hidroksiprogesteron. Di lapisan granulosa, 17α -hidroksiprogesteron kemudian akan diubah menjadi $17\alpha,20\beta$ -dihidroksiprogesteron (*Maturation Inducing Steroid*). Steroid ini akan merangsang faktor pemicu kematangan yang menyebabkan inti telur bermigrasi ke arah mikrofil kemudian melebur. Proses pelepasan inti atau *Germinal Vesicle Break Down* (GVBD) menyebabkan folikel telur pecah dan telur akan dikeluarkan menuju rongga ovari (ovulasi). Telur yang sudah ovulasi telah matang secara fisiologis dan siap dibuahi (Zairin Jr, 2003).

Vitelogenesis merupakan proses pembentukan atau sintesis kuning telur. Proses ini diawali dengan hipotalamus melepaskan GnRH yang akan merangsang kelenjar hipofisis mensekresi FSH. Selanjutnya FSH berperan dalam proses vitellogenesis. FSH atau GTH-I bekerja pada lapisan teka di oosit, peningkatan konsentrasi FSH menyebabkan lapisan teka mensintesis testosteron yang selanjutnya pada lapisan granulosa testosteron ini akan diubah menjadi estradiol- 17β oleh enzim aromatase. Selanjutnya estradiol- 17β beredar menuju hati, memasuki jaringan dengan cara difusi secara spesifik merangsang sintesis vitellogenin atau bakal kuning telur. Vitellogenin dibawa oleh aliran darah menuju gonad lalu terjadilah penyerapan vitellogenin secara selektif di gonad oleh lapisan folikel oosit yang menyebabkan gonad membesar sampai ukuran maksimal (Herviani, 2007).

Ukuran oosit/gonad yang membesar berpengaruh terhadap bobot induk patin. Oleh karena itu, perkembangan gonad secara tidak langsung dapat diamati dengan melakukan pengukuran laju pertumbuhan harian (GR dan SGR) induk yaitu selisih antara bobot rata-rata akhir pemeliharaan dengan bobot rata-rata awal pemeliharaan dan dibandingkan dengan waktu pemeliharaan. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa SGR tidak berbeda secara statistik sehingga keberhasilan perkembangan gonad dilihat dari tingkat maturasi induk ikan patin.

Jumlah telur dan fekunditas tidak dipengaruhi oleh hormon (PMSG dan HCG), tetapi oleh egg stimulant yang mengandung BMD (*Bacitracin Methyl Disalicylate*), vitamin, serta mineral yang ada pada pakan. Fekunditas dan kualitas oosit sangat ditentukan oleh kualitas pakan yang diberikan (Abidin, 2006).

BMD adalah antibiotik polipeptida yang berasal dari bakteri *Bacillus subtilis* yang berperan mencegah infeksi bakteri *Clostridium* pada ayam serta mampu meningkatkan efisiensi pakan pada unggas. *B. subtilis* mampu hidup di lingkungan ekstrem dengan cara membentuk spora dan menghasilkan antibiotik untuk menghancurkan sesamanya sebagai cara untuk bertahan hidup. BMD menghambat sintesa dinding sel mikroba seperti *Clostridium walchii* dan menyingkirkan racun yang dihasilkan oleh mikroba tersebut. Dengan demikian, dinding usus menjadi lebih tipis dan penyerapan zat makanan lebih tinggi sehingga efisiensi pakan meningkat. Efisiensi pakan yang meningkat berarti penyerapan nutrisi lebih efisien pada proses metabolisme sehingga ketersediaan jumlah energi yang tersisa untuk pe-

manfaat lebih banyak. Sisa energi tersebut dimanfaatkan untuk reproduksi sehingga fekunditas secara tidak langsung meningkat (Koley, 2011).

Disamping BMD, unsur lain yang berpengaruh terhadap perkembangan telur dan larva adalah vitamin C dan vitamin E yang bekerja secara sinergis sebagai antioksidan dan melindungi asam lemak secara *in vivo* dan *in vitro*. Suplemen vitamin C sebanyak 1000 mg/kg pakan dapat memproduksi telur lebih banyak dibandingkan ikan dengan pakan tanpa penambahan vitamin C. Kandungan vitamin C dalam vitamin mix mencapai 20.000 mg/kg sehingga vitamin mix dapat meningkatkan fekunditas ikan patin (Bendich, 1986). Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan untuk melindungi lemak atau asam lemak yang terdapat pada membran sel sehingga proses embriogenesis berjalan dengan normal dan hasil reproduksi dapat ditingkatkan. Hubungan vitamin E dengan vitelogenin dalam perkembangan oosit terkait dengan produksi prostaglandin. Dalam hal ini prostaglandin disintesis secara enzimatis dengan menggunakan asam lemak esensial (Miller, 2012)

Vitamin A pada dosis 1-3 µg karotenoid per gram telur dapat menentukan kualitas telur. Pada dosis tersebut dapat meningkatkan persentase penetasan lebih dari 80% dan karotenoid berfungsi sebagai respirasi dalam telur Gunasekera, 1997; Palace, 2006). *Folic acid* atau asam folat berfungsi dalam sintesis DNA dan RNA, sangat esensial untuk meningkatkan pertumbuhan, siklus reproduksi di setiap sel, dan bekerja sama dengan vitamin B12 dalam pembentukan sel darah merah. Vitamin B12 juga berfungsi untuk meningkat-

an pertumbuhan larva dan kelangsungan hidup larva (Waagbo, 2010).

SIMPULAN

Induksi rematurasi induk ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* dapat dilakukan menggunakan hormon 10 IU PMSG, 5 IU HCG dan campuran vitamin mix 300 mg/kg pakan. Performa PMSG dan HCG serta vitamin mix dapat mempercepat rematurasi induk ikan patin selama 4 minggu dan peminjatan dapat dilakukan meskipun diluar musimnya.

Pustaka

- Abidin, M. Z., Hashim, R., & Chong Shu Chien, A. (2006). Influence of dietary protein levels on growth and egg quality in broodstock female bagrid catfish (*Mystus nemurus* Cuv. & Val.). *Aquaculture Research*, 37(4), 416–418.
- Allen, W. R., Hamilton, D. W., & Moor, R. M. (1973). The origin of equine endometrial cups. II. Invasion of the endometrium by trophoblast. *The Anatomical Record*, 177(4), 485–501.
- Basuki, F. (1990). Pengaruh kombinasi hormon PMSG dan hCG terhadap ovulasi *Clarias gariepinus* (Burrill). Institut Pertanian Bogor.
- Bendich, A., Machlin, L. J., Scandura, O., Burton, G. W., & Wayner, D. D. M. (1986). The antioxidant role of vitamin C. *Advances in Free Radical Biology & Medicine*, 2(2), 419–444.
- Bui, T. M., Phan, L. T., Ingram, B. A., Nguyen, T. T. T., Gooley, G. J., Nguyen, H. V., ... De Silva, S. S. (2010).

- Seed production practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta region, Vietnam. *Aquaculture*, 306(1–4), 92–100.
- Emata, A. C., Borlongan, I. G., & Damaso, J. P. (2000). Dietary vitamin C and E supplementation and reproduction of milkfish *Chanos chanos* Forsskal. *Aquaculture Research*, 31(7), 557–564.
- Fibriana, C. (2010). REKAYASA REMATURASI IKAN PATIN SIAM *Pangasianodon hypophthalmus* DENGAN KOMBINASI PENYUNTIKAN HORMON PMSG DAN HCG SERTA PENAMBAHAN VITAMIN MIX 100 mg/kg PAKAN. Institut Pertanian Bogor.
- Gunasekera, R. M., Shim, K. F., & Lam, T. J. (1997). Influence of dietary protein content on the distribution of amino acids in oocytes, serum and muscle of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 152(1–4), 205–221.
- Herviani, I., Junior, M. Z., & Carman, O. (2003). Effect of Triiodothyronine in Different Dosages on Growth and Survival Rate of Giant Gouramy (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(2), 61–65.
- Kelautan dan Perikanan, K. (2018). Kelautan dan perikanan dalam angka 2017.
- Koley, S., & Samanta, G. (2011). Effect of Dietary Organic Acids on Feed Quality, Performance, Gut Microbiota and Blood Profile of Starter Khaki Campbell Ducks. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 28(3), 325–330.
- Lestari, U. N. (2010). Induksi rematurasi ikan patin siam dengan kombinasi penyuntikan hormon PMSG mix dan penambahan vitamin mix 200 mg/kg pakan. Institut Pertanian Bogor.
- Matsuura, T., Sugimura, M., Iwaki, T., Ohashi, R., Kanayama, N., & Nishihira, J. (2002). Anti-Macrophage Inhibitory Factor Antibody Inhibits PMSG-hCG-Induced Follicular Growth and Ovulation in Mice. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 19(12), 591–595.
- Miller, G. W., Ulatowski, L., Labut, E. M., Lebold, K. M., Manor, D., Atkinson, J., ... Traber, M. G. (2012). The α -Tocopherol Transfer Protein Is Essential for Vertebrate Embryogenesis. *PLoS ONE*, 7(10), e47402.
- Palace, V. P., & Werner, J. (2006). Vitamins A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, 70(S2), 41–57.
- Putra, H. F. E., Rahardjo, S. S. P., & Permana, A. (2017). Pemijahan Ikan Hias Botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) Secara Buatan dengan Injeksi Hormon HCG (Human Chorionic Gonadotropin) dan LHRH-A (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Analog). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(3), 101–106.
- Rahardhianto, A., Abdulgani, N., & Triyani, N. (2012). Pengaruh Konsentrasi Larutan Madu dalam NaCl Fisiologis Terhadap Viabilitas dan Motilitas Spermatozoa Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Selama Masa Penyimpanan. *Jurnal Sains & Seni ITS*, 1(1), 58–63.
- Rumimpunu, A., Andaki, J. A., & Manoppo, V. E. N. (2017). POTENSI PENGEMBANGAN USAHA BUDIDAYA IKAN PATIN (*Pangasius SP*) DI DESA TATELU KABUPATEN MINAHASA UTARA. *Akulturas*, 5(9), 713–716.

- Samara, S. H. (2010). Rekayasa rematurasi ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* dengan penyuntikan hormon PMSG dan HCG serta penambahan Vitamin mix 300 mg/kg pada pakan. Institut Pertanian Bogor.
- Slembrouck, J., Komarudin, O., Mas-
kur, M., & Legendre, M. (2005). Technical Manual For Artificial Propagation Of The Indonesian Catfish, *Pangasius djambal*. (S. Sudarto, R. Gustiano, & J. Subagja, Eds.). Jakarta: IRD, BRPBAT, BRPB, BRKP.
- Tahapari, E., & Dewi, R. R. S. S. P. (2013). PENINGKATAN PERFORMA REPRODUKSI IKAN PATIN SIAM (*Pangasianodon hypophthalmus*) PADA MUSIM KEMARAU MELALUI INDUKSI HORMONAL. *Berita Biologi*, 12(2), 203–209.
- Tang, U. M., & Affandi, R. (2001). Biologi reproduksi ikan. Intimedia.
- Waagbø, R. (2010). Water-soluble vitamins in fish ontogeny. *Aquaculture Research*, 41 (5), 733–744.
- Yaron, Z., & Levavi-Sivan, B. (2011). Endocrine regulation of fish reproduction. In *Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment* (Vol. 2, pp. 1500–1508). Academic Press San Diego, CA.
- Zairin Jr, M. (2003). Endokrinologi dan perannya bagi masa depan perikanan Indonesia. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Fisiologi Reproduksi dan Endokrinologi Hewan Air Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB. Bogor (Vol. 55).

EFFECT OF *Pilsbryoconcha exilis* AS ORGANIC MATTER REMOVAL IN THE AQUAPONIC SYSTEM

Herman Yulianto¹ · Putu Cinthia Delis¹ · Abdullah Aman Damai¹ · Rara Diantari¹ · Suparmono¹ · Defrilasio Eldes Penmau² · Sefia Febriani²

Ringkasan *Aquaponics is a combination of aquaculture and hydroponics system. This system is expected to be able to overcome the problems of waste from aquaculture by utilizing Nitrogen (N) and Phosphorus (P) for vegetables. There are several obstacles found in aquaponics systems such as high suspended organic matter produced from the feed residue and fish metabolism. The addition of natural filters, namely freshwater mussels (*Pilsbryoconcha exilis*) is expected to solve these problems. This research was conducted for 40 days. The design used in this study was Factorial Completely Randomized Design with two main factors namely mussels density as factor-A and time of observation as factor-B. The treatments were P1 (0 mussels density), P2 (15 mussels density), and P3 (30 mussels density) for factor-A while time of observation were factor-B (D-0, D-10, D-20, D-30 and D-40). Each treatment was conducted in three repetition. The results showed that the time observa-*

*tion gave significantly different on water condition changes ($P < 0.05$), which will increase TSS, turbidity and chlorophyll value along with the increasing of time. *P. exilis* in aquaponics was effective in reducing turbidity and chlorophyll concentration ($P < 0.05$). Therefore, aquaponics system with the highest mussels density (P3) has lower turbidity and chlorophyll value than the one with 0 mussels density (P1). Penambahan waktu pengamatan (Factor-B) akan berakibat pada perubahan kondisi perairan.*

Keywords *aquaponic, aquaculture waste, TSS, chlorophyll, natural filter*

Received : 13 Februari 2019

Accepted : 24 Maret 2019

PENDAHULUAN

Akuaponik adalah salah satu bentuk inovasi dalam bidang budidaya perikanan yang banyak diaplikasikan di masyarakat. Akuaponik memadukan sistem akuakultur dan hidroponik pada sistem resirkulasi dengan efisiensi pemanfaatan nutrisi. Keutamaan dari sistem akuaponik ini adalah pemanfaatan limbah

¹)Aquatic Resources Study Program of Fisheries and Marine Science Departmen, FP UNILA ²)Aquaculture Study Program of Fisheries and Marine Science Department, FP UNILA
E-mail: herman.yulianto@fp.unila.ac.id

budidaya yang kemudian digunakan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman/sayuran, dengan demikian sistem ini mampu mengefisienkan penggunaan air dan menjaga lingkungan perairan. Selain itu, sistem akuaponik akan memberikan dua hasil panen sekaligus yaitu ikan dan sayuran yang kemudian akan menguntungkan pembudidaya.

Teknologi akuaponik sudah mulai berkembang di negara-negara maju, terutama di kota-kota dengan lahan terbatas, salah satunya Singapura (Kyaw and Keong, 2017). Indonesia juga merupakan salah satu negara yang mulai mengembangkan teknologi ini. Teknologi ini banyak diminati karena mudah diaplikasikan dan efektif meningkatkan produksi ikan dan sayuran. Beberapa penelitian masih dikembangkan untuk menyempurnakan teknologi ini mulai dari kombinasi jenis ikan dan sayuran/tanaman yang digunakan (Hu et al., 2015; Knaus and Palm, 2017), penambahan bakteri (Effendi et al., 2015; Cerrozi and Fitzsimmons, 2016), rekayasa desain instalasi akuaponik untuk efisiensi biaya (Petrea et al., 2016), hingga kombinasi penggunaan filter/media pada sistem akuaponik (Yen and Chou, 2016; Oladimeji et al., 2018).

Salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan yaitu pada sistem sirkulasi air dan filtrasi. Teknologi akuaponik mengunggulkan efektifitas penggunaan air. Melalui teknologi ini, pemeliharaan ikan tidak memerlukan pergantian air. Tumbuhan/sayuran berperan dalam memanfaatkan nutrisi berupa nitrogen (N) dan fosfor (P) terlarut dalam air, namun seringkali ditemukan masalah seperti tingginya total padatan tersuspensi (TSS) terutama yang berasal dari sisa bahan organik pada sistem aku-

aponik (Lennard, 2012). Hal tersebut nantinya dapat mengganggu proses kegiatan budidaya. Tingginya TSS dapat diakibatkan dari tingginya kelimpahan fitoplankton, lumut, sisa metabolisme ikan, maupun dari sisa-sisa pakan yang lambat terdegradasi. Permasalahan mengenai tingginya bahan organik akibat limbah kegiatan budidaya sudah banyak dipublikasikan diantaranya di Filipina (McGlone et al., 2008), Afrika (Gondwe et al., 2011), Indonesia (Sandy et al., 2016) dan Ethiopia (Degefu et al., 2011). Tingginya bahan organik yang masuk ke dalam perairan mengganggu keseimbangan lingkungan perairan. Masuknya bahan organik yang tinggi secara tiba-tiba mampu memicu perkembangan alga dan tidak menutup kemungkinan terjadinya blooming alga beracun. Selain itu tingginya bahan organik juga merusak estetika dari perairan tersebut.

Kijing air tawar (*Pilsbryoconcha exilis*) merupakan organisme filter feeder yang mengkonsumsi serasah/detritus. Kijing hidup di dasar perairan dan memakan bahan-bahan organik sisa dekomposisi. Kijing diduga dapat berperan dalam mengontrol kandungan TSS pada kegiatan akuaponik serta dapat berperan sebagai bio-medium. Oleh karena itu, penggunaan kijing sebagai biofilter dalam kegiatan budidaya dengan sistem akuaponik diharapkan mampu menanggulangi permasalahan tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan faktor yaitu kepadatan kijing dan waktu pemeliharaan. Pengamatan dilakukan dengan tiga



Gambar 1 Instalasi dalam penelitian. Keterangan: wadah pemeliharaan ikan (a), wadah pemeliharaan kijing (b), talang media pemeliharaan pakcoy (c).

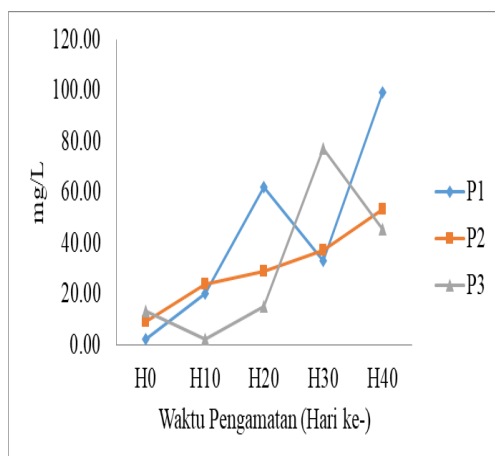
perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu Faktor A berupa kepadatan kijing, (P1 = kepadatan kijing 0 individu, P2 = kepadatan kijing 15 individu, P3 = kepadatan kijing 30 individu) dan Faktor B berupa waktu pengambilan sampel (D-0 = hari ke-0, D-10 = hari ke-10, D-20 = hari ke-20 dan D-30 = hari ke-30) yang ditempatkan dalam media pemeliharaan pada Gambar 1.

Ikan yang digunakan dalam penelitian adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan ukuran 7-8 cm dengan bobot rata-rata $7,7 \pm 0,78$ gram dengan padat tebar pada masing-masing akuarium sebanyak 30 individu. Sebelum percobaan dimulai, terlebih dahulu dilakukan proses aklimatisasi ikan selama satu minggu dengan tujuan agar sudah cukup nutrisi bagi tanaman untuk tumbuh. Setelah satu minggu pemeliharaan ikan, dilakukan pemeliharaan kijing dan pakcoy dalam waktu yang bersamaan. Pakcoy yang ditanam merupakan pakcoy berumur sekitar 2 minggu dengan tinggi 1-2 cm dengan jumlah daun sebanyak 3-4 helai. Kijing dipelihara pada bak Perlakuan 2 (P2)

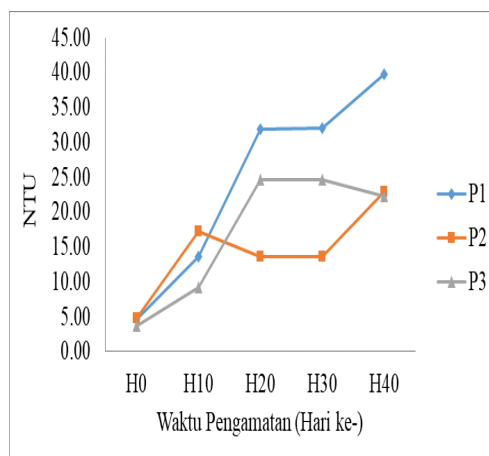
dan bak Perlakuan 3 (P3), kepadatan kijing disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan. Setelah pakcoy dan kijing dimasukkan, pemeliharaan ikan, kijing dan pakcoy dilanjutkan hingga hari ke 40. Ikan diberi makan berupa pelet (pakan komersil) setiap hari sebanyak 5% dari bobot tubuh. Kandungan protein pakan yang diberikan yaitu 39-41%. Pemberian pakan dilakukan dua hari sekali yaitu pada pagi dan siang hari.

Kualitas air diamati setiap 10 hari sekali. Sampel air diambil pada bak pemeliharaan ikan. Parameter utama yang diukur yaitu kekeruhan, TSS, BOD₅, dan klorofil. Parameter kualitas air pendukung, yaitu oksigen terlarut (DO), pH dan suhu perairan. Oksigen terlarut, pH, dan suhu diukur secara insitu. Oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, pH diukur menggunakan pH meter, dan suhu diukur menggunakan pH meter. Analisis kekeruhan diukur menggunakan metode yang mengacu pada SNI 06-6989-25-2005. Analisis TSS diukur menggunakan metode gravimetri yang mengacu pada SNI 06-6989-14-2004. Analisis BOD₅ diukur menggunakan metode yang mengacu pada SNI 06-6989-14-2004. Analisis klorofil diukur menggunakan metode spektrofotometri. Analisis kualitas air (Kekeruhan, zat tersuspensi (TSS), dan BOD) dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung. Analisis Klorofil dilakukan di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung.

Analisis statistka didasarkan pada uji ANOVA pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Jika hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan, selanjutnya akan diuji lanjut dengan Uji Duncan.



Gambar 2 Total padatan tersuspensi (TSS) yang terukur selama penelitian



Gambar 3 Nilai kekeruhan yang terukur selama penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kualitas air, diketahui bahwa nilai zat tersuspensi (TSS) menunjukkan adanya perbedaan dari waktu ke waktu ($P < 0,05$). Nilai TSS yang terukur cenderung mengalami fluktuasi, namun tren menunjukkan adanya peningkatan dari awal pemeliharaan hingga akhir pemeliharaan (Gambar 2). Analisis statistik nilai TSS pada ketiga perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Bila dilihat dari grafik, tren menunjukkan bahwa TSS pada perlakuan P1 dan P3 mengalami fluktuasi terutama pada hari ke 30, pada akhir pengamatan nilai TSS tertinggi terdapat pada perlakuan P1 dan terendah pada perlakuan P3.

Nilai TSS pada awal pemeliharaan untuk P1, P2, dan P3 berturut-turut, yaitu $2,33 \pm 2,08$ mg/L, $9,00 \pm 5,29$ mg/L, dan $13,0 \pm 1,00$ mg/L. Pada akhir pemeliharaan, nilai TSS pada perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut yaitu $99,00 \pm 29,60$ mg/L, $53,33 \pm 3,51$ mg/L dan $45,33 \pm 19,01$ mg/L. Nilai TSS di akhir pemeliharaan menunjukkan bahwa penambahan ki-

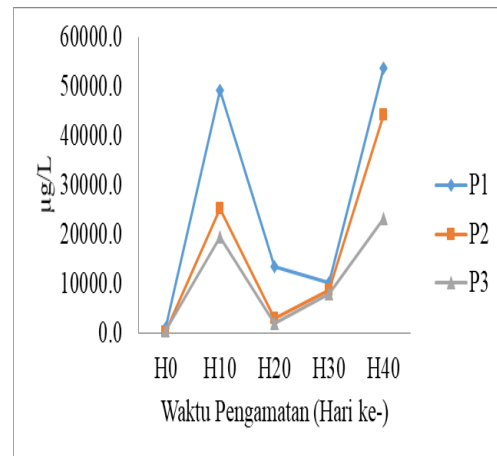
jing berpengaruh dalam mengurangi nilai TSS. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kijing merupakan organisme yang efektif sebagai penyerap limbah organik dan mengurangi TSS pada kegiatan budidaya ikan nila (Pusparningsih and Setiadi, 2017; Sandy et al., 2016; Wedsuwan et al., 2016).

Nilai kekeruhan mengalami peningkatan dari waktu ke waktu baik untuk perlakuan P1, P2, maupun P3 (Gambar 3). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai kekeruhan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap waktu pengamatan ($P < 0,05$). Meningkatnya nilai kekeruhan berkorelasi dengan nilai TSS. Semakin meningkat TSS maka nilai kekeruhan juga akan meningkat. Meningkatnya nilai kekeruhan dari waktu ke waktu dikarenakan sistem terus mendapatkan masukan bahan organik baik dari sisa pakan maupun dari sisa hasil metabolisme ikan. Nilai kekeruhan juga berbeda nyata antar perlakuan ($P < 0,05$). Perlakuan P1 memiliki nilai kekeruhan yang paling tinggi dibandingkan dengan P2 dan P3. Sedangkan berdasarkan uji statistik nilai kekeruhan P2 dan P3 tidak berbeda nyata.

Nilai kekeruhan pada awal pemeliharaan untuk P1, P2, dan P3 berturut-turut, yaitu $4,58 \pm 1,67$ NTU, $4,69 \pm 3,77$ NTU, dan $3,69 \pm 1,63$ NTU. Pada akhir pemeliharaan, nilai kekeruhan pada perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut yaitu $39,83 \pm 5,27$ NTU, $22,83 \pm 2,10$ NTU dan $22,27 \pm 2,44$ NTU. Tingginya nilai kekeruhan pada P1 diduga karena pada sistem tidak ditambahkan filter alami berupa kijing. Kijing merupakan salah satu organisme yang mampu mengurangi tingkat kekeruhan perairan dikarenakan sifatnya yang *filter feeder*, sehingga memungkinkan bahan-bahan tersuspensi tersaring dalam sistem metabolismenya.

Berbeda dengan nilai kekeruhan dan nilai TSS, kandungan klorofil pada tiap perlakuan mengalami trend yang hampir serupa. Konsentrasi klorofil pada ketiga perlakuan mengalami peningkatan yang signifikan pada hari ke-10 dan mengalami penurunan pada hari ke-20 dan kembali mengalami peningkatan di hari ke-30 hingga hari ke-40 (Gambar 4). Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada kelimpahan klorofil terhadap waktu pengamatan ($p < 0,05$). Uji statistik juga menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan yang diberikan ($P < 0,05$). Perlakuan P1 cenderung memiliki konsentrasi klorofil yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan P2 dan P3.

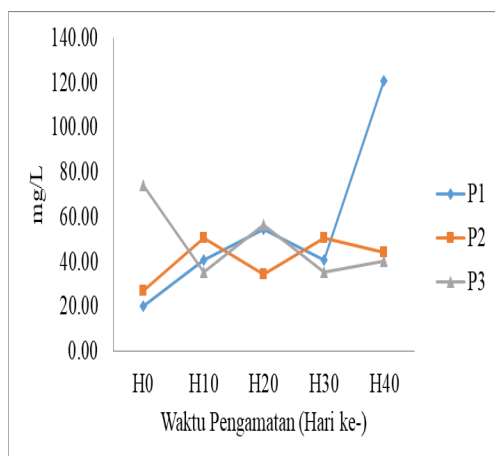
Konsentrasi klorofil pada awal pemeliharaan berturut-turut, yaitu $890,0 \pm 963,45$ $\mu\text{g/L}$ untuk P1, $333,8 \pm 333,75$ $\mu\text{g/L}$ untuk P2, dan $445,0 \pm 509,81$ $\mu\text{g/L}$ untuk P3. Pada akhir pemeliharaan, konsentrasi klorofil berturut-turut yaitu perlakuan P1 adalah $53667,0 \pm 45212,96$ $\mu\text{g/L}$, pada perlakuan P2 konsentrasi sebesar



Gambar 4 Nilai Klorofil yang terukur selama penelitian

$44144,0 \pm 10041$ $\mu\text{g/L}$ dan pada perlakuan P3 sebesar $23229,0 \pm 7268,09$ $\mu\text{g/L}$. Nilai konsentrasi klorofil yang lebih rendah pada perlakuan P2 dan P3 diduga disebabkan karena klorofil yang dalam hal ini mewakili keberadaan fitoplankton merupakan makanan utama dari kijing. Kijing merupakan organisme pemakan fitoplankton. Sehingga semakin tinggi kelimpahan kijing dapat berpengaruh terhadap berkurangnya kelimpahan fitoplankton di perairan. Tingginya tingkat kekeruhan perairan yang diakibatkan oleh fitoplankton dapat mengakibatkan perairan menjadi tidak sehat dikarenakan dapat menyebabkan masalah dengan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut ketika malam hari (Boyd, 1998).

Hasil pengukuran BOD_5 menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kandungan BOD_5 baik terhadap waktu pengamatan maupun terhadap perlakuan ($p > 0,05$) (Gambar 5). Konsentrasi BOD_5 pada awal pemeliharaan untuk P1, P2, dan P3 berturut-turut, yaitu $20,33 \pm 16,26$ mg/L , $27,00 \pm 20,42$ mg/L , dan $74,33 \pm 25,40$ mg/L . Pada akhir pemeliharaan, nilai BOD_5 pada perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut ya-

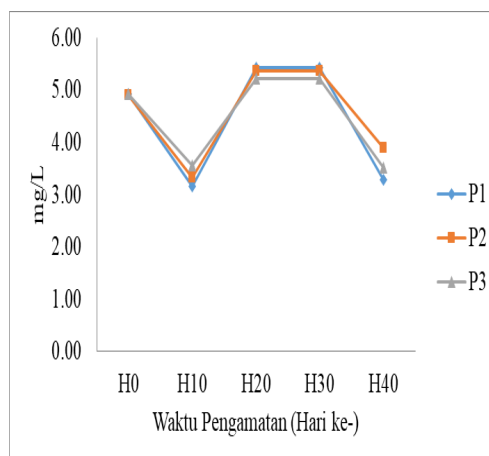


Gambar 5 Nilai BOD5 yang terukur selama penelitian

itu $121,00 \pm 100,16$ mg/L, $44,33 \pm 11,02$ mg/L dan $40,33 \pm 28,99$ mg/L.

Parameter kualitas air pendukung yang dikurur pada penelitian ini adalah oksigen terlarut (DO), pH, dan suhu. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen terlarut berbeda terhadap waktu pengamatan ($p < 0,05$) namun tidak berbeda secara signifikan antar perlakuan ($p > 0,05$) (Gambar 6). Konsentrasi oksigen terlarut pada awal pemeliharaan untuk P1, P2, dan P3 berturut-turut, yaitu $4,92 \pm 0,03$ mg/L, $4,91 \pm 0,38$ mg/L, dan $4,92$ mg/L. Pada akhir pemeliharaan, nilai oksigen terlarut pada perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut yaitu $3,29 \pm 0,22$ mg/L, $3,89 \pm 0,81$ mg/L dan $3,51 \pm 0,66$ mg/L.

Menurut DeLong et al. (2009), konsentrasi oksigen terlarut yang optimum bagi pertumbuhan ikan nila yaitu 5-7,5 mg/L. Menurut SNI 7550:2009, syarat konsentrasi oksigen terlarut yang dianjurkan untuk kegiatan pembesaran ikan nila adalah ≥ 3 mg/L. Berdasarkan hal tersebut, maka konsentrasi oksigen pada media pemeliharaan masih dapat digunakan untuk kegiatan ikan nila meskipun pada akhir pemelihara-

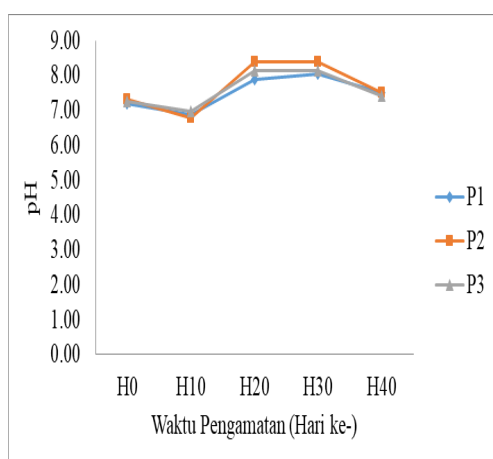


Gambar 6 Nilai oksigen terlarut (DO) yang terukur selama penelitian

an nilainya sudah mendekati batas minimum persyaratan. Kondisi oksigen yang rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, pada kondisi rendah 2-5 mg/L, pertumbuhan ikan menjadi lambat (Boyd, 1998).

Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dapat diakibatkan oleh tingginya konsentrasi bahan organik di perairan sementara itu sumber masukan oksigen terlarut kurang mencukupi (Boyd, 1998). Oksigen terlarut di perairan dimanfaatkan oleh bakteri untuk merombak bahan-bahan organik di perairan sehingga keberadaannya di perairan akan berkurang dengan meningkatnya masukan bahan organik. Jika kondisi tersebut tidak ditanggulangi maka akan mengancam kesehatan ikan. Salah satu cara meningkatkan kandungan oksigen dapat dilakukan dengan menambahkan sistem aerasi.

Hasil pengukuran pH juga menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap waktu pengamatan ($p < 0,05$) namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan yang diberikan ($p > 0,05$). Konsentrasi oksigen terlarut pada awal pemeliharaan untuk P1, P2, dan P3 berturut-turut, ya-



Gambar 7 Nilai pH yang terukur selama penelitian

itu $7,20 \pm 0,00$ mg/L, $7,33 \pm 0,21$ mg/L, dan 7,27 mg/L. Pada akhir pemeliharaan, nilai oksigen terlarut pada perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut yaitu $3,52 \pm 0,18$ mg/L, $7,51 \pm 0,17$ mg/L dan $7,42 \pm 0,10$ mg/L (Gambar 7). Pada umumnya nilai pH pada media pemeliharaan ikan akan mengalami penurunan diakibatkan adanya masukan karbon dioksida dari hasil perombakan bahan organik (Nugroho et al., 2012). Menurut DeLong et al. (2009), pH optimum untuk pertumbuhan ikan nila adalah 6-9. Nilai tersebut serupa dengan yang dipersyaratkan dalam SNI 7550:2009, yaitu 6,5-8,5, sehingga nilai pH pada penelitian ini masih sesuai untuk menunjang pertumbuhan ikan nila. Nilai pH perairan yang kurang atau melebihi kisaran baku mutu dapat mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat dan bila kondisi pH terlalu asam ataupun terlalu basa dapat mengakibatkan kematian pada ikan (Boyd, 1998).

Parameter suhu cenderung stabil dan tidak mengalami perubahan yang signifikan dari waktu ke waktu (Gambar 8). Berdasarkan hasil uji statistik diketahui tidak ada perbedaan yang nyata pada nilai suhu baik terhadap wak-

tu pengamatan maupun perlakuan. Nilai suhu pada awal pemeliharaan untuk perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut adalah $28,30 \pm 0,00$ °C, $28,37 \pm 0,12$ °C, $28,30 \pm 0,00$ °C. Nilai suhu pada akhir pengamatan untuk perlakuan P1, P2, dan P3 berturut-turut adalah $29,33 \pm 0,15$ °C, $29,33 \pm 0,12$ °C, dan $29,30 \pm 0,10$ °C. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan ikan nila yaitu 27-29 °C (DeLong et al., 2009); atau 25-32 °C pada SNI 755:2009. Nilai suhu pada penelitian ini masih berada pada kisaran optimum bagi pertumbuhan ikan nila.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa waktu pengamatan memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan kondisi perairan. Secara umum, semakin lama waktu pemeliharaan akan semakin meningkatkan nilai kekeruhan, TSS, dan konsentrasi Klorofil ($P < 0,05$). Hal ini disebabkan karena masukan bahan organik yang terus-menerus ke dalam sistem melalui sisa pakan dan sisa metabolisme ikan. Penggunaan kijing air tawar cukup efektif dalam menurunkan nilai kekeruhan dan konsentrasi klorofil ($p < 0,05$). Hal ini disebabkan karena kijing merupakan organisme *filter feeder* pemakan fitoplankton. Semakin tinggi kelimpahan kijing maka kelimpahan fitoplankton akan menurun dan nilai kekeruhan perairan juga semakin berkurang.

Acknowledgements Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Unggulan Universitas Lampung

Pustaka

- Boyd, C. E. (1998). Quality for pond aquaculture. Issue 43 of Research and development series. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Cerozi, B. D. S. and Fitzsimmons, K. (2016). Use of bacillus spp. to enhance phosphorus availability and serve as a plant growth promoter in aquaponics systems. *Scientia Horticulturae*, 211:277–282.
- Degefu, F., Mengistu, S., and Schagerl, M. (2011). Influence of fish cage farming on water quality and plankton in fish ponds: A case study in the rift valley and north shoa reservoirs, ethiopia. *Aquaculture*, 316(1-4):129–135.
- DeLong, D. P., Losordo, T., and Rakocy, J. (2009). Tank culture of tilapia. *SRAC Publication*, (282):1–8.
- Effendi, H., Utomo, B. A., Darmawangsa, G. M., and Sulaeman, N. (2015). Combination of water spinach (*ipomea aquatica*) and bacteria for freshwater cryfish red claw (*cherrax quadricarinatus*) culture wastewater treatment in aquaponic system.
- Gondwe, M. J., Guildford, S. J., and Hecky, R. E. (2011). Carbon, nitrogen and phosphorus loadings from tilapia fish cages in lake malawi and factors influencing their magnitude. *Journal of Great Lakes Research*, 37:93–101.
- Hu, Z., Lee, J. W., Chandran, K., Kim, S., Brotto, A. C., and Khanal, S. K. (2015). Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. *Bio-resource technology*, 188:92–98.
- Knaus, U. and Palm, H. (2017). Effects of the fish species choice on vegetables in aquaponics under spring-summer conditions in northern germany (mecklenburg western pomerania). *Aquaculture*, 473:62–73.
- Kyaw, T. Y. and Keong, N. A. (2017). Smart aquaponics system for urban farming. *Energy Procedia*, 143:342–347.
- Lennard, W. (2012). Aquaponic system design parameters: Solids filtration, treatment and re-use. *Aquaponic Fact Sheet Series: Aquaponic Solutions*.
- McGlone, M. L. S. D., Villanoy, A. V. R. C. L., and Jacinto, G. S. (2008). Eutrophic waters, algal bloom and fish kill in fish farming areas in bolinao, pangasinan, philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 57(6-12):295–301.
- Nugroho, R. A., Pambudi, L. T., Chilmawati, D., and Haditomo, A. H. C. (2012). Aplikasi teknologi aquaponic pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 8(1):46–51.
- Oladimeji, A., Olufeagba, S., Ayuba, V., Sololmon, S., and Okomoda, V. (2018). Effects of different growth media on water quality and plant yield in a catfish-pumpkin aquaponics system. *Journal of King Saud University-Science*.
- Petrea, S. M., Coadă, M. T., Cristea, V., Dediu, L., Cristea, D., Răhoveanu, A. T., Zugravu, A. G., Răhoveanu, M. M. T., and Mocuta, D. N. (2016). A comparative cost-effectiveness analysis in different tested aquaponic systems. *Agriculture and Agricultural Science Proce-*

- dia*, 10:555–565.
- Puspaningsih, D. and Setiadi, E. (2017). Potensi kijing lokal (*pilsbryconcha exilis*) sebagai biofilter untuk mengurangi tss pada budidaya ikan nila. In *Prosiding FORUM INOVASI TEKNOLOGI AKUAKULTUR*, volume 1, pages 1193–1197.
- Sandy, P., Arianto, A., Efendi, E., Hasani, Q., and Yulianto, H. (2016). Efektifitas kijing air tawar (*pilsbryconcha exilis*) sebagai biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap laju penyerapan amoniak dan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*clarias gariepinus*). *e Jurnal Rekayasa Teknologi Budidaya Perairan*, 4(2):497–506.
- Wedsuwan, T., Musig, W., Musig, Y., et al. (2016). Water quality control in tilapia closed culture system using filter feeding freshwater clam (*pilsbryconcha exilis compressa*). *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 40(1):52–63.
- Yen, H. Y. and Chou, J. H. (2016). Water purification by oyster shell bio-medium in a recirculating aquaponic system. *Ecological engineering*, 95:229–236.

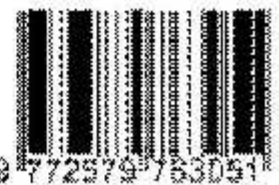
AQUASAINS

pISSN: 2301-816X



9 772301 816130

eISSN: 2579-7638



9 772579 763051

JURNAL ILMU PERIKANAN DAN SUMBERDAYA PERAIRAN