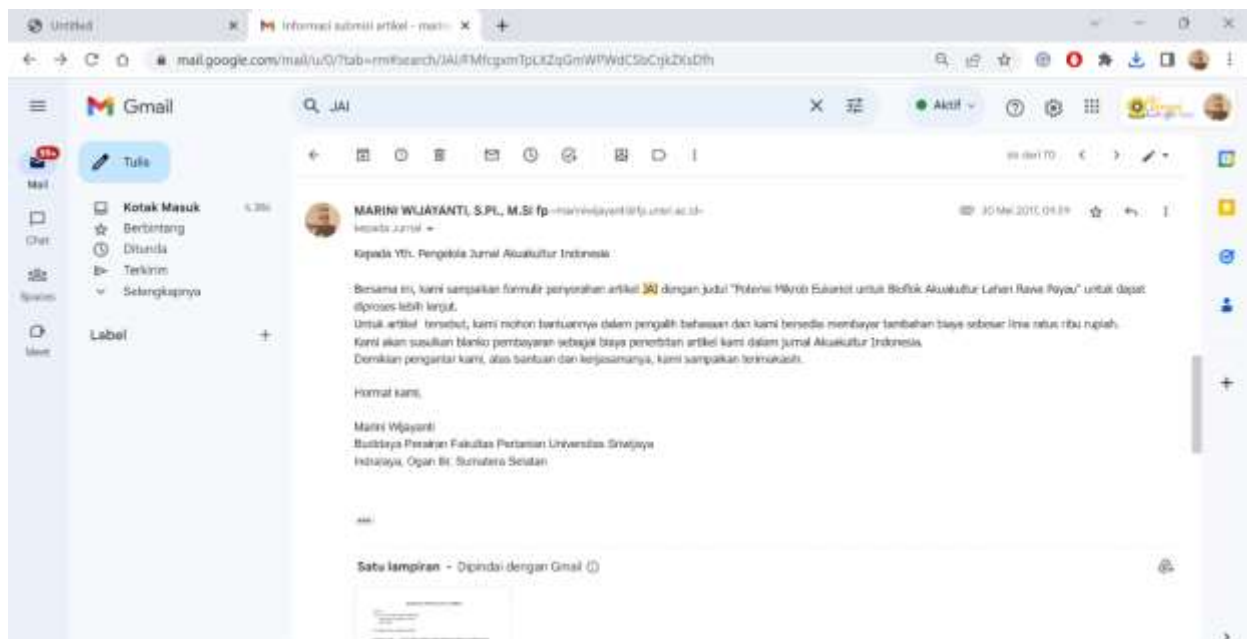
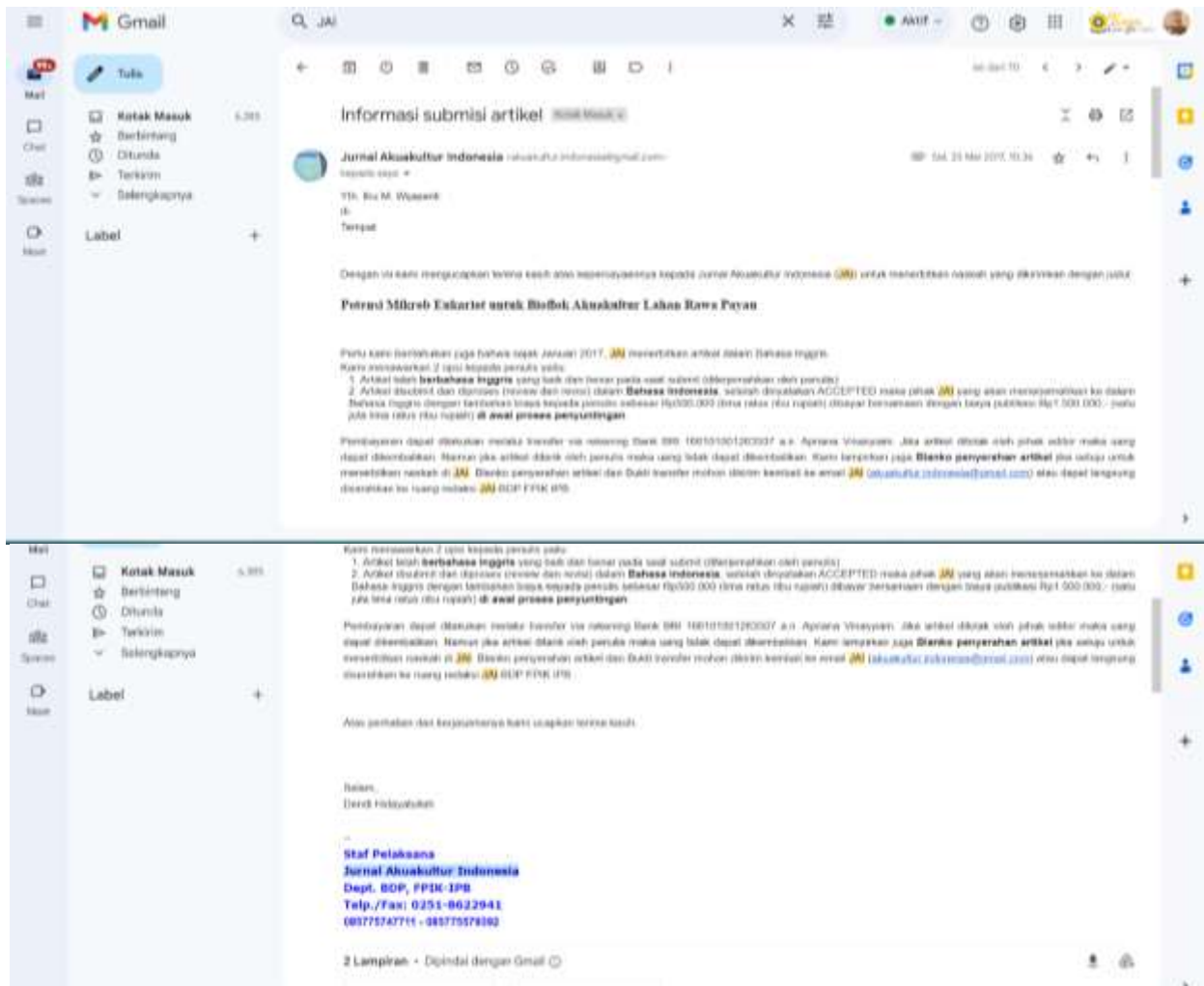


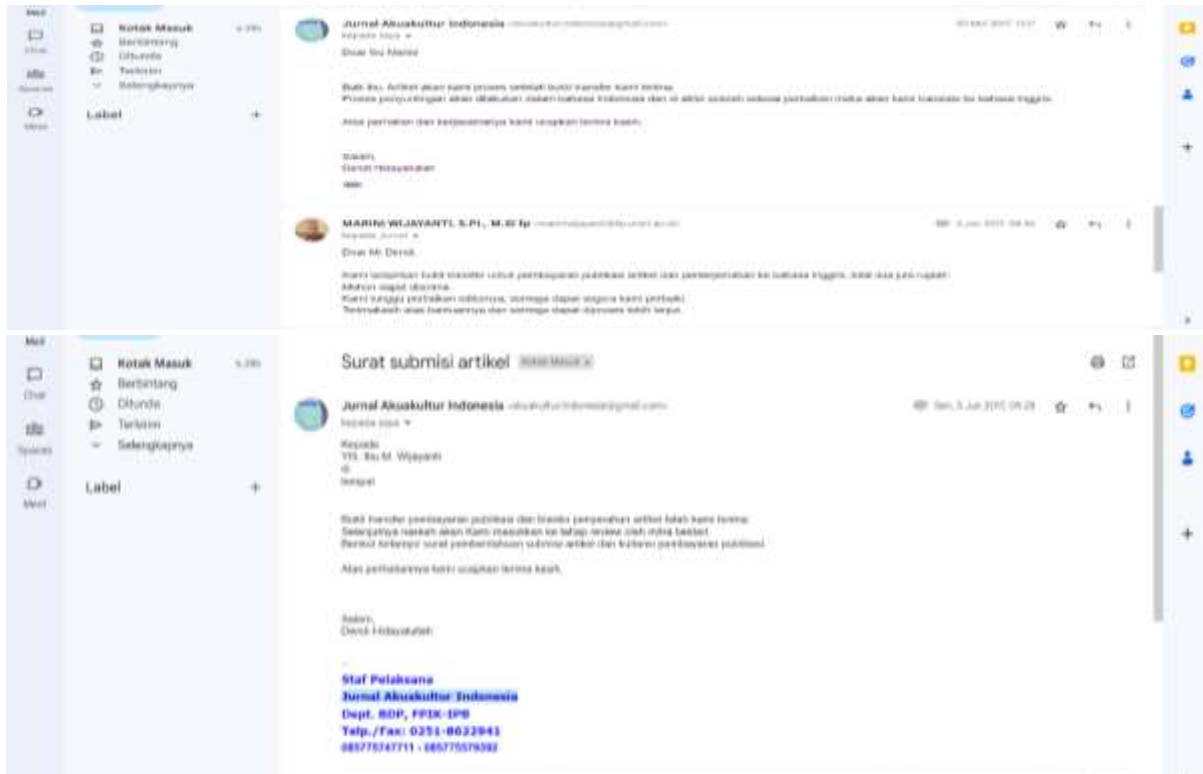
BUKTI KORESPONDENSI
ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERINDEKS SINTA 2

Judul artikel : **Eukaryote microbes potential for bioflocs in the swamp aquaculture**
Jurnal : Jurnal Akuakultur Indonesia
Penulis : Marini Wijayanti, Tanbiyaskur, Dade Jubaedah, Ade Bayu Saputra, Karta Sari Genti, Agustina, Nabila Saraswati, Siti Yuliani, Hary Widjajanti

No.	Perihal	Tanggal
1	Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang disubmit	23 Mei 2017
2	Bukti konfirmasi review dan hasil review pertama	29 September 2017
3	Bukti konfirmasi submit revisi pertama, respon kepada reviewer, dan artikel yang diresubmit	16 Oktober 2017
4	Bukti konfirmasi review dan hasil review kedua	8 Desember 2017
5	Bukti konfirmasi submit revisi kedua, respon kepada reviewer, dan artikel yang di resubmit	22 Desember 2017; 12 Maret 2018, ..., 16 Januari 2019
6	Bukti konfirmasi artikel accepted	7 April 2020
7	Bukti konfirmasi artikel published online	8 April 2020

Bukti konfirmasi submit artikel dan artikel yang disubmit (23, 30 Mei, 5 Juni 2017)





Jurnal Akuakultur Indonesia
Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680
 Telp. (0251) 8628755, Fax. : (0251) 8622941
 Email: akuakultur.indonesia@gmail.com; jai_bdp_fpik@ymail.com



No. : 124/JAI-BDP/2017
 Lamp : -
 Hal : Penerimaan Naskah

Bogor, 5 Juni 2017

Kepada
 Yth. M. Wijayanti
 di
 Tempat

Dengan ini kami mengucapkan terima kasih atas kepercayaan Ibu kepada Jurnal Akuakultur Indonesia untuk menerbitkan naskah yang Ibu kirimkan, yaitu:

Judul naskah : Potensi Mikrob Eukariot untuk Bioflok Akuakultur Lahan Rawa Payau
Penulis naskah : M. Wijayanti, Tanbiyaskur D. Jubaedah, , A.B. Saputra, K.S. Genti, Agustina, N. Saraswati, S. Yuliani, H. Widjajanti
 No. naskah : 469
 Diterima tanggal : 30 Mei 2017

Naskah yang Ibu kirimkan akan kami proses sesuai aturan penerimaan Jurnal Akuakultur Indonesia, diantaranya adalah proses penelaahan oleh mitra bestari dan perbaikan naskah dari penulis. Oleh karena itu, kami memohon kerjasama Ibu agar proses tersebut berjalan dengan baik.

Demikian pemberitahuan ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Editor Jurnal Akuakultur Indonesia,



Dr. Alimuddin

Potensi Mikrob Eukariot untuk Bioflok Akuakultur Lahan Rawa Payau

Eukaryote Microbes Potential for Bio floc in Brackishwater Swamp Aquaculture

M. Wijayanti^a, Tanbiyaskur^a D. Jubaedah^a, , A.B. Saputra^a, K.S. Genti^a, Agustina^a,
N. Saraswati^a, S. Yuliani^a, H. Widjajanti^b

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,

^bProgram Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Kampus Unsri Indralaya, Jl. Palembang Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
Surel: mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

ABSTRACT

Eukaryote microbes play important role for forming biofloc in brackish water aquaculture ponds. Biofloc microbes can be formed from natural habitat which transformed to milkfish or vannamei ponds. This study was done with water quality approach and isolating potential indigenous microbes for biofloc candidates. Water quality of brackishwater pond and swamp showed that it is poor quality of nutrient, so it needed enrichment for increasing indigenous microbes. Eukaryote microbes isolation was collected from aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae from Bacillariophyta, Chlorophyta, and Cyanophyta. Fungi and yeast could arrange flocculation with microalgae. The arrangement will become biofloc candidates for natural feed and water quality control in development of aquaculture in brackishwater swamp area.

Keywords: eukaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikrob eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau. Mikrob bioflok dapat dibentuk dari perairan habitat alaminya yang ditransformasi menjadi tambak bandeng atau udang. Studi ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikrob indigenous tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikrob potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikrob indigenousnya. Isolasi mikrob eukariot yang diperoleh dari fungi meliputi jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok. Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci : mikrob eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

PENDAHULUAN

Lahan pasang surut di Indonesia mencapai 20,11 juta hektar dengan 2,07 juta hektar diantaranya adalah lahan pasang surut potensial, 6,71 juta hektar merupakan lahan sulfat masam, 10,89 juta hektar merupakan

lahan gambut, 0,44 juta hektar sisanya adalah lahan salin, dan masih kurang dari 30% yang dimanfaatkan sebagai lahan budidaya (Alihamsyah, 2002; Suriadikarta dan Sutriadi, 2007). Pengembangan akuakultur pada lahan pasang surut payau terus dilakukan terutama untuk peningkatan produktivitas lahan

marginal dan sekaligus untuk mencapai target produksi ikan budidaya. Akuakultur payau didefinisikan sebagai suatu pemeliharaan organisme air payau (lahan pasang surut) dengan pengontrolan terhadap kondisi pakan dan lingkungan (Perumal *et al.* 2015). Lahan marginal payau biasanya berupa rawa yang mempunyai tingkat kesuburan rendah sehingga kurang sesuai untuk pengembangan lahan pertanian. Pengembangan sektor budidaya perikanan (akuakultur) dapat menjadi harapan untuk peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

Produktivitas alami rawa payau menjadi salah satu modal penting untuk pengembangan akuakultur rawa payau. Penentu tingkat produktivitas alami biasanya tergantung pada produktivitas primer perairan, yaitu fitoplankton. Fitoplankton berasal dari mikroalga *insitu* yang akan bersimbiosis dengan mikroba akuatik lainnya untuk membentuk sebuah dasar rantai makanan di lahan rawa payau tersebut. Oleh karena itu, kelimpahan mikroba dapat digunakan sebagai pendekatan ekologis dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan. Budidaya ikan di lahan rawa sudah banyak dilakukan dengan kolam sistem resapan tanpa pergantian air. Intensifikasi budidaya ikan dan udang pada kolam tanpa ganti air dapat dilakukan dengan pengembangan bioflok (kumpulan mikroba efektif). Hal ini menjadikan akuakultur lebih berkelanjutan produksinya karena lebih terjaga kualitas airnya, lebih efisien untuk pakan dan pemeliharaan kesehatan biota budidayanya (Martinez-Porchas dan Martinez-Cordova, 2012).

Mikrob eukariot yang terdiri dari mikroalga dan fungi menjadi komponen penting untuk produktivitas perairan. Keduanya merupakan gabungan yang dapat menjadi simbiosis mutualisme untuk perairan. Sebagaimana liken akuatik yang telah ditemukan di beberapa perairan tawar, merupakan suatu simbiotik antara fungi dengan alga fotosintetik maupun sianobakteria. Keragaman genetik dan senyawa kimia yang dihasilkan menjadi kunci untuk menentukan fungsinya dalam suatu ekosistem perairan (Kaasalainen *et al.* 2012).

Simbiosis tersebut dapat menjadi awalan bioflok yang telah banyak diterapkan untuk tambak udang, bandeng, dan ikan budidaya. Pembentukan flok dari mikrob akuatik dapat menjadi teknologi sederhana untuk pengontrolan kualitas air, pakan, bahkan pencegahan penyakit biota akuakultur (Crab *et al.* 2012). Keberhasilan penerapan bioflok untuk pengembangan akuakultur berkelanjutan ditentukan oleh ketersediaan/komposisi unsur hara seperti rasio C dan N dalam media budidaya (Perez-Fuentes *et al.* 2016). Unsur hara tersebut akan bermanfaat untuk menumbuhkan inokulan mikrob yang diberikan/tersedia dalam media budidayanya. Mikrob *in situ* yang diberikan unsur hara akan berkembang sesuai yang diperlukan untuk biota akuakultur ataupun tidak, tergantung pada komposisi mikrob di dalamnya. Hal ini menjadikan isolasi kandidat mikrob penyusun bioflok perlu dilakukan sesuai lahan yang akan menjadi target pengembangan akuakulturnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu pengambilan sampel, pengkayaan dan kultivasi, pengamatan dan identifikasi mikroskopik terhadap mikrob eukariot.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan rawa payau Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Sampel air diambil dari empat lokasi (dua lokasi yang mewakili perairan tambak budidaya, dan dua lokasi yang mewakili perairan rawa payau). Dua titik sampling dari setiap lokasi untuk menjadi ulangan. Sampel air digunakan untuk analisa kualitas air dan isolasi mikrob. Sampel air untuk analisa kualitas air *in situ* dilakukan untuk parameter suhu, kedalaman, kecerahan, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO/Dissolved Oxygen), padatan terlarut total (TDS/Total Dissolved Solid), sedangkan sampel air untuk analisa parameter selainnya (BOD, COD, amonia, nitrat, nitrit, fosfat, Pb, Hg, Cd) diambil dengan botol disimpan dalam lemari pendingin untuk analisa di laboratorium. Sampel air yang digunakan untuk isolasi mikroba, diambil dengan menggunakan plankton net dan dimasukkan

ke dalam botol film, kemudian diberi label dan dimasukkan ke dalam *cool box* dan disimpan di dalam lemari pendingin.

Pengkayaan dan Kultivasi

Sampel air dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan diperkaya dengan pupuk teknis (TSP ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), ZA ($\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4$), Gandasil B) untuk menjadi kultur pengkayaan pada pH netral 6 - 7.

Kultur pengkayaan disinari lampu TL dengan Identifikasi mikroalga dilakukan dengan menggunakan mikroskop pembesaran 100 kali (Davis, 1955). Identifikasi fungi hanya sampai pendugaan golongannya dari multiseluler dan uniseluler dari pengamatan menggunakan mikroskop. Semua pengamatan didokumentasikan.

Analisa data

Data pengamatan jenis mikrob eukariot dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

pencahayaannya sekitar 500-1000 lux. Agitasi dilakukan dengan aerasi selama 24 jam dan pengocokan tiga kali sehari setiap jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB sampai sampel siap diidentifikasi dan diisolasi (\pm 7-14 hari). Kultivasi fungi dilakukan dengan media PDA dari isolat yang dikayakan yang diencerkan 10^{-4} dengan NaCl fisiologis, dan ditumbuhkan selama 5 hari.

Pengamatan dan Identifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling air dan sedimen rawa pasang surut yang dilakukan pada saat surut menjelang pasang. Sampling dilakukan di dua area yang mewakili area kolam/tambak budidaya (T.I dan T.II) dan area perairan umum rawa (R.I dan R.II) sebagaimana yang tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Perairan Budidaya Rawa (Tambak Bandeng dan udang)



Gambar 2. Perairan Budidaya dan Perairan Umum Rawa Pasang Surut

Masing-masing area diambil dua lokasi dan masing masing lokasi diambil sample di dua titik arah *inlet* dan *outlet*. Lokasi dan titik inlet berarti lebih dekat air masuk dari parit/sungai, sedangkan outlet sebaliknya, yaitu mendekati arah laut (sesuai aliran air tawar).

Data yang diperoleh pada saat sampling pertama (*in situ*) di perairan rawa pasang surut payau kabupaten Banyuasin sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1.

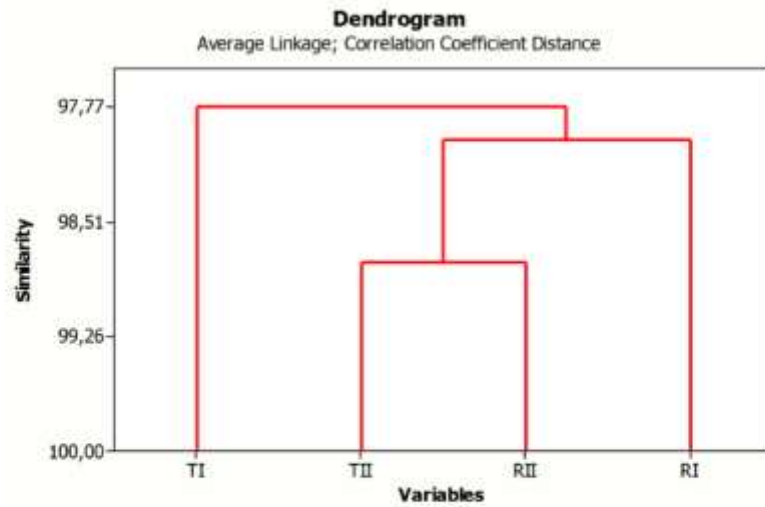
Tabel 1. Kualitas Air di Tambak Budidaya Payau (T) dan Perairan Umum Rawa Payau (R)

No.	Parameter	Satuan	Lokasi							
			T.I.1	T.I.2	T.II.1	T.II.2	R.I.1	R.I.2	R.II.1	R.II.2
1	Kedalaman	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	151.00	72.00	60.00
2	Salinitas	ppt	2	1	12	18	20	9	11	19
3	Temperatur	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	33.5	32.5	30.6	30.6
4	pH		7.33	7.17	7.39	7.56	6.68	7.06	6.82	6.85
5	Kecerahan	cm	46.00	48.75	41.00	36.50	48.00	59.00	61.25	42.00
6	TDS	ppt	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10
7	DHL	ms	5.2	5.6	19.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20
8	DO	mgL ⁻¹	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.8
9	BOD ₅	mgL ⁻¹	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.5
10	COD	mgL ⁻¹	8	9	6	8	9	7	10	7
11	Amonia	mgL ⁻¹	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.19
12	Nitrat	mgL ⁻¹	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.08
13	Nitrit	mgL ⁻¹	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.018
14	Posfat	mgL ⁻¹	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04
15	TOC	mgL ⁻¹	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.3
16	Pb	mgL ⁻¹	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Hg	mgL ⁻¹	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Cd	mgL ⁻¹	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

Hasil kualitas air menunjukkan bahwa pada perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut mempunyai kecenderungan bahwa nilai pH budidaya lebih tinggi dari yang perairan umum. Hal ini dapat dikarenakan adanya perlakuan pengapuran yang dapat menaikkan pH pada proses persiapan budidaya. Tetapi kecenderungan naiknya pH (dari asam menjadi netral) akan diikuti dengan naiknya keragaman mikroba yang hidup di perairan. Hal ini dapat menjadi peluang yang lebih banyak untuk memperoleh isolat mikroba yang prospektif untuk mengendalikan kualitas air terutama saat digunakan sebagai sumber air budidaya ikan rawa. Kualitas air budidaya masih ada dalam kisaran SNI budidaya Bandeng (WWF, 2014), sehingga mikroba yang ada diharapkan dapat

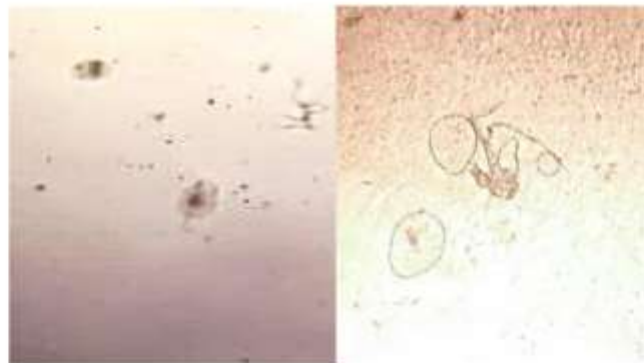
memperoleh kandidat mikrob yang sesuai dengan penumbuhan pakan alami seperti bioflok/ klekap. Selain itu, mikrob rawa seperti bakteri yang dapat bersimbiosis dengan fungi juga dapat membantu menjaga kualitas air dengan menurunkan kadar sulfat (pereduksi sulfat), menurunkan nitrit-ammonium (denitrifier dan annamox), serta menurunkan kadar karbon terlarut di perairan rawa terutama yang termasuk air hitam (Holland *et al*, 2012; Song *et al*, 2014).

Hasil analisa kluster terhadap data kualitas air sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 3, menunjukkan bahwa diantara keempat lokasi tidak berbeda kondisinya. Hal ini ditunjukkan dengan keseragaman diantara keempat lokasi masih diatas 95%.



Gambar 3. Hasil analisis kluster keseragaman kualitas air pada Tambak dan Rawa Payau

Fitoplankton dan zooplankton juga diidentifikasi dengan mikroskop dan pembesaran 40 kali sebagaimana yang tertera. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan plankton dan identifikasi dengan mikroskop pembesaran 40 kali
Hasil identifikasi plankton sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Fitoplankton dan zooplankton yang teridentifikasi melalui mikroskop pembesaran 40x

No	Jenis plankton	Tambak	Rawa
1	<i>Hyalotecha</i>	T I.2	
2	<i>Chlorella variegatus</i>	T I.2	R II.1
3	<i>Pyrocystis noctiluca</i>	T I.2	
4	<i>Volvox</i>	T I.2	
5	<i>Hemiaulus</i>	T I.2	
6	<i>Coscinodiscus</i>	T II.2	
7	<i>Helicostomella</i>	T I.1	
8	<i>Skeletonema costatum</i>		R II.2
9	<i>Onchaea venusta</i>	T I.2	
10	<i>Euchaeta marina</i>	T I.2	
11	<i>Brachionus</i>		R I.2

Sedikitnya plankton yang ditemukan dalam sampel dapat disebabkan oleh kurang suburinya perairan rawa pasang surut tersebut dan terjadinya penurunan oksigen terlarut akibat tingginya dekomposisi bahan organik yang terjadi di perairan tersebut. Kualitas air tambak dan rawa payau menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikroindigenusnya.

Identifikasi mikroalga (fitoplankton) dilakukan setelah dilakukan pengkayaan dengan menambahkan media mikroalga, diaerasi, dan diagitasi selama 7 - 14 hari menunjukkan adanya peningkatan kuantitas mikroalga meskipun terjadi pengurangan jenis yang dapat tumbuh pada media kultur teknis (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dibawah mikroskop 100 kali pembesaran

Mikroalga yang teridentifikasi saat pengamatan hampir sama antara semua lokasi baik rawa maupun tambak, meskipun terlihat bahwa pada Tambak I lebih sedikit jenis mikroalganya dengan dominasi *Chlorella*. Pada analisa klaster juga terlihat Tambak I mempunyai keseragaman terjauh dari lainnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh peran air tawar saat hujan yang lebih dominan daripada intrusi air laut sebagaimana tampak pada nilai salinitasnya paling rendah (1 dan 2 ppt) dibandingkan salinitas air di lokasi lainnya (lebih dari 9 ppt). Daya hantar listrik juga menunjukkan kondisi yang serupa dengan salinitas. *Chlorella* merupakan jenis mikroalga yang paling mudah untuk tumbuh dalam kisaran toleransi salinitas yang luas. *Chlorella autotrophica* atau *Chlorella sp.* merupakan jenis *Chlorella* laut yang dapat beradaptasi di perairan tawar karena sifatnya yang eurihalin. Jenis mikroalga ini dapat digunakan sebagai *green water* pada sistem

akuakultur dan sebagai pakan alami bagi zooplankton maupun udang.

Chlorophyta dan Cyanophyta menjadi golongan yang paling mudah untuk ditumbuhkan dalam media kultur. Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dengan media kultur teknis meningkatkan jumlah dua golongan tersebut. Hal ini diakibatkan oleh adanya unsur pembeda antara dua golongan tersebut dengan golongan Bacillariophyta, yaitu pada unsur silikatnya. Chlorophyta dan Cyanophyta tidak dapat tumbuh baik dalam media yang mengandung silikat, sedangkan Bacillariophyta sebaliknya. Golongan Bacillariophyta atau diatom sangat membutuhkan unsur silikat sebagai bahan penyusun struktur tubuhnya. Hal ini termasuk salah satu faktor penentu pertumbuhan mikroalga golongan tersebut.

Fungi yang tumbuh dalam kultivasi dengan PDA berupa multiseluler maupun uniseluler pada media asal rawa maupun tambak (Gambar 6).



Gambar 6. Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan dibawah mikroskop 100 kali pembesaran

Hasil pengamatan mikroskop terhadap fungi yang tumbuh pada tambak lebih beragam daripada yang asal rawa. Media tambak lebih banyak mengandung bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme biota akuakultur sehingga tumbuh fungi yang lebih banyak jenisnya. Organisme budidaya payau seperti udang dan bandeng menjadi faktor penyebab masuknya fungi endogenous uniseluler pada penelitian ini. Jenis fungi uniseluler dapat menjadi sumber protein sel tunggal pakan alami organisme budidaya. Fungi multiseluler berpotensi untuk menghasilkan eksopolisakarida (EPS) yang dapat menjadi material pengikat mikroba saat pembentukan bioflok.

Keberadaan fungi dan mikroalga dari berbagai jenis dapat digunakan sebagai kandidat bagi penyusun bioflok. Kedua jenis mikroba eukariot ini dan potensi simbiosis diantara keduanya hingga menghasilkan kandidat penyusun bioflok yang menguntungkan organisme budidaya masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat masih sedikitnya informasi terkait konsorsium mikroba eukariot untuk lingkungan, pakan dan pengendali penyakit dalam pengembangan akuakultur yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Mikroalga yang dapat tumbuh dalam media kultur dari golongan Chlorophyta dan

Cyanophyta. Fungi yang tumbuh pada media PDA asal tambak dan rawa payau dari golongan multiseluler dan uniseluler. Kedua mikroba eukariot ini dapat berpotensi menjadi penyusun bioflok dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

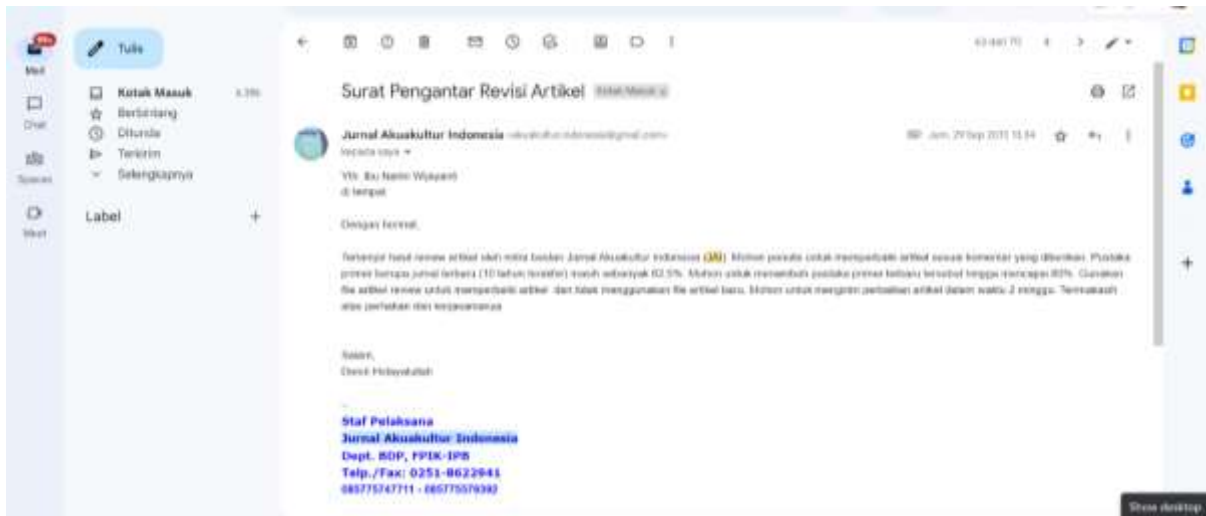
Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian yang merupakan bagian penelitian Unggulan Kompetitif Unsri tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357 : 351–356.
- Davis CC. 1955. *The Marine and Fresh water Plankton*. Michigan State University.
- Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinnear SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. doi: 10.1002/aqc.2267
- Kaasalainen U, Fewerb DP, Jokela J, Wahlsten M, Sivonen K, Rikkinen J.

2012. Cyanobacteria produce a high variety of hepatotoxic peptides in lichen symbiosis. *PNAS* 109(15) : 5886–5891.
- Martinez-Porchas M and Martinez-Cordova LR. 2012. World Aquaculture: Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives. *The ScientificWorld Journal*. Article ID 389623, 1-9
- Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452 : 247–251.
- Song B, Mallin MA, Long A, McIver MR. 2014. *Factors controlling microbial nitrogen removal efficacy in constructed stormwater wetlands*. The Water Resources Research Institute of The University of North Carolina. UNC-WRRI-443.
- Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. *Best Practice Mnagement, Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. WWF Indonesia, Jakarta

Bukti konfirmasi review dan hasil review pertama (29 September 2017))



Jurnal Akuakultur Indonesia

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

Telp. (0251) 8628755, Fax.: (0251) 8622941,

Email: jurnal_akuakultur_indonesia@ipb.ac.id, jai_bdp_fpik@ymail.com

HASIL EVALUASI NASKAH NO 469

- | | |
|--|--|
| 1. Dampak terhadap sains dan teknologi | 2. Prioritas untuk diterbitkan |
| <input type="checkbox"/> Memberi dasar teori baru | <input type="checkbox"/> Tinggi |
| <input checked="" type="checkbox"/> Memberi informasi baru | <input checked="" type="checkbox"/> Sedang |
| <input type="checkbox"/> Merupakan suatu konfirmasi | <input type="checkbox"/> Rendah |
| <input type="checkbox"/> Tidak ada yang baru | |

3. Pertanyaan (mohon naskah diperiksa dengan mengikuti kriteria berikut :

- | | Ya | Tidak | Komentar |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Apakah isi makalah telah diterbitkan sebelumnya? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 2. Apakah judul makalah cukup sesuai, singkat, dan jelas? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3. Apakah abstrak telah mewakili isi makalah? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | .masih ada data yg belum disampaikan |
| 4. Apakah tujuan makalah sudah jelas dikemukakan dalam bab pendahuluan? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | tidak jelas |
| 5. Apakah metodologi dan rancangan percobaan sesuai dengan tujuan penelitian? | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | perlu ada indeks |
| dominansi,keanekaragaman untuk medapatkan data kuantitatif. | | | |
| Apakah prosedur penelitian diuraikan secara lengkap sehingga pembaca dapat mengulangi penelitian tersebut | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 6. Apakah ada kesalahan penafsiran fakta, hasil, dan Kesimpulan ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

7. Apakah keseluruhan pembahasan relevan dengan ruang lingkup penelitian? perlu mempertajam pembahasan dengan data kuantitatif
8. Apakah pengarang telah mengutip semua pustaka yang penting? ada 3 pustaka yg belum masuk
10. adakah pustaka yang perlu ditambahkan?
11. Adakah pustaka yang perlu dihilangkan?
12. Adakah bagian tulisan yang diulang-ulang?
13. Adakah bagian tulisan yang perlu dikembangkan? Metode dan pembahasan
14. Adakah bagian tulisan yang perlu diringkas atau ditiadakan?
15. Adakah pernyataan yang tidak jelas atau bermakna ganda? banyak pada bagian pembahasan

4. Komentar Mitra Bestari (mohon tidak membubuhkan tanda tangan) : Artikel ini perlu diperbaiki secara menyeluruh terutama pada bagian metode penelitian dan analisa data. Pembahasan harus lebih tajam dengan data kuantitatif.



Jurnal Akuakultur Indonesia
 Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680
 Telp. (0251) 8628755; Fax. : (0251) 8622941
 Email: akuakultur.indonesia @gmail.com; jai_bdp_fpik@ymail.com



No. : 204/JAI-BDP/2017
 Lamp : naskah hasil review
 Hal : Permohonan untuk merevisi artikel

Bogor, 29 September 2017

Kepada
 Yth. Ibu M. Wijayanti
 di tempat

Dengan hormat,

Melalui surat ini kami sampaikan bahwa naskah dengan judul: **Potensi Mikrob Eukariot untuk Bioflok Akuakultur Lahan Rawa Payau** (artikel no. 469)

telah diperiksa oleh mitra bebestari. Dimohon kesediaan penulis untuk dapat memperbaiki naskah tersebut sesuai dengan saran dan komentar yang diberikan.

Untuk kelancaran proses penerbitan, kami sangat mengharapkan pengembalian revisi naskah paling lambat **dua minggu** setelah naskah ini diterima.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Editor Jurnal Akuakultur Indonesia,



Dr. Alimuddin

Potensi Mikroba Eukariot untuk Bioflok Akuakultur Lahan Rawa Payau Eukaryote Microbes Potential for Bio-floc in Brackishwater Swamp Aquaculture

M. Wijayanti^a, Tanbiyasar^a, D. Jubaedah^a, A.B. Saputra^a, K.S. Genti^a, Agustina^a,
N. Saraswati^a, S. Yuliani^a, H. Widjajanti^a

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
^bProgram Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Kampus Usri Indralaya, Jl. Palembang Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
Surel: mariniwijayanti@fp.unsi.ac.id

ABSTRACT

Eukaryote microbes play important role for forming biofloc in brackish water aquaculture ponds. Biofloc microbes can be formed from natural habitat which transformed to milkfish or vannamei ponds. This study was done with water quality approach and isolating potential indigenous microbes for biofloc candidates. Water quality of brackishwater pond and swamp showed that it is poor quality of nutrient, so it needed enrichment for increasing indigenous microbes. Eukaryote microbes isolation was collected from aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae from Bacillariophyta, Chlorophyta, and Cyanophyta. Fungi and yeast could arrange flocculation with microalgae. The arrangement will become biofloc candidates for natural feed and water quality control in development of aquaculture in brackishwater swamp area.

Keywords: eukaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikrob eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau. Mikrob bioflok dapat dibentuk dari perairan habitat alaminya yang ditransformasi menjadi tambak bandeng atau udang. Studi ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikrob indigenous tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikrob potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikrob indigenousnya. Isolasi mikrob eukariot yang diperoleh dari fungi meliputi jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok. Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci: mikrob eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

PENDAHULUAN

Lahan pasang surut di Indonesia mencapai 20,11 juta hektar dengan 2,07 juta hektar diantaranya adalah lahan pasang surut potensial, 6,71 juta hektar merupakan lahan sulfat masam, 10,89 juta hektar merupakan lahan gambut, 0,44 juta hektar sisanya adalah lahan salin, dan masih

kurang dari 30% yang dimanfaatkan sebagai lahan budidaya (Alhamiyah, 2002; Suriadikarta & Sutriadi, 2007). Pengembangan akuakultur pada lahan pasang surut payau terus dilakukan terutama untuk peningkatan produktivitas lahan marginal dan sekaligus untuk mencapai target produksi ikan budidaya. Akuakultur payau didefinisikan sebagai suatu pemeliharaan organisme air payau (lahan pasang surut) dengan pengontrolan terhadap kondisi pakan dan lingkungan (Perumal *et al.*, 2015). Lahan marginal payau biasanya berupa rawa yang mempunyai tingkat kesuburan rendah sehingga kurang sesuai untuk pengembangan lahan pertanian. Pengembangan sektor budidaya perikanan (akuakultur) dapat menjadi harapan untuk peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

Produktivitas alami rawa payau menjadi salah satu modal penting untuk pengembangan akuakultur rawa payau. Penentu tingkat produktivitas alami biasanya tergantung pada produktivitas primer perairan, yaitu fitoplankton. Fitoplankton berasal dari mikroalga *in situ* yang akan bersimbiosis dengan mikroba akuatik lainnya untuk membentuk sebuah dasar rantai makanan di lahan rawa payau tersebut. Oleh karena itu, kelimpahan mikroba dapat digunakan sebagai pendekatan ekologis dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan. Budidaya ikan di lahan rawa sudah banyak dilakukan dengan kolam sistem resapan tanpa pergantian air. Intensifikasi budidaya ikan dan udang pada kolam tanpa ganti air dapat dilakukan dengan pengembangan bioflok (kumpulan mikrob efektif). Hal ini menjadikan akuakultur lebih berkelanjutan produksinya karena lebih terjaga kualitas airnya, lebih efisien untuk pakan dan pemeliharaan kesehatan biota budidayanya (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012).

Commented [J61]: Nama penulis yang diringkas dan jangan ditulis

Commented [J62]: Sebutkan departemennya dahulu aja

Commented [J63]: Departemennya ditulis di depan

Commented [J64]: Tujuan penelitian diabstrak belum tertulis

Commented [55]: Data isolasi mikrob dari perairan dengan target pengayaan? Km bacillariophyta tidak tumbuh pd media pengayaan

Commented [J66]: Tidak ada dalam daftar pustaka

Commented [J67]: Tidak ada dalam daftar pustaka

Commented [J68]: Tidak ada dalam daftar pustaka

Mikrob eukariot yang terdiri [dari](#) mikroalga dan fungi menjadi komponen penting untuk produktivitas perairan. Keduanya merupakan gabungan yang dapat menjadi simbiosis mutualisme untuk perairan. Sebagaimana liken akuatik yang telah ditemukan di beberapa perairan tawar, merupakan suatu simbiotik antara fungi dengan alga fotosintetik maupun sianobakteria. Keragaman genetik dan senyawa kimia yang dihasilkan menjadi kunci untuk menentukan fungsinya dalam suatu ekosistem perairan (Kaasalainen *et al.*, 2012). Simbiosis tersebut dapat menjadi awalan bioflok yang telah banyak diterapkan untuk tambak udang, bandeng, dan ikan budidaya. Pembentukan flok dari mikrob akuatik dapat menjadi teknologi sederhana untuk pengontrolan kualitas air, pakan, bahkan pencegahan penyakit biota akuakultur (Crab *et al.*, 2012). Keberhasilan penerapan bioflok untuk pengembangan akuakultur berkelanjutan ditentukan oleh ketersediaan/komposisi unsur hara seperti rasio C dan N dalam media budidaya (Perez-Fuentes *et al.*, 2016). Unsur hara tersebut akan bermanfaat untuk menumbuhkan inokulan mikrob yang diberikan/tersedia dalam media budidayanya. Mikrob *in situ* yang diberikan unsur hara akan berkembang sesuai yang diperlukan untuk biota akuakultur ataupun tidak, tergantung pada komposisi mikrob di dalamnya. Hal ini menjadikan isolasi kandidat mikrob penyusun bioflok perlu dilakukan sesuai lahan yang akan menjadi target pengembangan akuakulturnya.

Commented [Jb9]: Zooplankton nya masuk bagian mana?

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu pengambilan sampel, pengkayaan dan kultivasi, pengamatan dan identifikasi mikroskopik terhadap mikrob eukariot.

Commented [Jb10]: Tujuan penelitian adalah dibuat lebih tel

Commented [Jb11]: Metode masih terlalu ringkas, tidak ada dengan data yang diacu, mohon dilengkapi.

Pengambilan [2](#) Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan rawa payau Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Sampel air diambil dari empat lokasi (dua lokasi yang mewakili perairan tambak budidaya, dan dua lokasi yang mewakili perairan rawa payau). Dua titik sampling dari setiap lokasi untuk menjadi ulangan. Sampel air digunakan untuk analisa kualitas air dan isolasi mikrob. Sampel

Commented [Jb12]: jadikan sebagai ulangan

air untuk analisa kualitas air *in situ* dilakukan untuk parameter suhu, kedalaman, kecerahan, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO/Dissolved Oxygen), padatan terlarut total (TDS/Total Dissolved Solid), sedangkan sampel air untuk analisa parameter selainnya (BOD, COD, amonia, nitrat, nitrit, fosfat, Pb, Hg, Cd) diambil dengan botol, disimpan dalam lemari pendingin untuk analisa di laboratorium. Sampel air yang digunakan untuk isolasi mikrob, diambil dengan menggunakan plankton net dan dimasukkan ke dalam botol film, kemudian diberi label dan dimasukkan ke dalam *cool box* dan disimpan di dalam lemari pendingin.

Commented [Jb13]: miring

Commented [Jb14]: tuliskan kepanjangannya

Commented [Jb15]: acuan pustakanya apa untuk analisa kualitas air?

Pengkayaan dan [2](#) Kultivasi

Sampel air dimasukkan ke dalam [Erlenmeyer](#) dan diperkaya dengan pupuk teknis (TSP ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), ZA ($(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$, Gandasil B) untuk menjadi kultur pengkayaan pada pH netral 6—7. Kultur pengkayaan disinari lampu TL dengan pencahayaan sekitar 500—1000 lux. Agitasi dilakukan dengan aerasi selama 24 jam dan pengocokan tiga kali sehari setiap jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB sampai sampel siap diidentifikasi dan diisolasi (\pm 7—14 hari). Kultivasi fungi dilakukan dengan media PDA dari isolat yang dikayakan yang diencerkan 10^{-4} dengan NaCl fisiologis, dan ditumbuhkan selama [lima](#) hari.

Commented [Jb16]: berapa banyak?

Kultur skala lab harus dilakukan secara steril

Commented [Jb17]: tuliskan kepanjangannya

Commented [Jb18]: tulis kepanjangannya

Pengamatan dan [1](#) Identifikasi

Identifikasi mikroalga dilakukan dengan menggunakan mikroskop pembesaran 100 kali (Davis, 1955). Identifikasi fungi hanya sampai pendugaan golongannya dari multiseluler dan uniseluler dari pengamatan menggunakan mikroskop. Semua pengamatan didokumentasikan.

Commented [Jb19]: metode identifikasi zooplankton masih belum dijelaskan

Commented [Jb20]: dan 40 x?

Analisa data

Data pengamatan jenis mikrob eukariot dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling air dan sedimen rawa pasang surut yang dilakukan pada saat surut menjelang pasang. Sampling dilakukan di dua area yang mewakili area kolam/tambak budidaya (T.I dan T.II) dan area perairan umum rawa (R.I dan R.II) sebagaimana yang tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Perairan budidaya (tambak) Bandeng dan udang



Gambar 2. Perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut

Masing-masing area diambil dua lokasi dan masing-masing lokasi diambil sample di dua titik arah inlet dan outlet. Lokasi dan titik inlet berarti lebih dekat air masuk dari parit/sungai, sedangkan outlet sebaliknya, yaitu mendekati arah laut (sesuai aliran air tawar).

Data yang diperoleh pada saat sampling pertama (*in situ*) di perairan rawa

pasang surut payau kabupaten Banyuwasin sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air di Tambak Budidaya payau (T) dan Perairan umum rawa Payau (R)

No.	Parameter	Satuan	Lokasi									
			T.I.1	T.I.2	T.H.1	T.H.2	R.I.1	R.I.2	R.H.1	R.H.2		
1	Kedalaman	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	51.00	72.00	60.00		
2	Salinitas	ppt	2	1	12	18	20	9	11	19		
3	Temperatur	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	33.5	32.5	30.6	30.6		
4	pH		7.33	7.17	7.39	7.56	6.68	7.06	6.82	6.85		
5	Kecerahan	cm	46.00	48.75	41.00	36.50	48.00	59.00	61.25	42.00		
6	TDS	ppt	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10		
7	DHL	ms	5.2	5.6	10.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20		
8	DO	mgL ⁻¹	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.8		
9	BOO ₅	mgL ⁻¹	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.5		
10	COO	mgL ⁻¹	8	9	6	8	9	7	10	7		
11	Amonia	mgL ⁻¹	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.19		
12	Nitrat	mgL ⁻¹	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.08		
13	Nitrit	mgL ⁻¹	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.018		
14	Posfat	mgL ⁻¹	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04		
15	TOC	mgL ⁻¹	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.3		
16	Pb	mgL ⁻¹	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020		
17	Hg	mgL ⁻¹	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
18	Cd	mgL ⁻¹	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015		

Hasil kualitas air menunjukkan bahwa pada perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut mempunyai kecenderungan bahwa nilai pH budidaya lebih tinggi dari yang perairan umum. Hal ini dapat dikarenakan adanya perlakuan pengapuran yang dapat menaikkan pH pada proses persiapan budidaya. Tetapi kecenderungan naiknya pH (dari asam menjadi netral) akan diikuti dengan naiknya keragaman mikroba yang hidup di perairan. Hal ini dapat menjadi peluang yang lebih banyak untuk memperoleh isolat mikroba yang prospektif untuk mengendalikan kualitas air terutama saat digunakan sebagai sumber air budidaya ikan rawa. Kualitas air budidaya masih ada dalam kisaran SNI budidaya Bandeng (WWF, 2014), sehingga mikroba yang ada diharapkan dapat memperoleh kandidat mikroba yang sesuai dengan penumbuhan pakan alami seperti bioflok/ klekap. Selain itu, mikroba rawa seperti bakteri yang dapat bersimbiosis dengan fungi juga dapat membantu menjaga kualitas air dengan menurunkan kadar sulfat (pereduksi sulfat), menurunkan

Commented [jb21]: Pembahasan masih dibarengkan, masih kurang mendalam dan literatur pendukung nya masih target sepele.

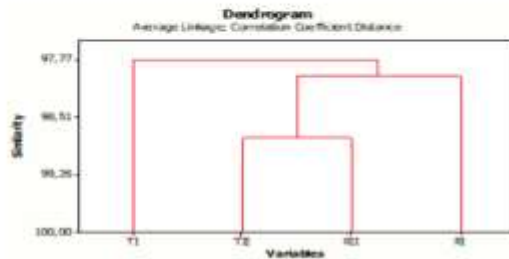
Commented [jb22]: Format tabel jangan dibuat bentuk PDF sesuai per gunanya garis miring (/)

Commented [jb23]: WWF Indonesia?

Commented [jb24]: menjadi

nitrit-ammonium (denitrifier dan annamox), serta menurunkan kadar karbon terlarut di perairan rawa terutama yang termasuk air hitam (Holland *et al.*, 2012; Song *et al.*, 2014).

Hasil analisis kluster terhadap data kualitas air sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 3, menunjukkan bahwa diantara keempat lokasi tidak berbeda kondisinya. Hal ini ditunjukkan dengan keseragaman diantara keempat lokasi masih diatas 95%.



Gambar 3. Hasil analisis kluster keseragaman kualitas air pada Tambak (T) dan Rawa (R).

Fitoplankton dan zooplankton juga diidentifikasi dengan mikroskop dan pembesaran 40 kali sebagaimana yang tertera. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan plankton dan identifikasi dengan mikroskop pembesaran 40 kali. Hasil identifikasi plankton sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Fitoplankton dan zooplankton yang teridentifikasi melalui mikroskop pembesaran 40 kali.

No	Jenis plankton	Tambak	Rawa
1	<i>Hyalotricha</i>	T 1,2	
2	<i>Chlorella variegatus</i>	T 1,2	R 1,1
3	<i>Pyrocyctis noctiluca</i>	T 1,2	
4	<i>Volvox</i>	T 1,2	
5	<i>Hemiatulus</i>	T 1,2	
6	<i>Cocconeidiscus</i>	T 1,2	
7	<i>Helicosatomella</i>	T 1,1	
8	<i>Skeletonema costatum</i>		R 1,2
9	<i>Onchaea venusta</i>	T 1,2	
10	<i>Euchaeta marina</i>	T 1,2	
11	<i>Brachionus</i>		R 1,2

Sedikitnya plankton yang ditemukan dalam sampel dapat disebabkan oleh kurang suburnya perairan rawa pasang surut tersebut dan terjadinya penurunan oksigen terlarut akibat tingginya dekomposisi bahan organik yang terjadi di perairan tersebut. Kualitas air tambak dan rawa payau menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikroba indigenusnya.

Identifikasi mikroalga (fitoplankton) dilakukan setelah dilakukan pengkayaan dengan menambahkan media mikroalga, diinokulasi, dan diagitasi selama 7-14 hari menunjukkan adanya peningkatan kuantitas mikroalga meskipun terjadi pengurangan jenis yang dapat tumbuh pada media kultur teknis (Gambar5).



Gambar 5. Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dibawah mikroskop 100 kali pembesaran.

Commented [525]: Hal ini menunjukkan bahwa keseragaman antar lokasi di atas 95%.

Formatted: English (United States)

Commented [526]: Pengamatan dan identifikasi plankton. Perbesaran 40x. Berikan arah panah.

Commented [527]: hehe

Commented [528]: Hasil analisis 7 untuk memperbanyak untuk atau banyak diinokulasi dengan indeks keseragaman, keseragaman dan dominansi.

Commented [529]: nuring

Commented [530]: hehe

Commented [531]: untuk apa fungsinya? jelaskan dalam n

Commented [532]: lebih dominan dan keseragaman? Untuk memastikan bahwa terjadi pengurangan jenuh pada media kultur.

Commented [533]: gambar terlalu kecil, mohon diupload lagi.

Commented [534]: Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan. Perbesaran 100x

Mikroalga yang teridentifikasi saat pengamatan hampir sama antara semua lokasi baik rawa maupun tambak, meskipun terlihat bahwa pada [Tambak 1] lebih sedikit jenis mikroalganya dengan didominasi *Chlorella*. Pada analisa kluster juga terlihat [Tambak 1] mempunyai keseragaman terjauh dari lainnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh perun air tawar saat hujan yang lebih dominan daripada intrusi air laut sebagaimana tampak pada nilai salinitasnya paling rendah (1 dan 2 $\mu\text{L}^{-1}\text{ppt}$) dibandingkan salinitas air di lokasi lainnya (lebih dari 9 $\mu\text{L}^{-1}\text{ppt}$). Daya hantar listrik juga menunjukkan kondisi yang serupa dengan salinitas. *Chlorella* merupakan jenis mikroalga yang paling mudah untuk tumbuh dalam kisaran toleransi salinitas yang luas. *Chlorella autotrophica* atau *Chlorella* sp. merupakan jenis *Chlorella* laut yang dapat beradaptasi di perairan tawar karena sifatnya yang euryhalin. Jenis mikroalga ini dapat digunakan sebagai *green water* pada sistem akuakultur dan sebagai pakan alami bagi zooplankton maupun udang.

Chlorophyta dan Cyanophyta menjadi golongan yang paling mudah untuk ditumbuhkan dalam media kultur. Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dengan media kultur teknik meningkatkan jumlah dua golongan tersebut. Hal ini diakibatkan oleh adanya unsur pembeda antara dua golongan tersebut dengan golongan Bacillariophyta, yaitu pada unsur silikatnya. Chlorophyta dan Cyanophyta tidak dapat tumbuh baik dalam media yang mengandung silikat, sedangkan Bacillariophyta sebaliknya. Golongan Bacillariophyta atau Diatom sangat membutuhkan unsur silikat sebagai bahan penyusun struktur tubuhnya. Hal ini termasuk salah satu faktor penentu pertumbuhan mikroalga golongan tersebut.

Fungi yang tumbuh dalam kultivasi dengan PDA berupa multiseluler maupun uniseluler pada media asal rawa maupun tambak (Gambar 6).



Gambar 6. Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan dibawah mikroskop 100 kali pembesaran

Hasil pengamatan mikroskop terhadap fungi yang tumbuh pada tambak lebih beragam daripada yang asal rawa. Media tambak lebih banyak mengandung bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme biota akuakultur sehingga tumbuh fungi yang lebih banyak jenisnya. Organisme budidaya payau seperti udang dan bandeng menjadi faktor penyebab masuknya fungi endogenous uniseluler pada penelitian ini. Jenis fungi uniseluler dapat menjadi sumber protein sel tunggal pakan alami organisme budidaya. Fungi multiseluler berpotensi untuk menghasilkan ekso polisakarida (EPS) yang dapat menjadi material pengikat mikroba saat pembentukan bioflok.

Keberadaan fungi dan mikroalga dari berbagai jenis dapat digunakan sebagai kandidat bagi penyusun bioflok. Kedua jenis mikroba eukariot ini dan potensi simbiosis diantara keduanya hingga menghasilkan kandidat penyusun bioflok yang menguntungkan organisme budidaya masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat masih sedikitnya informasi terkait konsorsium mikroba eukariot untuk lingkungan, pakan dan pengendali penyakit dalam pengembangan akuakultur yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Mikroalga yang dapat tumbuh dalam media kultur dari golongan Chlorophyta dan Cyanophyta. Fungi yang tumbuh pada media PDA asal tambak dan rawa payau dari golongan multiseluler dan uniseluler. Kedua mikroba eukariot ini dapat berpotensi menjadi penyusun bioflok dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian yang merupakan bagian penelitian Unggulan Kompetitif Unsri tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

Commented [j35]: terimakasih

Commented [j36]: hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan perbesaran 100x
Gambar kurang jelas, mohon diperbesar dan di rajutasi lagi

Commented [j37]: Berapa banyak fungi unisel dan berapa banyak yg multi sel? Hasil pengkayaan media keseragamannya? Untuk menjelaskan bahwa fungi yang tumbuh lebih beragam (di suarawati)

Commented [j38]: Hasil identifikasinya ada berapa banyak?

Commented [j39]: Hasil identifikasinya ada berapa banyak?

Commented [j40]: Sebutkan syarat mikroalga dan fungi yg dapat dijadikan sebagai kandidat penyusun biofloc. Mohon dibal

Commented [j41]: MOHON PENJAJARAN DAFTAR PUSTAKA DISELUJUKAN DENGAN FORMAT ISI.

Pustaka primer (jurnal) terbaru 10 tahun terakhir (2007-2017) lu minimal 80%.

Pustaka primer TERBARU pada artikel saat ini masih 62,6%. Mohon untuk menambahkan pustaka primer terbaru atau mengganti pustaka lama dan non primer menjadi pustaka primer terbaru.

Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356-357: 351-356.

Davis CC. 1955. *The Marine and Fresh water Plankton*. Michigan State University.

Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinnear SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conserv: Mar, Freshw, Ecosyst*, doi: 10.1002/aqc.2267

Kaasalainen U, Fewerb DP, Jokela J, Wahlsten M, Sivonen K, Rikkinen J. 2012. Cyanobacteria produce a high variety of hepatotoxic peptides in lichen symbiosis. *PNAS*109(15) : 5886-5891.

Martínez-Porchas M, and Martínez-Cordova LR. 2012. World Aquaculture: Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives. *The ScientificWorld Journal*: Article ID 389623, 1-9.

Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452: 247-251.

Song B, Mallin MA, Long A, Melver MR. 2014. Factors controlling microbial nitrogen removal efficacy in constructed stormwater wetlands. *The Water Resources Research Institute of The University of North Carolina*. UNC-WRRI-443.

Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. *Best Practice Mngement*, Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Jakarta: WWF Indonesia, Jakarta.

Perumal 2015
 Alihamsyah 2002
 Suriadikarta & Sutriadi 2007

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jB42]: Kata?

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jB43]: Nama jurnal ditulis lengkap, Volume dan halaman dituliskan

Commented [jB44]: Ditulis lengkap

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: English (United States)

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jB45]: Ini jurnal, buku atau apa?

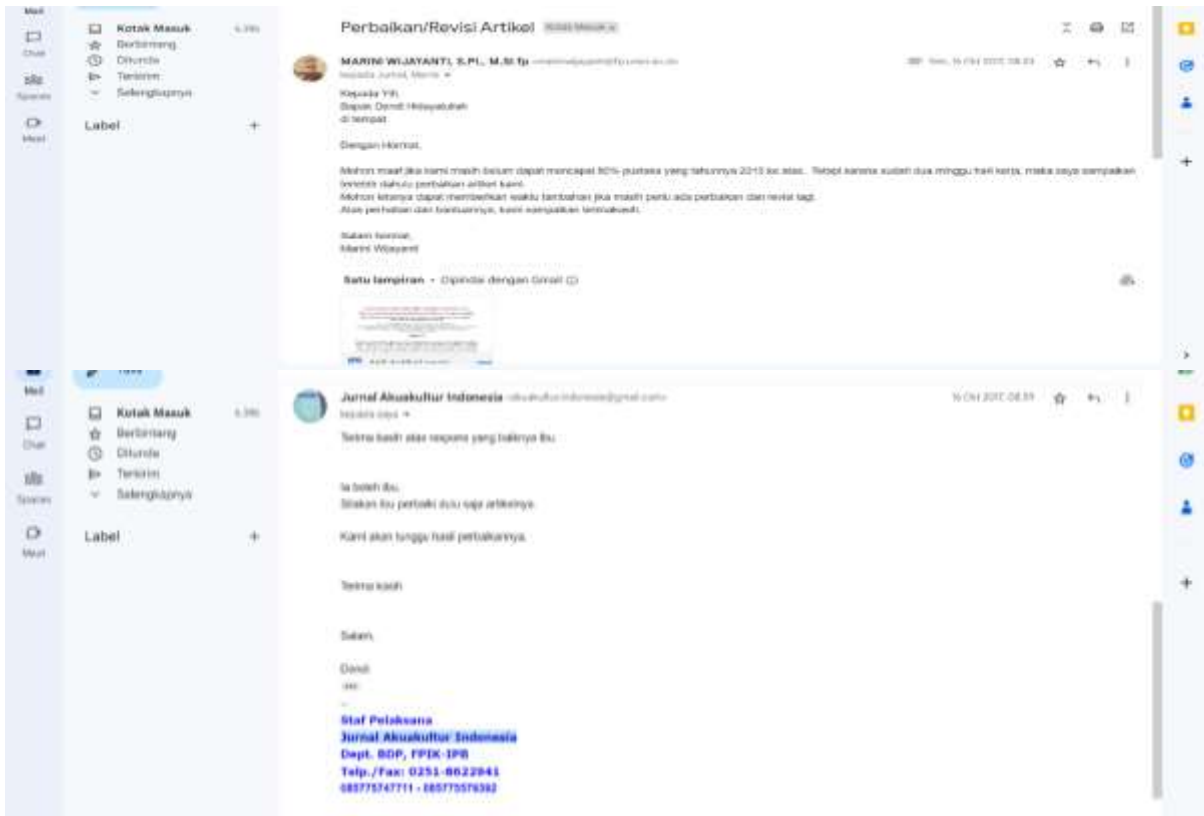
Commented [S46]: WWF Indonesia 2014

Commented [S47]: Management

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Bukti konfirmasi submit revisi pertama, respon kepada reviewer, dan artikel yang diresubmit (16 Oktober 2017)



**Potensi mMikrob eEukariot untuk bBioflok aAkuakultur lLahan rRawa pPayau
Eukaryote mMicrobes pPotential for bBio-floc in bBrackishwater sSwamp aAquaculture**

Marini Wijayanti^a, Tanbyaskur^a, Dede Juhaedah^a, Ade Bayu Saputra^a, Karti Sari, Gent^a, Agustina^a, Nabila Saraswati^a, Siti Yuliani^a, Hary Widjajanti^b

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
^bDepartemen Biologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Kampus Unsi Indralaya, Jl. Palembang Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
*Surel: mariniwijayanti@fp.unsi.ac.id

ABSTRACT

Eukaryote microbes play important role for forming biofloc in brackish water aquaculture ponds. Biofloc microbes can be formed from natural habitat which transformed to milkfish or vannamei ponds. The objective of this study was to identify the potential of brackish water eukaryotic microbials for the development of biofloc candidates in brackishwater aquaculture.- This study was done with water quality approach and isolating potential indigenous microbes for biofloc candidates.- Water quality of brackishwater pond and swamp showed that it is poor quality of nutrient, so it needed enrichment for increasing indigenous microbes.- Eukaryote microbes isolation from enrichment media was collected from aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae from Bacillariophyta, Chlorophyta, and Cyanophyta.- Fungi and yeast could arrange flocculation with microalgae.- The arrangement will become biofloc candidates for natural feed and water quality control in development of aquaculture in brackishwater swamp area.

Keywords: eukaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikrob eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau.- Mikrob bioflok dapat dibentuk dari perairan habitat alaminya yang ditransformasi menjadi tambak bandeng atau udang. Tujuan studi ini adalah mengidentifikasi potensi mikrob eukariot rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau. Studi ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikrob indigenous tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikrob potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikrob indigenousnya. Isolasi mikrob eukariot dari media pengkayaan diperoleh fungi meliputi jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok.- Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci:- mikrob eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

Commented [j1]: Nama penulis yang di singkat dan jangan ditulis

Commented [j2]: Sebutkan departemennya di awal apa laboer maal, prodi kami tanpa departemen langsung di bawah fakultas pertanian

Commented [j3]: Departemennya ditulis di depan

Commented [j4]: Tujuan penelitian diabstrak beken terbu sudah ditambahkan. Terimakasih.

Commented [S5]: Data isolasi mikrob dari perairan dengan fungsi pengayaan? Kim bacillariophyta Adk tumbuh pd media pengayaan

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai luas wilayah dataran rendah rawa pasang surut mencapai 23,24 juta ha terdiri atas rawa pasang surut sekitar 8,35 juta ha dan rawa gambut sekitar 14,89 juta ha (Suwanda dan Noor, 2014). Masalah dan kendala biofisik lahan antara lain: tekstur tanah yang liat pada tanah mineralnya sehingga berat dalam pengolahan tanah, dan struktur atau kematangan pada tanah gambut, kemasaman tanah yang bersumber dari lapisan pirit, asam-asam organik, status hara atau ketersediaan hara rendah. Tingkat kemasaman tanah pasang surut tinggi ($\text{pH} < 4$), kandungan besi (Fe^{2+}) cukup tinggi dan lapisan pirit yang dangkal. Pengembangan akuakultur pada lahan pasang surut payau terus dilakukan terutama untuk peningkatan produktivitas lahan marginal dan sekaligus untuk mencapai target produksi ikan budidaya. Akuakultur payau didefinisikan sebagai suatu pemeliharaan organisme air payau (lahan pasang surut) dengan pengontrolan terhadap kondisi pakan dan lingkungan (Perumal *et al.*, 2015). Lahan marginal payau biasanya berupa rawa yang mempunyai tingkat kesuburan rendah sehingga kurang sesuai untuk pengembangan lahan pertanian. Pengembangan sektor budidaya perikanan (akuakultur) dapat menjadi harapan untuk peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

Produktivitas alami rawa payau menjadi salah satu modal penting untuk pengembangan akuakultur rawa payau. Penentu tingkat produktivitas alami biasanya tergantung pada produktivitas primer perairan, yaitu fitoplankton. Fitoplankton berasal dari mikroalga *in situ* yang akan bersimbiosis dengan mikroba akuatik lainnya untuk membentuk sebuah dasar rantai makanan di lahan rawa payau tersebut. Oleh karena itu, kelimpahan mikroba dapat digunakan sebagai pendekatan ekologis dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan. Budidaya ikan di lahan rawa sudah banyak dilakukan dengan kolam sistem resapan tanpa pergantian air. Intensifikasi budidaya ikan dan udang pada kolam tanpa ganti air dapat dilakukan dengan pengembangan bioflok (kumpulan mikroba efektif). Hal ini menjadikan akuakultur lebih

berkelanjutan produksinya karena lebih terjaga kualitas airnya, lebih efisien untuk pakan dan pemeliharaan kesehatan biota budidayanya (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012).

Mikrob eukariot yang terdiri ~~gugah~~ mikroalga, fungi dan mikrozooplankton menjadi komponen penting untuk produktivitas perairan. Keduanya merupakan gabungan yang dapat menjadi simbiosis mutualisme untuk perairan. Sebagaimana liken akuatik yang telah ditemukan di beberapa perairan tawar, merupakan suatu simbiotik antara fungi dengan alga fotosintetik maupun sianobakteria. Keragaman genetik dan senyawa kimia yang dihasilkan menjadi kunci untuk menentukan fungsinya dalam suatu ekosistem perairan (Kansalainien *et al.*, 2012). Simbiosis tersebut dapat menjadi awalan bioflok yang telah banyak diterapkan untuk tambak udang, bandeng, dan ikan budidaya. Pembentukan flok dari mikroba akuatik dapat menjadi teknologi sederhana untuk pengontrolan kualitas air, pakan, bahkan pencegahan penyakit biota akuakultur (Crab *et al.*, 2012). Keberhasilan penerapan bioflok untuk pengembangan akuakultur berkelanjutan ditentukan oleh ketersediaan/ komposisi unsur hara seperti rasio C dan N dalam media budidaya (Perez-Fuentes *et al.*, 2016). Unsur hara tersebut akan bermanfaat untuk memunculkan (inokulan mikroba yang diberikan/tersedia dalam media budidayanya. Mikroba *in situ* yang diberikan unsur hara akan berkembang sesuai yang diperlukan untuk biota akuakultur ataupun tidak, tergantung pada komposisi mikroba di dalamnya. Hal ini menjadikan isolasi kandidat mikroba penyusun bioflok perlu dilakukan sesuai lahan yang akan menjadi target pengembangannya. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mikroba eukariot khas rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu pengambilan sampel, pengkayaan dan kultivasi, pengamatan dan identifikasi mikroskopik terhadap mikroba eukariot.

Pengambilan Sampel

Commented [j66]: Tidak ada dalam daftar pustaka

Commented [j67]: Zooplankton apa masuk bagian mata?

Commented [j68]: Tujuan penelitian mohon dibuat lebih jelas

Commented [j69]: Metode masih terlalu mendasar, tidak sesuai dengan data yang diujikan, mohon dilengkapi.

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan rawa payau Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Sampel air diambil dari empat lokasi (dua lokasi yang mewakili perairan tambak budidaya, dan dua lokasi yang mewakili perairan rawa payau). Dua titik sampling dari setiap lokasi untuk dijadikan sebagai ulangan. Sampel air digunakan untuk analisa kualitas air dan isolasi mikrob. Sampel air untuk analisa kualitas air *in situ* dilakukan untuk parameter suhu (dengan termometer), kedalaman dan kecerahan (dengan secchi disk), pH (dengan pH meter), salinitas (dengan hand refractometer), oksigen terlarut (DO/Dissolved Oxygen) (dengan DO meter), padatan terlarut total (TDS/Total Dissolved Solid) (dengan TDS meter), sedangkan sampel air untuk analisa parameter selainnya (BOD/Biological Oxygen Demand (dengan DO meter), COD/Chemical Oxygen Demand (dengan metode titrimetri mengacu pada SNI 06-6989 15-2004), amonia, nitrat, nitrit, fosfat (dengan metode spektrofotometri), Pb, Hg, Cd (dengan metode Atomic Absorption Spectrophotometer/AAS) diambil dengan botol, disimpan dalam lemari pendingin untuk analisa di laboratorium. Sampel air yang digunakan untuk isolasi mikrob, diambil dengan menggunakan plankton net dan dimasukkan ke dalam botol film, kemudian diberi label dan dimasukkan ke dalam cool box dan disimpan di dalam lemari pendingin (4-5°C).

Pengkayaan dan *in vitro* kultivasi

Sampel air masing-masing lokasi dan ulangan sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan diperkaya dengan pupuk teknis (TSP ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), ZA ($(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$, Gandasil B) yang telah disterilisasi terlebih dahulu, untuk menjadi kultur pengkayaan pada pH netral 6-7. Kultur pengkayaan disinari lampu TL (Tube Lamp) dengan pencahayaan sekitar 500-1000 lux. Agitasi dilakukan dengan aerasi selama 24 jam dan pengocokan tiga kali sehari selama 1 menit setiap jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB sampai sampel siap diidentifikasi dan diisolasi (\pm 7-14 hari). Kultivasi fungi dilakukan dengan media Potato Dextrose Agar (PDA) dari isolat yang dikayakan yang diencerkan 10^{-4} dengan NaCl fisiologis, dan ditumbuhkan selama *in vitro* hari.

Pengamatan dan identifikasi

Identifikasi fitoplankton dan zooplankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop pembesaran 40 dan 100 kali dan digunakan petunjuk identifikasi Davis (1955). Identifikasi fungi hanya sampai pendugaan golongannya dari multiseluler dan uniseluler dari pengamatan menggunakan mikroskop. Semua pengamatan didokumentasikan.

Analisa data

Data pengamatan jenis mikrob eukariot dianalisa persentase kelimpahan pada tiap jenis plankton, persentase keragaman tiap jenis asal habitat rawa atau tambak. Data hasil pengukuran parameter kualitas air dianalisis secara kualitatif deskriptif dan di-kluster keseragamannya diantara empat asal habitat mikrob eukariot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling air dan sedimen rawa pasang surut yang dilakukan pada saat surut menjelang pasang. Sampling dilakukan di dua area yang mewakili area kolam/tambak budidaya (T.I dan T.II) dan area perairan umum rawa (R.I dan R.II) sebagaimana yang tampak pada Gambar 2.

Commented [j510]: dijadikan sebagai ulangan

Commented [j511]: sering

Commented [j512]: tuliskan kepanjangannya

Commented [j513]: sesuai postakanya apa untuk analisa kualitas air?

Commented [j514]: berapa banyak?

Kultur shala lab harus dilakukan secara steril

Commented [j515]: tuliskan kepanjangannya

Commented [j516]: tulis kepanjangannya

Commented [j517]: metode identifikasi zooplankton masih belum dijelaskan

Commented [j518]: dan 40 x?

Commented [j519]: Pembahasan mohon ditambahkan, me kurang mendalam dan literatur pendukung nya masih sangat sedikit.



Gambar 1. Perairan budidaya rawa (tambak Bandeng dan udang)



Gambar 2. Perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut

Masing-masing area diambil dua lokasi dan masing masing lokasi diambil sample di dua titik arah *inlet* dan *outlet*. Lokasi dan titik *inlet* berarti lebih dekat air masuk dari parit/sungai, sedangkan *outlet* sebaliknya, yaitu mendekati arah laut (sesuai aliran air tawar).

Data yang diperoleh pada saat sampling pertama (*in situ*) di perairan rawa pasang surut payau kabupaten Banyuasin sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1. Hasil kualitas air menunjukkan bahwa pada perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut mempunyai kecenderungan bahwa nilai pH budidaya lebih tinggi dari yang perairan umum. Hal ini dapat dikarenakan adanya perlakuan pengapuran yang dapat menaikkan pH pada proses persiapan budidaya. Tetapi kecenderungan naiknya pH (dari asam menjadi netral) akan diikuti dengan naiknya keragaman mikroba yang hidup di perairan.

Tabel 1. Kualitas Air di Tambak budidaya Payau (T) dan Perairan umum Rawo Payau (R)

No.	Parameter	Satuan	Lokasi							
			T.I.1	T.I.2	T.H.1	T.H.2	R.I.1	R.I.2	R.H.1	R.H.2
1	Kedalaman	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	151.00	72.00	60.00
2	Salinitas	ppt	2	1	12	18	20	9	11	19
3	Temperatur	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	33.5	32.5	30.6	30.6
4	pH		7.33	7.17	7.39	7.56	6.88	7.06	6.82	6.85
5	Kecerahan	cm	46.00	48.75	41.00	36.50	48.00	39.00	61.25	42.00
6	TDS	ppt	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10
7	DHL	ms	5.2	3.6	19.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20
8	DO	mg/L	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.8
9	BOD ₅	mg/L	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.5
10	COD	mg/L	8	9	6	8	9	7	10	7
11	Amonia	mg/L	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.19
12	Nitrat	mg/L	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.08
13	Nitrit	mg/L	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.018
14	Posfat	mg/L	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04
15	TOC	mg/L	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.3
16	Pb	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Hg	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Cd	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

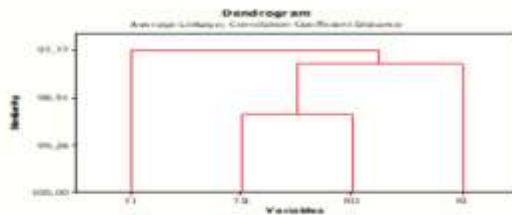
Commented [520]: Format tabel jangan dibuat bentuk PDF. Terimakasih dan sudah kami gabut. Sesuai per gunaka garis miring (/)

Hal ini dapat menjadi peluang yang lebih banyak untuk memperoleh isolat mikroba yang prospektif untuk mengendalikan kualitas air terutama saat digunakan sebagai sumber air budidaya ikan rawa. Kualitas air budidaya masih ada dalam kisaran SNI budidaya Bandeng (Tim Perikanan WWF Indonesia, 2014), sehingga mikroba yang ada diharapkan dapat menjadi kandidat mikroba yang sesuai dengan penumbuhan pakan alami seperti bioflok/ klekap. Selain itu, mikroba rawa seperti bakteri yang dapat bersimbiosis dengan fungi juga dapat membantu menjaga kualitas air dengan menurunkan kadar sulfat (pereduksi sulfat), menurunkan nitrit-ammonium (denitrifier dan annamox), serta menurunkan kadar karbon terlarut di perairan rawa terutama yang termasuk air hitam (Holland *et al.*, 2012; Song *et al.*, 2014).

Hasil analisis kluster terhadap data kualitas air sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 3, menunjukkan bahwa diantara keempat lokasi tidak berbeda kondisinya. Hal ini ditunjukkan dengan keseragaman antar lokasi masih diatas 95%.

Commented [521]: WWF Indonesia? Kami menganti dari sumber yang dibuktikan oleh WWF

Commented [522]: Hal ini menunjukkan bahwa keseragaman antar lokasi di atas 95%.



Gambar 3. Hasil analisis kluster keseragaman kualitas air pada tambak (T) dan rawa payau (R).

Fitoplankton dan zooplankton juga diidentifikasi dengan mikroskop dan pembesaran 40 kali sebagaimana yang tertera. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan mikrozooplankton dan identifikasi dengan mikroskop pembesaran 40 kali



Gambar 5. Keragaman plankton pada lokasi dalam persentase

Sedikitnya jenis plankton yang ditemukan dalam sampel dapat disebabkan oleh kurang suburinya perairan rawa pasang surut tersebut dan terjadinya penurunan oksigen terlarut akibat tingginya

dekomposisi bahan organik yang terjadi di perairan tersebut. Kondisi tambak dan rawa dengan sedikit batkkan tanpa pertukaran air akan mengurangi nutrisi fitoplankton dan menurunkan kadar oksigen terlarut. Pertukaran air akan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk fotosintesis fitoplankton di tambak, selain bertindak sebagai aerator alami yang meningkatkan DO dalam tambak (Cui & Cui, 2017). Kualitas air tambak dan rawa payau menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikroba *indigenus*nya. Kesuburan perairan rawa untuk tambak dapat ditingkatkan dengan pertukaran air temporal dari rawa hutan dan pemupukan.

Identifikasi mikroalga (fitoplankton) setelah dilakukan pengkayaan/enrichment dengan menambahkan media mikroalga, diaerasi, dan diagitasi selama 7—14 hari. Hasil identifikasi menunjukkan adanya peningkatan kuantitas mikroalga meskipun terjadi pengurangan jenis yang dapat tumbuh pada media kultur teknis (Gambar 6).



1.2.Chlorella, 2 Gloeocapsa, Aphanotece, Oscillatoria, 3 Asterionella, 4Thalassiothrix, 5 Golenkinia, 6 Franicia

Gambar 6. Hasil identifikasi mikroalga asal tambak setelah pengkayaan. Perbesaran 100 kali

Mikroalga dalam media enrichment yang teridentifikasi saat pengamatan hampir sama jenis mikroalganya dengan dominasi *Chlorella*. Pada analisa klaster juga terlihat tambak 1 mempunyai keseragaman terjauh dari lainnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh peran air tawar saat hujan yang lebih dominan daripada intrusi air laut sebagaimana tampak pada nilai salinitasnya paling rendah (1 dan 2 g/L) dibandingkan salinitas air di lokasi lainnya (lebih dari 9 g/L). Daya hantar listrik juga menunjukkan kondisi yang serupa dengan salinitas. *Chlorella* merupakan jenis mikroalga yang paling mudah untuk tumbuh dalam kisaran toleransi salinitas yang luas. *Chlorella autotrophica*

Formatted: English (United States)

Commented [523]: Pengamatan dan identifikasi plankton. Perbesaran 40x. Serikan panah petunjuk. Terimakasih, kami hanya berikan panah untuk zoo planktonnya

Commented [524]: Hasil analisis 7 untuk menentukan sedikit atau banyak dianalisa dengan indeks keseragaman, kesuburan dan dominansi. Terimakasih, mohon maaf, jika dalam studi ini, kami tidak mengfiting indeks keseragaman dan hasil identifikasi, karena han bertujuan untuk mengeduk, analisis dan untuk mendapatkan yang akan dijabarkan sebagai landakit pakan alami dan produk dari akulturasi rawa pasang surut.

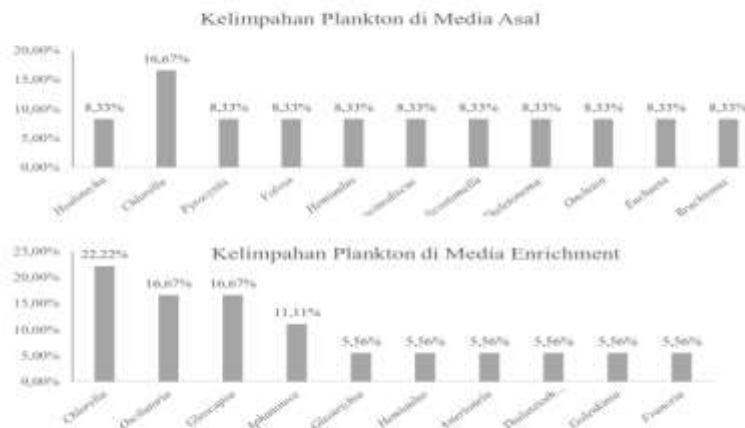
Commented [525]: nring

Commented [526]: indeks dominansi dan keseragaman. Untuk menentukan bahwa terjadi pengayaan jenis pada media kultur.

Commented [527]: Gambar terlalu kecil, mohon diubah agar lebih terlihat jelas, dan rapih lagi!

Commented [528]: Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan. Perbesaran 100x

atau *Chlorella sp.* merupakan jenis *Chlorella* laut yang dapat beradaptasi di perairan tawar karena sifatnya yang eurihalin (Mansfeldt *et al.*, 2016). Jenis mikroalga ini dapat digunakan sebagai *green water* pada sistem akuakultur dan sebagai pakan alami bagi zooplankton maupun udang. *Chlorella* dapat menjadi pakan yang meningkatkan imun bagi post larva udang dengan meningkatnya aktivitas profenol oksidase dan total haematosit sehingga dapat resisten terhadap infeksi *A. hydrophyla* (Maliwat *et al.*, 2016).



Gambar 7. Kelimpahan plankton di media asal habitatnya dan di media enrichment

Chlorophyta dan Cyanophyta menjadi golongan yang paling mudah untuk ditumbuhkan dalam media kultur enrichment (Gambar 7). Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dengan media kultur teknis meningkatkan jumlah dua golongan tersebut. Hal ini diakibatkan oleh adanya unsur pembeda antara dua golongan tersebut dengan golongan Bacillariophyta, yaitu pada unsur silikatnya. Chlorophyta dan Cyanophyta tidak dapat tumbuh baik dalam media yang

mengandung cukup silikat, sedangkan Bacillariophyta sebaliknya. Golongan Bacillariophyta atau *Diatom* sangat membutuhkan unsur silikat sebagai bahan penyusun struktur tubuhnya. Hal ini termasuk salah satu faktor penentu pertumbuhan mikroalga golongan tersebut. Menurut Tilman *et al.* (1982), alga hijau dan hijau biru (sianobakter) akan tumbuh dominan di perairan jika rasio Si:P rendah dan N:P tinggi, sedangkan Diatom akan mendominasi jika rasio Si:P tinggi dan N:P rendah.

Fungi yang tumbuh dalam kultivasi dengan PDA berupa multiseluler maupun uniseluler pada media asal rawa maupun tambak (Gambar 8).



Gambar 8. Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan. Pembesaran 100 kali (atas : koloni, bawah: sel)



Gambar 9. Kelimpahan fungi pada masing-masing media habitat asal rawa dan tambak

Hasil pengamatan mikroskop terhadap fungi yang tumbuh pada tambak lebih beragam daripada yang asal rawa (Gambar 9). Pada media rawa hanya ditemukan satu jenis fungi yang mendominasi yaitu jenis multiseluler dengan warna koloni krem, sedangkan pada tambak

Commented [529]: Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan. Pembesaran 100x. Gambar kuning jelas, mohon diperbesar dan di-replich lagi.

Commented [530]: Berapa banyak fungi unisel dan berapa banyak yg multi sel? Hasil perhitungan indeks keanekaragaman? Untuk mengulangi bahwa fungi yang tumbuh lebih beragam (di tambak).
Terimakasih, kami sudah mengkonfirmasi data fungi, hanya tidak mendata berapa banyak koloni yang muncul.

ditemukan dua jenis fungi multiseluler dengan koloni putih dan hitam, dan dua jenis fungi uniseluler dengan warna koloni kuning dan putih. Media tambak lebih banyak mengandung bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme biota akuakultur sehingga tumbuh fungi yang lebih banyak jenisnya. Organisme budidaya payau seperti udang dan bandeng menjadi faktor penyebab masuknya fungi endogenous uniseluler pada penelitian ini. Jenis fungi uniseluler dapat menjadi sumber protein sel tunggal pakan alami organisme budidaya. Fungi multiseluler berpotensi untuk menghasilkan *extracellular polymeric substances* (EPS) yang dapat menjadi material pengikat mikroba saat pembentukan bioflok. EPS dapat merusak kinerja dan produktivitas fasilitas akuakultur dan dapat berkontribusi terhadap serangan fitoplankton berbahaya terhadap spesies budidaya. Tetapi, EPS juga dapat memberikan pengaruh positif pada aktivitas akuakultur dengan meningkatkan ketahanan larva untuk dibudidayakan dan meremediasi limbah dalam proses bioflokulasi, bahkan memiliki aplikasi bioteknologi dalam industri akuakultur sebagai agen antivirus dan immunostimulants juga sebagai sumber baru agen *antibiofouling* (Camacho-chab *et al.*, 2016). Fungi yang tumbuh pada cawan kultur belum diketahui karakternya. Karakter negatif fungi menjadi penyebab kematian massal pada budidaya ikan nila di tambak berasal dari *Branchiomyces* dalam kualitas air tambak yang kadar oksigen terlarutnya masih diatas 4 mg/L (Abu-Elala *et al.*, 2016). Hal ini menjadi penting untuk memastikan karakter fungi yang diisolasi tidak bersifat patogen, toksik, maupun mengandung zat anti nutrisi.

Keberadaan fungi dan mikroalga dari berbagai jenis dapat digunakan sebagai kandidat bagi penyusun bioflok. Mikroalga dapat membentuk flok dengan mikroba lain seperti bakteri, fungi ataupun mikroalga lainnya selama ada yang menghasilkan perekatnya seperti polisakarida (Ummalyma *et al.*, 2017). Penggunaan mikroba bioflokulan dapat diterapkan sebagai pakan alami dalam akuakultur selama syarat pakan terpenuhi, yaitu bukan patogen, tidak beracun, tidak menghasilkan zat anti nutrisi dan dapat dikonsumsi biota target. Kedua jenis mikroba eukariot dan potensi simbiosis diantara keduanya hingga menghasilkan kandidat penyusun bioflok yang menguntungkan organisme budidaya masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat masih sedikitnya

informasi terkait konsorsium mikroba eukariot untuk lingkungan, pakan dan pengendali penyakit dalam pengembangan akuakultur yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Perkembangan akuakultur dunia yang terus berlanjut menuntut strategi baru dan alternatif yang bertujuan untuk mencapai keberlanjutan. Sistem berbasis mikroba merupakan salah satu strategi yang paling tepat untuk mencapai akuakultur yang berkelanjutan. Sistem ini didasarkan pada promosi proliferasi mikroba, mikroorganisme autotrofik atau heterotrofik. Penggunaan mikroba tersebut dapat mendaur ulang dan mengubah kelebihan nutrisi dari kotoran, organisme mati, pakan yang tidak dikonsumsi dan beragam metabolit, menjadi biomassa mikroba, yang selanjutnya akan dikonsumsi oleh organisme budidaya (Martinez-cordova *et al.*, 2014).

Commented [531]: Hasil identifikasi ada berapa banyak

Commented [532]: Hasil identifikasi ada berapa banyak

Commented [533]: Sebutkan syarat mikroalga dan fungi yg dapat dijadikan sebagai kandidat penyusun biofloc. Mohon dibol

KESIMPULAN

Mikroalga yang dapat tumbuh dalam media kultur dari golongan Chlorophyta dan Cyanophyta. Fungi yang tumbuh pada media PDA asal tambak dan rawa payau dari golongan multiseluler dan uniseluler. Kedua mikroba eukariot ini dapat berpotensi menjadi penyusun bioflok dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian yang merupakan bagian penelitian Unggulan Kompetitif Unsrri tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Elata NM, Abd-El salam RM, Marouf S, Abdelaziz M, Moustafa M. 2016. Eutrophication, Ammonia Intoxication, and Infectious Diseases: Interdisciplinary Factors of Mass Mortalities in Cultured Nile Tilapia. *Journal of Aquatic Animal Health* 145:187–198. DOI: 10.1080/08997659.2016.1185050
- Alihasmyah T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Optimalisasi Pendayagunaan Sumberdaya Lahan di Cisarua tanggal 6-7 Agustus 2002. Puslitbang Tanah dan Agroklimat.
- Camacho-Chab JC, Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez MdTR, Galaviz-Villa I, Hinojosa-Garro D, and Ortega-Morales BO. 2016. Implications of Extracellular Polymeric Substance Matrices of Microbial Habitats Associated with Coastal Aquaculture Systems. *Water* (8)369 : 1-21. doi:10.3390/w8090369
- Crab R, Defsirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357: 351–356.
- Cui W and Chui TFM. 2017. Temporal variations in water quality in a brackish tidal pond: Implications for governing processes and management strategies. *Journal of Environmental Management* 193 : 108-117.
- Davis CC. 1955. *The marine and fresh water plankton*. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinnear SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*. doi: 10.1002/aqc.2267
- Kaasalainen U, Fewerb DP, Jokela J, Wahlsten M, Sivonen K, Rikkinen J. 2012. Cyanobacteria produce a high variety of hepatotoxic peptides in lichen symbiosis. *PNAS* 109(15) : 5886–5891.
- Maliwat GC, Velasquez S, Robil JL, Chan M, Traifalgar RF, Tayamen M, Ragaza JA. 2016. Growth and immune response of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Aquaculture Research* (48) 4 : 1666–1676.
- Mansfeldt CB, Richter LV, Ahner BA, Cochlan WP, Richardson RE. 2016. Use of De Novo Transcriptome Libraries to Characterize a Novel Oleaginous Marine *Chlorella* Species during the Accumulation of Triacylglycerols. *PLoS ONE* 11(2): e0147527. doi:10.1371/journal.pone.0147527.
- Martinez-Cordova LR, Emerenciano M, Miranda-Baeza A, and Martinez-Porchas M. 2014. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture* 6 : 1–18. doi: 10.1111/raq.12058.
- Martinez-Porchas M, and Martinez-Cordova LR. 2012. World Aquaculture: Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives. *The ScientificWorld Journal*. Article ID 389623, 1–9, doi:10.1100/2012/389623
- Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452: 247–251.
- Perumal S, Thirunavukkarasu AR, Pachaiappan P. 2015. *Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture*. New Delhi : Springer India. DOI 10.1007/978-81-322-2271-2.
- Song B, Mallin MA, Long A, McIver MR. 2014. Factors controlling microbial nitrogen removal efficacy in constructed stormwater wetlands. The Water Resources Research Institute of The University of North Carolina. Report No 443. UNC-WRRI.
- Suriadikarta DA dan Sutriadi MT. 2007. Jenis-jenis lahan berpotensi untuk pengembangan pertanian di lahan rawa. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian* 26(3):115-122.
- Suwanda MH dan Noor M. 2014. Kebijakan Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut untuk Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*: 31-40.
- Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. *Best Practice Management*. Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Jakarta: WWF Indonesia, Jakarta
- Ummalyma SB, Gmansounou E, Sukumaran RK, Sindhu R, Pandey A, Sahoo D. 2017. Bioflocculation: An alternative strategy for harvesting of microalgae - an overview. *Bioresour Technol*, 242: 227-235. doi.10.1016/j.biortech.2017.02.097

Commented [jb34]: MOHON PENJULUSAN DAFTAR PUSTAKA DESEJAJAKAN DENGAN FORMAT IAL

Pustaka primer (jumlah terbaru 10 tahun terakhir (2007-2017) minimal 80%.

Pustaka primer TERBARU pada artikel saat ini masih 62,6%. Mohon untuk menambahkan pustaka primer terbaru atau mengganti pustaka lama dan non primer menjadi pustaka primer terbaru

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jb35]: Kota?

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jb36]: Nama jurnal ditulis lengkap, Volume dan halaman lengkap

Commented [jb37]: Ditulis lengkap

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jb38]: Ini Jurnal, buku atau apa?

Report, terimakasih

Commented [539]: WWF Indonesia 2014

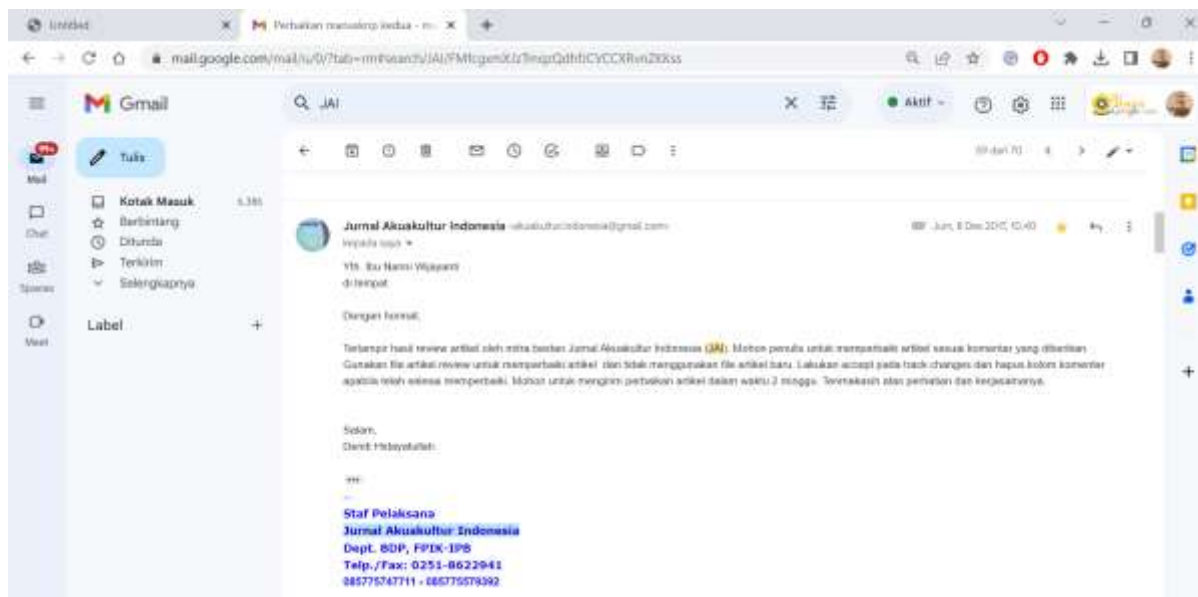
Commented [540]: Management

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Bukti konfirmasi review dan hasil review kedua (8 Desember 2017)



Potensi mikroba eukariot untuk bioflok akuakultur lahan rawa payau
Eukaryote microbes potential for biofloc in brackishwater swamp aquaculture
Marini Wijayanti^{a*}, Tanblyaskur^a, Dede Juhaedah^a, Ade Bayu Saputra^a, Karta Sari, Genti^a, Agustina^a,
Nabila Saraswati^a, Siti Yuliani^a, Hary Widjajanti^b

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
^bDepartemen Biologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Kampus Unsri Indralaya, Jl. Palembang Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
*Surel: mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

ABSTRACT

Eukaryote microbes play important role for forming biofloc in brackish water aquaculture ponds. Biofloc microbes can be formed from natural habitat which transformed to milkfish or vannamei ponds. The objective of this study was to identify the potential of brackish water eukaryotic microorganisms for the development of biofloc candidates in brackishwater aquaculture.- This study was done with water quality approach and isolating potential indigenous microbes for biofloc candidates.- Water quality of brackishwater pond and swamp showed that it is poor quality of nutrient, so it needed enrichment for increasing indigenous microbes.- Eukaryote microbes isolation from enrichment media was collected from aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae from Bacillariophyta, Chlorophyta, and Cyanophyta.- Fungi and yeast could arrange flocculation with microalgae.- The arrangement will become biofloc candidates for natural feed and water quality control in development of aquaculture in brackishwater swamp area.

Keywords: eukaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikroba eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau.- Mikroba bioflok dapat dibentuk dari perairan habitat alaminya yang ditransformasi menjadi tambak bandeng atau udang. Tujuan studi ini adalah mengidentifikasi potensi mikroba eukariot rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau. Studi ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikroba *indigenous* tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikroba potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikroba *indigenous*. Isolasi mikroba eukariot dari media pengkayaan diperoleh fungi meliputi jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok. Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci: mikroba eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

Formatted: Font: Italic

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai luas wilayah dataran rendah rawa pasang surut mencapai 23,24 juta ha terdiri atas rawa pasang surut sekitar 8,35 juta ha dan rawa gambut sekitar 14,89 juta ha (Suwanda dan Noor, 2014). Masalah dan kendala biofisik lahan antara lain: tekstur tanah yang liat pada tanah mineralnya sehingga berat dalam pengolahan tanah, dan struktur atau kematangan pada tanah gambut, kemasaman tanah yang bersumber dari lapisan pirit, asam-asam organik, status hara atau ketersediaan hara rendah. Tingkat kemasaman tanah pasang surut tinggi ($\text{pH} < 4$), kandungan besi (Fe^{2+}) cukup tinggi dan lapisan pirit yang dangkal. Pengembangan akuakultur pada lahan pasang surut payau terus dilakukan terutama untuk peningkatan produktivitas lahan marginal dan sekaligus untuk mencapai target produksi ikan budidaya. Akuakultur payau didefinisikan sebagai suatu pemeliharaan organisme air payau (lahan pasang surut) dengan pengontrolan terhadap kondisi pakan dan lingkungan (Perumal *et al.*, 2015). Lahan marginal payau biasanya berupa rawa yang mempunyai tingkat kesuburan rendah sehingga kurang sesuai untuk pengembangan lahan pertanian. Pengembangan sektor budidaya perikanan (akuakultur) dapat menjadi harapan untuk peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

Produktivitas alami rawa payau menjadi salah satu modal penting untuk pengembangan akuakultur rawa payau. Penentu tingkat produktivitas alami biasanya tergantung pada produktivitas primer perairan, yaitu fitoplankton. Fitoplankton berasal dari mikroalga *in situ* yang akan bersimbiosis dengan mikroba akuatik lainnya untuk membentuk sebuah dasar rantai makanan di lahan rawa payau tersebut. Oleh karena itu, kelimpahan mikroba dapat digunakan sebagai pendekatan ekologis dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan. Budidaya ikan di lahan rawa sudah banyak dilakukan dengan kolam sistem resapan tanpa pergantian air. Intensifikasi budidaya ikan dan udang pada kolam tanpa ganti air dapat dilakukan dengan pengembangan bioflok (kumpulan mikroba efektif). Hal ini menjadikan akuakultur lebih

berkelanjutan produksinya karena lebih terjaga kualitas airnya, lebih efisien untuk pakan dan pemeliharaan kesehatan biota budidayanya (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012).

Mikrob eukariot yang terdiri atas mikroalga, fungi dan microzooplankton menjadi komponen penting untuk produktivitas perairan. Keduanya merupakan gabungan yang dapat menjadi simbiosis mutualisme untuk perairan. Sebagaimana liken akuatik yang telah ditemukan di beberapa perairan tawar, merupakan suatu simbiotik antara fungi dengan alga fotosintetik maupun sianobakteria. Keragaman genetik dan senyawa kimia yang dihasilkan menjadi kunci untuk menentukan fungsinya dalam suatu ekosistem perairan (Kaasalainen *et al.*, 2012). Simbiosis tersebut dapat menjadi awalan bioflok yang telah banyak diterapkan untuk tambak udang, bandeng, dan ikan budidaya. Pembentukan flok dari mikroba akuatik dapat menjadi teknologi sederhana untuk pengontrolan kualitas air, pakan, bahkan pencegahan penyakit biota akuakultur (Crab *et al.*, 2012). Keberhasilan penerapan bioflok untuk pengembangan akuakultur berkelanjutan ditentukan oleh ketersediaan/ komposisi unsur hara seperti rasio C dan N dalam media budidaya (Perez-Fuentes *et al.*, 2016). Unsur hara tersebut akan bermanfaat untuk menumbuhkan inokulan mikroba yang diberikan/tersedia dalam media budidayanya. Mikroba *in situ* yang diberikan unsur hara akan berkembang sesuai yang diperlukan untuk biota akuakultur ataupun tidak, tergantung pada komposisi mikroba di dalamnya. Hal ini menjadikan isolasi kandidat mikroba penyusun bioflok perlu dilakukan sesuai lahan yang akan menjadi target pengembangan akuakulturnya. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mikroba eukariot khas rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu pengambilan sampel, pengkayaan dan kultivasi, pengamatan dan identifikasi mikroskopik terhadap mikroba eukariot.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan rawa payau Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Sampel air diambil dari empat lokasi (dua lokasi yang mewakili perairan tambak budidaya, dan dua lokasi yang mewakili perairan rawa payau). Dua titik sampling dari setiap lokasi untuk dijadikan sebagai ulangan. Sampel air digunakan untuk analisa kualitas air dan isolasi mikroba. Sampel air untuk analisa kualitas air *in situ* dilakukan untuk parameter suhu (dengan termometer), kedalaman dan kecerahan (dengan *gechidski*), pH (dengan pH meter), salinitas (dengan *hand refractometer*), oksigen terlarut (DO/*dissolved oxygen*) (dengan DO meter), padatan terlarut total (TDS/*total dissolved solid*) (dengan TDS meter), sedangkan sampel air untuk analisa parameter selainnya (BOD/*biological oxygen demand* (dengan DO meter), COD/*chemical oxygen demand* (dengan metode titrimetri mengacu pada SNI 06-6989 15-2004), amonia, nitrat, nitrit, fosfat (dengan metode spektrofotometri), Pb, Hg, Cd (dengan metode *atomic absorption spectrophotometer/AAS*) diambil dengan botol, disimpan dalam lemari pendingin untuk analisa di laboratorium. Sampel air yang digunakan untuk isolasi mikroba, diambil dengan menggunakan plankton net dan dimasukkan ke dalam botol film, kemudian diberi label dan dimasukkan ke dalam *cool box* dan disimpan di dalam lemari pendingin (4–5°C).

Pengayaan dan kultivasi

Sampel air masing-masing lokasi dan ulangan sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan diperkaya dengan pupuk teknis (TSP (Ca₃(PO₄)₂), urea (CO(NH₂)₂), ZA (NH₄)₂(SO₄), Gandasil B) yang telah disterilisasi terlebih dahulu, untuk menjadi kultur pengkayaan pada pH netral 6–7. Kultur pengayaan disinari lampu TL (*tube lamp*) dengan pencahayaan sekitar 500–1000 lux. Agitasi dilakukan dengan aerasi selama 24 jam dan pengocokan tiga kali sehari selama 1 menit setiap jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB sampai sampel siap diidentifikasi dan diisolasi (± 7–14 hari). Kultivasi fungi dilakukan dengan media *potato dextrose agar/PDA* dari

isolat yang dikayakan yang diencerkan 10⁻⁴ dengan NaCl fisiologis, dan ditumbuhkan selama lima hari.

Pengamatan dan identifikasi

Identifikasi fitoplankton dan zooplankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop pembesaran 40 dan 100 kali dan digunakan petunjuk identifikasi Davis (1955). Identifikasi fungi hanya sampai pendugaan golongannya dari multiseluler dan uniseluler dari pengamatan menggunakan mikroskop. Semua pengamatan didokumentasikan.

Analisa data

Data pengamatan jenis mikroba eukariot dianalisa persentase kelimpahan pada tiap jenis plankton, persentase keragaman tiap jenis asal habitat rawa atau tambak. Data hasil pengukuran parameter kualitas air dianalisis secara kualitatif deskriptif dan di-kluster keseragamannya diantara empat asal habitat mikroba eukariot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling air dan sedimen rawa pasang surut yang dilakukan pada saat surut menjelang pasang. Sampling dilakukan di dua area yang mewakili area kolam/tambak budidaya (T.I dan T.II) dan area perairan umum rawa (R.I dan R.II) sebagaimana yang tampak pada Gambar 2.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [Rev1]: Cantumkan pada daftar pustaka

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic



Gambar 1. Perairan budidaya rawa (tambak bandeng dan udang)



Gambar 2. Perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut

Masing-masing area diambil dua lokasi dan masing masing lokasi diambil sample di dua titik arah *inlet* dan *outlet*. Lokasi dan titik *inlet* berarti lebih dekat air masuk dari parit/sungai, sedangkan *outlet* sebaliknya, yaitu mendekati arah laut (sesuai aliran air tawar).

Data yang diperoleh pada saat sampling pertama (*in situ*) di perairan rawa pasang surut payau kabupaten Banyuwangi sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1. Hasil kualitas air menunjukkan bahwa pada perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut mempunyai kecenderungan bahwa nilai pH budidaya lebih tinggi dari yang perairan umum. Hal ini dapat dikarenakan adanya perlakuan pengapuran yang dapat menaikkan pH pada proses perstapan budidaya. Tetapi kecenderungan naiknya pH (dari asam menjadi netral) akan diikuti dengan naiknya keragaman mikroba yang hidup di perairan.

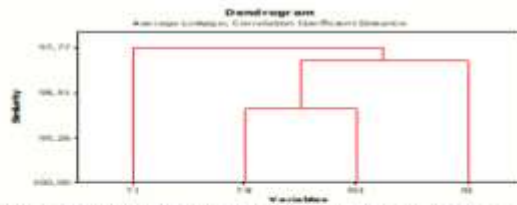
Tabel 1. Kualitas air di tambak budidaya payau (T) dan perairan umum rawa payau (R)

No.	Parameter	Satuan	Lokasi							
			T.I.1	T.I.2	T.H.1	T.H.2	R.I.1	R.I.2	R.H.1	R.H.2
1	Kedalaman	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	151.00	72.00	60.00
2	Salinitas	ppt	2	1	12	18	20	9	11	19
3	Temperatur	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	35.5	32.5	30.6	30.6
4	pH		7.33	7.17	7.39	7.56	6.68	7.66	6.82	6.85
5	Kecerahan	cm	40.00	48.75	41.00	36.30	48.00	39.00	61.25	42.00
6	TDS	ppm	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10
7	DHL	ms	5.2	5.6	19.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20
8	DO	mg/L	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.8
9	BOD ₅	mg/L	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.5
10	COD	mg/L	8	8	8	8	9	7	10	7
11	Amonia	mg/L	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.19
12	Nitrat	mg/L	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.08
13	Nitrit	mg/L	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.018
14	Posfat	mg/L	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04
15	TOC	mg/L	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.3
16	Pb	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Hg	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Cd	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

Hal ini dapat menjadi peluang yang lebih banyak untuk memperoleh isolat mikroba yang prospektif untuk mengendalikan kualitas air terutama saat digunakan sebagai sumber air budidaya ikan rawa. Kualitas air budidaya masih ada dalam kisaran SNI budidaya Bandeng (Tim Perikanan WWF Indonesia, 2014), sehingga mikroba yang ada diharapkan dapat menjadi kandidat mikroba yang sesuai dengan penumbuhan pakan alami seperti bioflok/ klekap. Selain itu, mikroba rawa seperti bakteri yang dapat bersimbiosis dengan fungi juga dapat membantu menjaga kualitas air dengan menurunkan kadar sulfat (pereduksi sulfat), menurunkan nitrit-ammonium (denitrifier dan annamox), serta menurunkan kadar karbon terlarut di perairan rawa terutama yang termasuk air hitam (Holland *et al.*, 2012; Soig *et al.*, 2014).

Hasil analisis kluster terhadap data kualitas air sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 3, menunjukkan bahwa diantara keempat lokasi tidak berbeda kondisinya. Hal ini ditunjukkan dengan keseragaman antar lokasi masih diatas 95%.

Commented [Rev2]: ukuran SNI budidaya bandeng itu yang seperti apakah? Harap dibuktikan

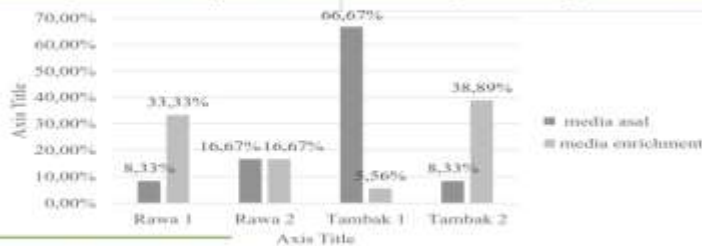


Gambar 3. Hasil analisis kluster keseragaman kualitas air pada tambak (T) dan rawa payau (R).

Fitoplankton dan zooplankton juga diidentifikasi dengan mikroskop dan pembesaran 40 kali sebagaimana yang terlihat. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan mikrozooplankton dan identifikasi dengan mikroskop pembesaran 40 kali.



Gambar 5. Keragaman plankton pada lokasi dalam persentase.

Sedikitnya jenis plankton yang ditemukan dalam sampel dapat disebabkan oleh kurang suburnya perairan rawa pasang surut tersebut dan terjadinya penurunan oksigen terlarut akibat tingginya

dekomposisi bahan organik yang terjadi di perairan tersebut. Kondisi tambak dan rawa dengan sedikit bahkan tanpa pertukaran air akan mengurangi nutrisi fitoplankton dan menurunkan kadar oksigen terlarut. Pertukaran air akan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk fotosintesis fitoplankton di tambak, selain bertindak sebagai aerator alami yang meningkatkan DO dalam tambak (Cui & Chui, 2017). Kualitas air tambak dan rawa payau menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikroba *indigenusnya*. Kesuburan perairan rawa untuk tambak dapat ditingkatkan dengan pertukaran air temporal dari rawa hutan dan pemupukan.

Identifikasi mikroalga (fitoplankton) setelah dilakukan pengkayaan/*enrichment* dengan menambahkan media mikroalga, diaerasi, dan diagitasi selama 7–14 hari. Hasil identifikasi menunjukkan adanya peningkatan kuantitas mikroalga meskipun terjadi pengurangan jenis yang dapat tumbuh pada media kultur teknis (Gambar 6).



1.2.Chlorella, 2 Gloeocapsa, Aphanotece, Oscillatoria, 3 Asterionella, 4Thalassiothrix, 5 Golenkima, 6 Franccia

Gambar 6. Hasil identifikasi mikroalga asal tambak setelah pengkayaan. Perbesaran 100 kali

Mikroalga dalam media enrichment yang teridentifikasi saat pengamatan hampir sama jenis mikroalganya dengan dominasi *Chlorella*. Pada analisa kluster juga terlihat tambak 1 mempunyai keseragaman terjauh dari lainnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh peran air tawar saat hujan yang lebih dominan daripada intrusi air laut sebagaimana tampak pada nilai salinitasnya paling rendah (1 dan 2 g/L) dibandingkan salinitas air di lokasi lainnya (lebih dari 9 g/L). Daya hantar listrik juga menunjukkan kondisi yang serupa dengan salinitas. *Chlorella* merupakan jenis mikroalga yang paling mudah untuk tumbuh dalam kisaran toleransi salinitas yang luas. *Chlorella autotrophica*

Formatted: English (United States)

Commented [Rev3]: Buat grafik yang baik dan benar, % dituliskan (untuk angka saja)

Formatted: Tab stops: 0,49 cm, Left

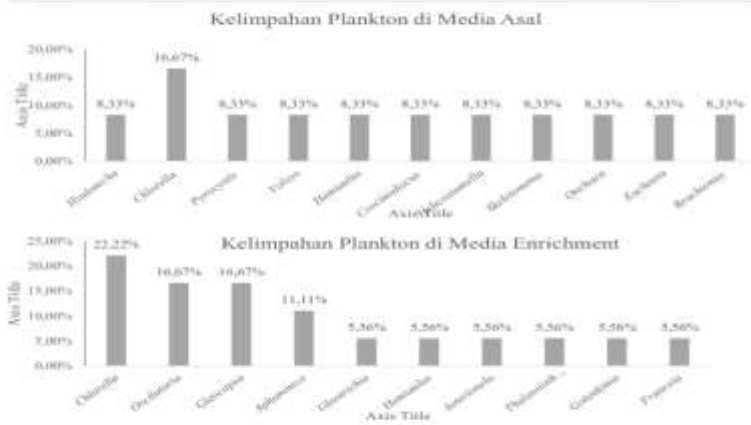
Commented [ib4]: Gambar terlihat kecil, mohon diubah agar lebih terlihat jelas, dan rapikan lagi.

Commented [Rev5]: Beri keterangan pada gambar apa yang ada ditersifikan, beri garis untuk gambar yang satu dengan yang lainnya sehingga gambarnya jelas dan tidak bias.

Commented [S6]: Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan. Perbesaran 100x

Commented [Rev7]: Hasil perbesaran 100 kali yang mana? it ditambahkan tanda panah

atau *Chlorella* sp. merupakan jenis *Chlorella* laut yang dapat beradaptasi di perairan tawar karena sifatnya yang euryhalin (Mansfeldt *et al.*, 2016). Jenis mikroalga ini dapat digunakan sebagai *green water* pada sistem akuakultur dan sebagai pakan alami bagi zooplankton maupun udang. *Chlorella* dapat menjadi pakan yang meningkatkan imun bagi post larva udang dengan meningkatnya aktivitas protein oksidase dan total haematosit sehingga dapat resisten terhadap infeksi *A. hydrophyla* (Maliwat *et al.*, 2016).



Gambar 7. Kelimpahan plankton di media asal habitatnya dan di media enrichment

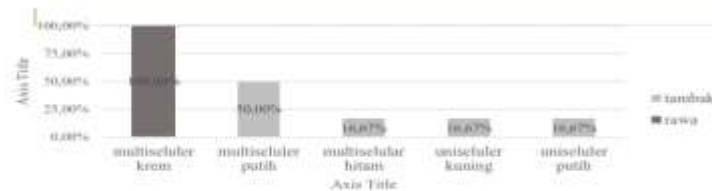
Chlorophyta dan Cyanophyta menjadi golongan yang paling mudah untuk ditumbuhkan dalam media kultur enrichment (Gambar 7). Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dengan media kultur teknis meningkatkan jumlah dua golongan tersebut. Hal ini diakibatkan oleh adanya unsur pembeda antara dua golongan tersebut dengan golongan Bacillariophyta, yaitu pada unsur silikatnya. Chlorophyta dan Cyanophyta tidak dapat tumbuh baik dalam media yang

mengandung cukup silikat, sedangkan Bacillariophyta sebaliknya. Golongan Bacillariophyta atau Diatom sangat membutuhkan unsur silikat sebagai bahan penyusun struktur tubuhnya. Hal ini termasuk salah satu faktor penentu pertumbuhan mikroalga golongan tersebut. Menurut Tilman *et al* (1982), alga hijau dan hijau biru (sianobakter) akan tumbuh dominan di perairan jika rasio Si:P rendah dan N:P tinggi, sedangkan Diatom akan mendominasi jika rasio Si:P tinggi dan N:P rendah.

Fungi yang tumbuh dalam kultivasi dengan PDA berupa multiseluler maupun uniseluler pada media asal rawa maupun tambak (Gambar 8).



Gambar 8. Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan. Pembesaran 100 kali (atas : koloni, bawah: sel)



Gambar 9. Kelimpahan fungi pada masing-masing media habitat asal rawa dan tambak

Hasil pengamatan mikroskop terhadap fungi yang tumbuh pada tambak lebih beragam daripada yang asal rawa (Gambar 9). Pada media rawa hanya ditemukan satu jenis fungi yang mendominasi yaitu jenis multiseluler dengan warna koloni krem, sedangkan pada tambak

Commented [Rev8]: Analisis fungi diperoleh Gambar 7. Kelimpahan plankton di media asal dan Gambar 8. Kelimpahan plankton di media enrichment. Letakkan dibawah grafik

Commented [Rev9]: % dibarengkan, cukup angka saja

Commented [Rev10]: Tampilkan hasil perbesarannya, beri tanda garis mana yang kolom dan mana yang sel awal

Commented [Rev11]: Hilangkan %, cukup angkanya saja

Commented [Rev12]: Berapa banyak fungi awal dan berapa banyak yg multi sel? Hasil perbesarannya untuk menunjukkan bahwa fungi yang tumbuh lebih beragam (di kuantitatif)

Terimakasih, kami sudah mengkuantifikasi data fungi, hanya saja tidak merata berapa banyak jumlah koloninya.

Commented [Rev13]: Sampaikan dalam pembahasan apabila tidak mengkuantifikasi jumlah koloni fungi

ditemukan dua jenis fungi multiseluler dengan koloni putih dan hitam, dan dua jenis fungi uniseluler dengan warna koloni kuning dan putih. Media tambak lebih banyak mengandung bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme biota akuakultur sehingga tumbuh fungi yang lebih banyak jenisnya. Organisme budidaya payau seperti udang dan bandeng menjadi faktor penyebab masuknya fungi endogenous uniseluler pada penelitian ini. Jenis fungi uniseluler, yeast dapat menjadi sumber protein sel tunggal pakan alami, probiotik, dan beta glukana sebagai imunostimulan organisme budidaya (Mecna *et al.* 2012). Fungi multiseluler berpotensi untuk menghasilkan *extracellular polymeric substances* (EPS) yang dapat menjadi material pengikat mikroba saat pembentukan bioflok maupun biofilm (Decho and Gutierrez, 2017). EPS dapat merusak kinerja dan produktivitas fasilitas akuakultur dan dapat berkontribusi terhadap serangan fitoplankton berbahaya terhadap spesies budidaya. Tetapi, EPS juga dapat memberikan pengaruh positif pada aktivitas akuakultur dengan meningkatkan ketahanan larva untuk dibudidayakan dan meremediasi limbah dalam proses bioflokulasi, bahkan memiliki aplikasi bioteknologi dalam industri akuakultur sebagai agen antivirus dan imunostimulans juga sebagai sumber baru agen *antibiofouling* (Camacho-chab *et al.*,2016). Fungi yang tumbuh pada cawan kultur belum diketahui karakternya. Karakter negatif fungi menjadi penyebab kematian massal pada budidaya ikan nila di tambak berasal dari *Branchiomyces* dalam kualitas air tambak yang kadar oksigen terlarutnya masih diatas 4 mg/L (Abu-Elala *et al.*,2016). Hal ini menjadi penting untuk memastikan karakter fungi yang diisolasi tidak bersifat patogen, toksik, maupun mengandung zat anti nutrisi.

Keberadaan fungi dan mikroalga dari berbagai jenis dapat digunakan sebagai kandidat bagi penyusun bioflok. Mikroalga dapat membentuk flok dengan mikroba lain seperti bakteri, fungi ataupun mikroalga lainnya selama ada yang menghasilkan perekatnya seperti polisakarida (Ummalya *et al.*, 2017). Penggunaan mikroba bioflokulan dapat diterapkan sebagai pakan alami dalam akuakultur selama syarat pakan terpenuhi, yaitu bukan patogen, tidak beracun, tidak menghasilkan zat anti nutrisi dan dapat dikonsumsi biota target. Kedua jenis mikroba eukariot dan potensi simbiosis diantara keduanya hingga menghasilkan kandidat penyusun bioflok yang

menguntungkan organisme budidaya masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat masih sedikitnya informasi terkait konsorsium mikroba eukariot untuk lingkungan, pakan dan pengendali penyakit dalam pengembangan akuakultur yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Perkembangan akuakultur dunia yang terus berlanjut, menuntut strategi baru dan alternatif yang bertujuan untuk mencapai keberlanjutan. Sistem berbasis mikroba merupakan salah satu strategi yang paling tepat untuk mencapai akuakultur yang berkelanjutan. Sistem ini didasarkan pada keunggulan proliferasi mikroba, mikroorganisme autotrofik atau heterotrofik. Penggunaan mikroba tersebut dapat mendaur ulang dan mengubah kelebihan nutrisi dari kotoran, organisme mati, pakan yang tidak dikonsumsi dan beragam metabolit, menjadi biomassa mikroba, yang selanjutnya akan dikonsumsi oleh organisme budidaya (Martinez-cordova *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Mikroalga yang dapat tumbuh dalam media kultur dari golongan Chlorophyta dan Cyanophyta. Fungi yang tumbuh pada media PDA asal tambak dan rawa payau dari golongan multiseluler dan uniseluler. Kedua mikroba eukariot ini dapat berpotensi menjadi penyusun bioflok dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian yang merupakan bagian penelitian Unggulan Kompetitif Unsrri tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

Abu-Elala NM, Abd-Elsalam RM, Marouf S, Abdelaziz M, Moustafa M. 2016. Eutrophication, Ammonia-synopsis, Intoxication, and Infectious-Diseases-Prevention-Disorders-Interciplinary-Factors-of Mass-Mortality-mortality in Cultured Nile-tilapia. *Journal of Aquatic Animal Health* 145:187-198. <https://doi.org/10.1080/08907650.2016.1185054>

Commented [B14]: bisa identifikasinya ada berapa banyak? Sudah ditanggapi sebagaimana nomor 9. terimakasih

Commented [Rev15]: Substansi apakah berbeda dalam nomor 9

Commented [B16]: bisa identifikasinya ada berapa banyak? Sudah ditanggapi pada nomor 9. Terimakasih

Commented [Rev17]: Substansi apakah berbeda pada gambar

Commented [B18]: MOHON PENULISAN DAFTAR PUSTAKA DISESUAIKAN DENGAN FORMAT ISI

Putaka primer (jurnal) terbaru 30 tahun terakhir (2007-2017) ke minimal 80%.

Putaka primer TERBARU pada artikel saat ini masih 62,6%. Moh untuk menambahkan putaka primer terbaru atau mengganti putaka lama dan not primer menjadi putaka primer terbaru

Terimakasih, kami usahakan menjadi 80% (18 dari 22) pustaka di 2013-2017.

- Alihamisyah T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Optimalisasi Pendayagunaan Sumberdaya Lahan di Cisarua tanggal 6-7 Agustus 2002. Puslitbang Tanah dan Agroklimat.
- Camacho-Chab JC, Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez MdTR, Galaviz-Villa I, Hinojosa-Garro D, and Ortega-Morales BO. 2016. Implications of Extracellular Polymeric Substance Matrices of Microbial Habitats Associated with Coastal Aquaculture Systems. *Water* 8(3):369 : 1-21. doi:10.3390/w8030369
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357: 351–356.
- Cui W and Chui TFM. 2017. Temporal variations in water quality in a brackish tidal pond: Implications for governing processes and management strategies. *Journal of Environmental Management* 193 : 108-117.
- Davis CC. 1955. *The marine and fresh water plankton*. Michigan State University, East Lansing, MI, USA.
- Decho AW and Gutierrez T. 2017. Microbial Extracellular Polymeric Substances (EPSs) in Ocean Systems. *Frontiers in Microbiology* 8: 922. doi:10.3389/fmicb.2017.00922
- Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinnear SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conservation-Marine Freshwater Ecosystems*. doi: 10.1002/aqc.2267
- Kaasalainen U, Fewerb DP, Jokela J, Wahlsten M, Sivonen K, Rikkinen J. 2012. Cyanobacteria produce a high variety of hepatotoxic peptides in lichen symbiosis. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(45): 5886–5891.
- Maliwat GC, Velasquez S, Robil JL, Chan M, Traifalgar RF, Tayamen M, Ragaza JA. 2016. Growth and immune response of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Aquaculture Research* 48(4): 1666–1676.
- Mansfeldt CB, Richter LV, Ahner BA, Cochlan WP, Richardson RE. 2016. Use of De Novo Transcriptome Libraries to Characterize a Novel Oleaginous Marine *Chlorella* Species during the Accumulation of Triacylglycerols. *PLoS ONE* 11(2): e0147527. doi:10.1371/journal.pone.0147527
- Martinez-Cordova LR, Emerenciano M, Miranda-Baeza A, and Martinez-Porchas M. 2014. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture* 6 : 1–18. doi:10.1111/raq.12038
- Martinez-Porchas M, Martinez-Cordova LR. 2012. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal Article ID 389623*, 1–9. doi:10.1100/2012/389623
- Mecna DK, Das P, Kumar S, Mandal SC, Prusty AK, Singh SK, Akhtar MS, Behera BK, Kumar K, Pal AK, Mukherjee SC. 2012. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish Physiology and Biochemistry*. 39(3): 431–457. DOI:10.1007/s10695-012-0710-5
- Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452: 247–251.
- Perumal S, Thirunavukkarasu AR, Pachippan P. 2015. *Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture*. New Delhi : Springer India. DOI:10.1007/978-81-322-2271-3
- Song B, Mallin MA, Long A, McIver MR. 2014. Factors controlling microbial nitrogen removal efficacy in constructed stormwater wetlands. The Water Resources Research Institute of The University of North Carolina, Report No 443. UNC-WRRI.
- Suriadikarta DA dan Sutriadi MT. 2007. Jenis-jenis lahan berpotensi untuk pengembangan pertanian di lahan rawa. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian* 26(4):115-122.
- Suwanda MH dan Noor M. 2014. Kebijakan Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut untuk Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*: 31-40.
- Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. *Best Practice Management, Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. Jakarta: WWF Indonesia. [Jakarta](#)
- Ummalyma SB, Gnansounou E, Sukumaran RK, Sindhu R, Pandey A, Sahoo D. 2017. Biofloculation: An alternative strategy for harvesting of microalgae - an overview. *Bioresour Technol* 242: 227-235. doi:10.1016/j.biortech.2017.02.007

Commented [Rev19]: Tidak ada dalam jurnal anda. Harap di kembalikan.

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jb20]: Kona?

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Commented [jb21]: Nama jurnal ditulis lengkap, Volume dan halaman dilengkapi

Commented [Rev22]: Volume berapa?Halaman berapa?

Commented [Rev23]: Tidak ada dalam jurnal anda. Harap di kembalikan

Commented [Rev24]: Ini daftar pustaka jurnal atau buku at yang lainnya? Format penulisannya sesuaikan dengan format IAI

Commented [Rev25]: Volume berapa?Halaman berapa?

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font color: Auto

Commented [Rev26]: Penulisan daftar pustaka untuk referensi sama dengan skripsi, tesis, dan disertasi. Sesuaikan formatnya s format IAI

Commented [Rev27]: Tidak ada dalam jurnal anda. Harap di kembalikan

Commented [Rev28]: Volume?

Bukti konfirmasi submit revisi kedua, respon kepada reviewer, dan artikel yang di resubmit (22 Desember 2017; 12 Maret 2018, ..., 16 Januari 2019)



Jurnal Akuakultur Indonesia -akuakultur.indonesia@gmail.com- 9 Agu 2018, 11:26 ☆

kepada saya →

Yth. Ibu Marini
di tempat

Bersama surel ini, kami ingin menanyakan apakah naskah yang Ibu kirimkan bukan naskah yang seharusnya? Karena setelah kami bandingkan dengan revisi sebelumnya, apa yang sudah dikoreksi oleh editor tidak ada pada naskah Ibu yang terbaru. Oleh karena itu, mohon dicek kembali mungkin bukan naskah ini yang harusnya dikirimkan kepada kami.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami haturkan terimakasih

Editor

☺☺☺

Perbaiki manuskrip [Berkas](#) [Respon](#) [Grafik](#) [Tautan](#)

MARINI WIJAYANTI, S.Pi., M.Si fp -mariniwijayanti@fp.unesa.ac.id- 9 Agu 2018, 23:15 ☆ ↶ ↷

kepada Jurnal, Marini, Dadik, Iyas, Marini →

Kepada Yth
Pengelola Jurnal Akuakultur Indonesia
di tempat

Dengan Hormat,

Kami krenkan perbaikan kembali, semoga dapat segera diterima dan terbit tahun es.
Atas perhatian dan bantuannya, kami sampaikan terimakasih.

Salam hormat,
Marini Wijayanti

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail ☺



Jurnal Akuakultur Indonesia 25-Sep 2018, 15:22 ☆

Yth. Ibu Marini di tempat Bersamaan dengan surel ini, kami lampirkan hasil review naskah Ibu oleh editor. Mohon untuk melakukan perbaikan sesuai dengan ko...

MARINI WIJAYANTI, S.Pi., M.Si fp 30 Sep 2018, 13:06 ☆

Kepada Yth. Ibu Fitriani dan Pengelola Jurnal Akuakultur Indonesia di Tempat Dengan hormat, Bersama ini kami sampaikan perbaikan kami, semoga dapat d...

Iyas Qur 30 Sep 2018, 20:29 ☆

Smg pihak pengelola Jurnalnya bertanggung jawab dan segera diterbitkan tulisannya Bu Marini, Aasamin

Jurnal Akuakultur Indonesia -akuakultur.indonesia@gmail.com- 9 Jan 2019, 09:43 ☆ ↶ ↷

kepada saya →

Yth. Ibu Marini Wijayanti
di tempat

Bersama surel ini, kami lampirkan naskah jurnal Ibu hasil review editor. Mohon memperbaiki sesuai arahan dan tidak menggunakan naskah baru. Apabila ada yang ingin Ibu tanyakan, dapat menanyakan kepada kami.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami haturkan terimakasih

Salam,
Staff **JAI**

☺☺☺

MARINI WIJAYANTI, S.Pi., M.Si fp -mariniwijayanti@fp.unesa.ac.id- 9 Jan 2019, 22:06 ☆ ↶ ↷

kepada Jurnal →

Kepada Yth Pengelola Jurnal Akuakultur Indonesia

Salam,

Kami lampirkan file yang sudah kami perbaiki sesuai saran pengelola, dan semoga dapat sesuai dengan yang diharapkan. Atas perhatiannya dan kerjasamanya, kami sampaikan terimakasih.

Hormat kami,
Marini dan Iyas

469 Artikel revisi penulis S. Istock

☺☺☺

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail ☺



Potensi mikroba eukariot untuk bioflok akuakultur lahan rawa payau

Eukaryote microbes potential for biofloc in brackishwater swamp aquaculture

Marini Wijayanti^{1*}, Tanbiyaskar¹, Dade Jubaedah¹, Ade Bayu Saputra¹, Karta Sari Genti¹, Agustina¹, Nabila Saraswati¹, Siti Yuliani¹, Hary Widjajanti²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Sriwijaya,
²Departemen Biologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Kampus Ombi Indralaya, Jl. Palembang Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
***@cornpondline.net.id, marniwijayanti@fip.unsri.ac.id

ABSTRACT

Eucaryote microbes has an important role for forming biofloc in brackish water aquaculture ponds. Biofloc become potential livefeed for milk, fish or crustacea culture. The aim of this study was to identify the potential of brackish water eukaryotic microbials for the development of biofloc candidates in brackish water aquaculture. This study was done with water quality ~~assessment~~ and potential indigenous microbes isolation approach for biofloc candidates. Sampling was carried out ~~the~~ subcomposite on water and sediment at each tidal inlet and outlet. Water quality of brackish water pond and tidal swamp ~~showed~~ ~~lacked~~ ~~the~~ lack of nutrient, so it ~~needs~~ ~~is~~ ~~necessary~~ ~~to~~ enrichment ~~for~~ ~~the~~ indigenous microbes. Eucaryote microbes isolation from enrichment media was collected from aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae of Bacillariophyta, Chlorophyta, and Cyanophyta. Fungi and yeast could form flocculation with microalgae. The form will become biofloc candidates for natural feed and water quality control in development of brackishwater aquaculture in swamp area.

Keywords: eucaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikrob eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau. Bioflok menjadi pakan alami untuk budidaya bandeng atau udang. Tujuan studi ini adalah mengidentifikasi potensi mikroba eukariot rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau. Studi ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikroba *indigenous* tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikroba potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Sampling dilakukan secara subkomposit pada air dan sedimen di setiap inlet dan outlet pasang surut. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi miskin hara, sehingga perlu dilakukan penupukan untuk memperbanyak mikroba *indigenusnya*. Isolasi mikroba eukariot dari media pengayaan diperoleh fungi meliputi jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok. Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci: mikroba eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

PENDAHULUAN

Lahan marginal payau biasanya berupa rawa yang mempunyai tingkat kesuburan rendah sehingga kurang sesuai untuk pengembangan lahan pertanian. Pengembangan sektor budidaya perikanan (akuakultur) dapat menjadi harapan untuk peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Potensi pemanfaatan rawa payau masih besar untuk industri akuakultur payau. Pengembangan akuakultur pada lahan pasang surut payau terus dilakukan terutama untuk peningkatan produktivitas lahan marginal, ~~dan~~ sekaligus untuk mencapai target produksi ikan budidaya. Akuakultur payau didefinisikan sebagai suatu pemeliharaan organisme air payau (lahan pasang surut) dengan pengontrolan terhadap kondisi pakan dan lingkungan (Perumal *et al.*, 2015).

Produktivitas alami rawa payau menjadi salah satu modal penting untuk pengembangan akuakultur rawa payau. Penentu tingkat produktivitas alami biasanya tergantung pada produktivitas primer perairan, yaitu fitoplankton. Fitoplankton berasal dari mikroalga *in situ* yang akan bersimbiosis dengan mikroba akuatik lainnya untuk membentuk sebuah dasar rantai makanan di lahan rawa payau tersebut (Madigan *et al.*, 2015). Komunitas mikroba adalah pemain kunci dalam proses siklus dan pemeliharaan nutrisi serta kesehatan ikan dalam sistem akuakultur. Masih sedikit yang diketahui tentang komposisi dan fungsi mikro eukariot dalam sistem akuakultur (Boaventura *et al.*, 2018). Oleh karena itu, kelimpahan mikroba dapat digunakan sebagai pendekatan ekologis dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan. Budidaya ikan di lahan rawa sudah banyak dilakukan dengan kolam sistem resapan tanpa pergantian air. Intensifikasi budidaya ikan dan udang pada kolam tanpa ganti air dapat dilakukan dengan pengembangan bioflok (kumpulan mikroba efektif). Hal ini menjadikan ~~kegiatan~~ ~~akuakultur~~ ~~yang~~ ~~lebih~~ ~~berkelanjutan~~ produksinya karena lebih terjaga kualitas airnya, ~~lebih~~ ~~efisien~~ ~~untuk~~ ~~pembungaan~~ ~~yang~~ ~~efisien~~, dan ~~terpeliharanya~~ ~~kesehatan~~ ~~biota~~ ~~budidaya~~ ~~dan~~ ~~kesehatan~~ ~~biota~~ ~~budidaya~~nya (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012).

Mikroorganisme perairan memainkan peranan penting dalam fungsi ekosistem dan siklus biogeokimia dalam perairan (Demelo *et al.*, 2018). Mikroba eukariot yang terdiri atas mikroalga, fungi, dan mikrozooplankton menjadi komponen penting untuk produktivitas perairan. Ketiganya merupakan gabungan yang dapat menjadi simbiosis mutualisme untuk perairan. Sebagaimana liken akuatik yang telah ditemukan di beberapa perairan tawar. Liken merupakan simbiotik antara fungi dengan alga fotosintetik atau sianobakteria. Simbiosis tersebut dapat menjadi ~~asosiasi~~ ~~awal~~ ~~mulai~~ bioflok yang telah banyak diterapkan untuk tambak udang, bandeng, dan ikan. Komunitas plankton mikroba pembentuk flok menjadi penting bagi jaring makanan pelagis (Easson dan Lopez, 2019).

Pembentukan flok dari mikroba akuatik dapat menjadi teknologi sederhana untuk ~~pengendalian~~ ~~kegiatan~~ ~~akuakultur~~ ~~yang~~ ~~lebih~~ ~~berkelanjutan~~ kualitas air, pakan, bahkan ~~pengobatan~~ ~~menyegah~~ penyakit ~~biota~~ ~~akuakultur~~nya (Crab *et al.*, 2012). Keberhasilan penerapan bioflok untuk pengembangan akuakultur berkelanjutan ditentukan oleh ketersediaan/komposisi unsur hara seperti rasio C dan N dalam media budidaya (Pérez-Pérez-Fuentes *et al.*, 2016). Unsur hara tersebut akan bermanfaat untuk menumbuhkan inokulan mikroba yang diberikan/tersedia dalam media budidayanya. Mikroba *in situ* yang diberikan unsur hara akan berkembang sesuai yang diperlukan untuk biota akuakultur ataupun tidak, tergantung pada komposisi mikroba di dalamnya. Hal ini ~~menjadi~~ ~~menjadi~~ ~~menjadi~~ ~~menjadi~~ isolasi kandidat mikroba penyusun bioflok perlu dilakukan ~~dan~~ ~~disesuaikan~~ ~~dengan~~ ~~kondisi~~ lahan dan kualitas air yang akan menjadi target pengembangan ~~kegiatan~~ ~~akuakultur~~nya. Kualitas air payau mengantungkan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan budidaya (Venkatachaman *et al.*, 2018). Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mikroba eukariot khas rawa payau untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau.

BAHAN DAN METODE

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Font: Italic

Commented [R1]: Mohon tambahkan perkataan penelitian, rancangan penelitian, dan hasilnya secara garis besar

Mohon maaf jika penelitian ini tidak memberikan perlakuan dengan rancangan penelitian tertentu, akan tetapi lebih pada isolasi mikroba eukariot dari lahan rawa payau pasang surut tambak tradisional pada lahan tersebut.

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [R2]: Terlalu luas dan general

Formatted: Font: Italic

Commented [J3]: ketanya? Kira sudah perbaiki ya...Terimakasih

Commented [J4]: Mohon diperbaiki kalimat ini sudah keri perbaiki, terimakasih.

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Penelitian ini meliputi empat tahapan, yaitu pengambilan sampel, pengayaan dan kultivasi, pengamatan, dan identifikasi mikroskopik terhadap mikroba eukariot.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan perairan rawa payau Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan. Sampel air diambil dari empat lokasi (dua lokasi yang mewakili perairan tambak budidaya, dan dua lokasi yang mewakili perairan rawa payau). Dua titik sampling mewakili in let dan out let pasang surut dari setiap lokasi diambil secara sub komposit untuk dijadikan sebagai ulangan. Sampel air digunakan untuk analisa kualitas air dan isolasi mikroba. Sampel air untuk analisa kualitas air *in situ* dilakukan untuk parameter suhu (dengan termometer), kedalaman dan kecerahan (dengan *sechidisk*), pH (dengan pH meter), salinitas (dengan *hand refractometer*), oksigen terlarut (DO/*dissolved oxygen*) (dengan DO meter), padatan terlarut total (TDS/*total dissolved solid*) (dengan TDS meter), sedangkan sampel air untuk analisa parameter selanjutnya (BOD/*biological oxygen demand* (dengan DO meter), COD/*chemical oxygen demand*, amonia, nitrat, nitrit, fosfat (dengan metode spektrofotometri), Pb, Hg, Cd (dengan metode *atomic absorption spectrophotometer/AAS*) diambil dengan botol, disimpan dalam lemari pendingin untuk analisa di laboratorium. Sampel air yang digunakan untuk isolasi mikroba, diambil dengan menggunakan plankton net dan dimasukkan ke dalam botol film, kemudian diberi label dan dimasukkan ke dalam *cool box* dan disimpan di dalam lemari pendingin (4-5°C)

Pengayaan dan kultivasi

Sampel air masing-masing lokasi dan ulangan sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan diperkaya dengan pupuk teknis (TSP (Ca₃(PO₄)₂), urea (CO(NH₂)₂), ZA (NH₄)(SO₄), Gndasil B) yang telah disterilasi terlebih dahulu, untuk menjadi kultur pengkayaan pada pH netral 6-7. Kultur pengayaan disinari lampu TL (*tube lamp*) dengan pencahayaan sekitar 500-1000 lux. Agitasi dilakukan dengan aerasi selama 24 jam dan pengocokan tiga kali sehari selama 1 menit setiap jam 08.00 WIB, 12.00 WIB, 16.00 WIB sampai sampel siap diidentifikasi dan diisolasi (± 7-14 hari). Kultivasi fungi dilakukan dengan media *potato dextrose agar/PDA* dari isolat yang dikayakan yang diencerkan 10⁻² dengan NaCl fisiologis, dan ditumbuhkan selama lima hari.

Pengamatan dan identifikasi

Identifikasi mikroba eukariot berupa fitoplankton dan zooplankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 dan 100 kali, [dibantu dengan buku identifikasi Davis \(1955\)](#). Identifikasi fungi hanya sampai pendugaan golongan dari multiseluler dan uniseluler dari pengamatan morfologinya, [Pembedaan morfologi berdasarkan ciri-ciri spesifik bentuk hifa selnya \(Madigan et al., 2015\)](#).

[menggunakan mikroskop perbesaran 40 dan 100 kali. Pembedaan morfologi berdasarkan ciri-ciri spesifik bentuk hifa selnya \(Madigan et al., 2015\)](#).

Analisa data

Data pengamatan jenis mikroba eukariot dianalisa persentase kelimpahan relatif pada tiap jenis plankton, persentase keragaman relatif tiap jenis asal habitat, rawa atau tambak. Data hasil pengukuran parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif kualitatif dan di-kluster keseragamannya diantara asal habitat mikroba eukariot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampling air dan sedimen rawa pasang surut dilakukan pada saat surut menjelang pasang. Sampling dilakukan di dua area yang mewakili area tambak budidaya ikan bandeng/udang (T.I dan T.II) dan area perairan umum rawa pasang surut (R.I dan R.II) (Gambar 1a dan 1b). Sampel diambil pada dua titik mewakili *inlet* dan *outlet* pasang surut. Titik *inlet* berarti

lebih dekat air masuk dari parit/sungai, sedangkan *outlet* sebaliknya, yaitu mendekati arah laut (sesuai aliran air tawar).



Gambar 1. Area a: perairan budidaya rawa (tambak bandeng dan udang), b: perairan umum rawa pasang surut. Keterangan: aliran inlet (●) dan outlet (●)

Data yang diperoleh pada saat sampling pertama (*in situ*) di perairan rawa pasang surut payau kabupaten Banyuwasin sebagaimana yang tercantum pada Tabel 1. Hasil kualitas air menunjukkan bahwa pada perairan budidaya dan perairan umum rawa pasang surut mempunyai kecenderungan bahwa nilai pH budidaya lebih tinggi dari yang perairan umum. Hal ini dapat dikarenakan adanya perlakuan pengapuran yang dapat menaikkan pH pada proses persiapan budidaya. Tetapi kecenderungan naiknya pH (dari asam menjadi netral) akan diikuti dengan naiknya keragaman mikroba yang hidup di perairan, sehingga menjadi peluang yang lebih banyak untuk memperoleh isolat mikroba yang prospektif untuk mengendalikn kualitas air terutama saat digunakan sebagai sumber air budidaya ikan rawa.

Tabel 1. Kualitas air di tambak budidaya payau (T) dan perairan umum rawa payau (R)

No.	Parameter	Satuan	Lokasi							
			T.I.1	T.I.2	T.II.1	T.II.2	R.I.1	R.I.2	R.II.1	R.II.2
1	Kedalaman	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	151.00	72.00	60.00
2	Salinitas	‰	2	1	12	18	20	9	11	19
3	Temperatur	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	33.5	32.5	30.6	30.6
4	pH	unit	7.33	7.17	7.39	7.56	6.68	7.06	6.82	6.86
5	Kecerahan	cm	46.00	48.75	41.00	36.50	48.00	59.00	61.25	42.00
6	TDS	mg/L	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10
7	DHL	ms	5.2	5.6	19.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20
8	DO	mg/L	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.6
9	BOD ₅	mg/L	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.6
10	COD	mg/L	8	9	6	8	9	7	10	7
11	Amonia	mg/L	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.09
12	Nitrat	mg/L	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.06
13	Nitrit	mg/L	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.016
14	Fosfat	mg/L	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04
15	TOC	mg/L	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.6

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [R5]: Mohon saran kalimatnya diperbaiki. Semoga sudah cukup perbaikannya. Terima kasih.

Commented [J6]: Mohon diberi penjelasan mengapa sampel diambil dari titik titik tersebut

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Left, Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [J7]: Mohon di bawah tabel diberi keterangan mengenai kode kode lokasi yang ada di tabel. Kami sudah tambahkan keterangan. Terima kasih.

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: English (United States)

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

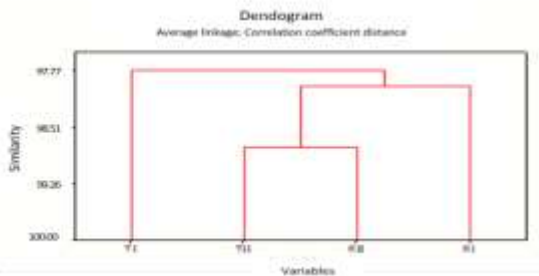
Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

16	Pb	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Hg	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0004
18	Cd	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0016

Keterangan: T.1.1 = Tambak 1 inlet, T.1.2 = Tambak 1 outlet, T.1.1 + Tambak 2 inlet, T.1.2 = Tambak 2 outlet, R.1.1 = Rawa 1 inlet, R.1.2 = Rawa 1 outlet, R.1.1 + Rawa 2 inlet, R.1.2 = Rawa 2 outlet, 1 dan 2 merupakan kode ulangan yang memiliki habitat

Kualitas air budidaya yang masih ada dalam kisaran SNI budidaya bandeng-bandeng yaitu kecerahan 30-40 cm dan kadar nitrit <3 mg/l (Tim Perikanan WWF Indonesia, 2014). Beberapa parameter yang di luar kisaran optimum SNI budidaya bandeng yaitu oksigen terlarut 4-8 mg/l, amoniak <0,01 mg/l, bahan organik total 20-25 mg/l, keasaman (pH) 7,5-8,5, dan kadar garam 5-25 ppt (Tim Perikanan WWF Indonesia, 2014). Perbaikan sistem aerasi, pengapuran, dan penambahan aliran air laut secara berturut-turut dapat meningkatkan oksigen terlarut, mengurangi kadar amoniak tak terionisasi, meningkatkan nilai pH dan salinitas untuk penyesuaian dengan kondisi optimum budidaya bandeng. Mikrob rawa berupa bakteri, fungi, dan fitoplankton diharapkan dapat menjadi kandidat mikrob yang sesuai dengan penumbuhan pakan alami seperti bioflok-klekap. Bakteri rawa yang dapat bersimbiosis dengan fungi dapat membantu menjaga kualitas air dengan menurunkan kadar sulfat (pereduksi sulfat), menurunkan nitrit-ammonium (denitrifier dan *ammox*), serta menurunkan kadar karbon terlarut di perairan rawa terutama yang termasuk air hitam (Holland *et al.*, 2012). Fitoplankton yang tumbuh dalam bioflok rawa dapat berperan sebagai penyuplai oksigen terlarut melalui fotosintesisnya.

Hasil analisis kluster terhadap data kualitas air sebagaimana yang tercantum dalam dendrogram (Gambar 2), menunjukkan bahwa di antara keempat lokasi sampling (T 1, T 1I, R 1 dan R 1I) tidak berbeda kondisi kualitas airnya. Hal ini ditunjukkan dengan keseragaman kualitas air antar lokasi masih diatas 95%. Kondisi kualitas air perairan umum rawa tidak jauh berbeda dengan perairan tambak. Kualitas air pada tambak 2 (TII) dan perairan rawa (R1I dan R 1) subklaster berpisah dengan tambak 1 (T1). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air pada tambak kedua masih lebih menyerupai perairan rawa di sekitarnya. Hal ini dapat diartikan bahwa tambak kedua belum banyak diberikan perlakuan intensif untuk budidaya biota tambaknya. Sebaliknya pada tambak pertama, kualitas airnya sudah lebih banyak dipengaruhi oleh perlakuan intensifikasi budidaya meskipun belum terdapat perbedaan yang signifikan dengan tambak kedua maupun perairan rawa sekitarnya. Kondisi kualitas air yang serupa diduga akibat perairan rawa yang digunakan sebagai tambak masih tergolong semi intensif. Tambak di daerah rawa biasanya digunakan untuk budidaya bandeng dan udang semi intensif dengan pemberian pakan yang tidak teratur dan lebih banyak mengandalkan pakan alami.



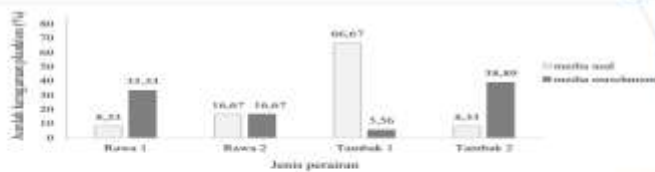
Gambar 2. Hasil analisis kluster keseragaman kualitas air pada tambak (T) dan rawa payau (R)

Mikrob halal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3—coplankton seperti *Brachionus* dan jenis *Crustacea* (Gambar 3) yang terdapat pada media perairan rawa ini dapat digunakan sebagai pakan alami bagi biota budidaya, terutama pada fase larva.



Gambar 3. Pengamatan mikrozooplankton dan identifikasi dengan mikroskop pembesaran 40 kali (a. *Brachionus*; b. *Crustacea*)

Keragaman plankton yang teridentifikasi pada setiap lokasi jika dibandingkan antara media asal dan pengkayaan (*enrichment*) berbeda sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 4.



Gambar 4. Keragaman plankton pada lokasi dalam persentase

Sedikitnya jenis plankton yang ditemukan dalam sampel dapat disebabkan oleh kurangnya suburinya perairan rawa pasang surut sebesar—dan terjadinya penurunan oksigen terlarut akibat tingginya dekomposisi bahan organik yang terjadi di perairan tersebut. Kondisi tambak dan rawa dengan sedikit bahan tanpa pertukaran air akan mengurangi nutrisi fitoplankton dan menurunkan kadar oksigen terlarut. Pertukaran air akan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk fotosintesis fitoplankton di tambak, selain bertindak sebagai aerasor alami yang meningkatkan DO dalam tambak (Cui & Chui, 2017). Kualitas air tambak dan rawa payau menunjukkan kondisi makin hancur sehingga perlu dilakukan pemupukan untuk memperbanyak mikrob aslinya. Kesuburan perairan rawa untuk tambak dapat ditingkatkan dengan pertukaran air temporal dari rawa hutan dan perempukan.

Identifikasi mikrolga (fitoplankton) dilakukan setelah pengkayaan (*enrichment*) dengan menambahkan media mikrolga, diarsari, dan diagitas selama 7-14 hari. Hasil identifikasi menunjukkan adanya peningkatan kuantitas mikrolga, meskipun terjadi pengurangan jenis yang dapat tumbuh pada media kultur teknis (Gambar 5).



Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [j9]: Sebaiknya dipecah kalimatnya. Sudah keri pecah, akan tetapi karena SNI tersebut memang kami ambil dari Tim Perikanan WWF, maka kami sebaikan dalam Tim WWF. Terima kasih.

Commented [j9]: Akan lebih baik apabila disebutkan contoh spesies bakteri atau mikro lainnya dan diberikan juga bagaimana mikrob rawa dapat menjaga parameter-parameter air yang dibutuhkan sebelumnya. Sudah keri pecah. Terima kasih.

Commented [j10]: Kondisi seperti apa yang tidak berbeda? Kualitas air

Commented [j11]: Keseragaman apa? Kualitas air

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [j12]: Perhitungan desimal bukan menggunakan tanda titik

Mohon diberi penjelasan atau interpretasi tentang gambar ini, terutama bagi pembaca yang belum familiar dengan dendrogram

"linkage" mohon diganti "bagian"

"Coefficient Distance" mohon diganti "coefficient distance"

Tidak perlu bold

Sudah keri pecah. Terima kasih.

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [j13]: Sebaiknya ada di bawah ini mohon diperbaiki:

1. Garis horizontal mohon dihapus

2. Garis sumbu Y mohon dibuat terlihat seperti curvitas

3. Keterangan grafik mohon dibuat di sebelah kanan grafik

4. Angka-angka pada grafik mohon dibuat redupli

Mohon maaf keri tidak menggunakan istilahnya karena identifikasi dilakukan setelah penambahan sampel ulangan setiap habitat

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [j14]: Mungkin yang dimaksud identifikasi mikrolga adalah fitoplankton setelah dilakukan pengkayaan dengan menambahkan media mikrolga, diarsari, dan diagitas selama 7-14 hari?

Ini sudah keri pecah. Terima kasih.

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style

Gambar 5. Hasil identifikasi mikroalga asal tambak setelah pengkayaan

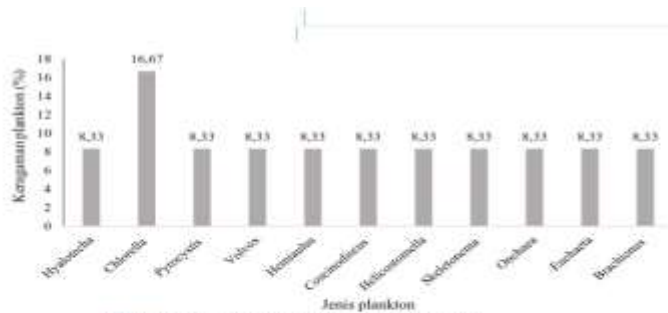
Keterangan jenis fitoplankton dan perbesarannya:

1 *Chlorella* (40x), 2 *Gloeocapsa* (100x), 3 *Aphanotece* (100x), 4 *Oscillatoria* (100x), 5 *Asterionella* (100x), 6 *Thalassiosira* (100x), 7 *Goleksinia* (100x), 8 *Prorocentrum* (100x).

Mikroalga yang teridentifikasi dalam media *enrichment* yang teridentifikasi saat pengamatan, hampir sama jenis mikroalganya dengan yang terdapat dalam habitat alaminya, yaitu didominasi *Chlorella*. Pada analisa kluster juga terlihat tambak I mempunyai keseragaman kualitas air terjajah dari lainnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh peran air tawar saat hujan yang lebih dominan daripada intrusi air laut sebagaimana tampak pada nilai salinitasnya paling rendah (1 dan 2 g/L) dibandingkan salinitas air di lokasi lainnya (<9 g/L). Daya hantar listrik juga menunjukkan kondisi yang serupa dengan salinitas. *Chlorella* merupakan jenis fitoplankton/mikroalga yang paling mudah untuk tumbuh dalam kisaran toleransi salinitas yang luas. *Chlorella autotrophica* atau *Chlorella* sp. merupakan jenis *Chlorella* laut yang dapat beradaptasi di perairan tawar karena sifatnya yang eurihalin (Mansfeldt *et al.*, 2016). Jenis mikroalga ini dapat digunakan sebagai *green water* pada sistem akuakultur dan sebagai pakan alami bagi zooplankton maupun udang. *Chlorella* dapat menjadi pakan yang meningkatkan imun bagi post larva udang dengan meningkatkan aktivitas profenol oksidase dan total haematosis sehingga dapat resisten terhadap infeksi *A. hydrophyla* (Maliwat *et al.*, 2016).

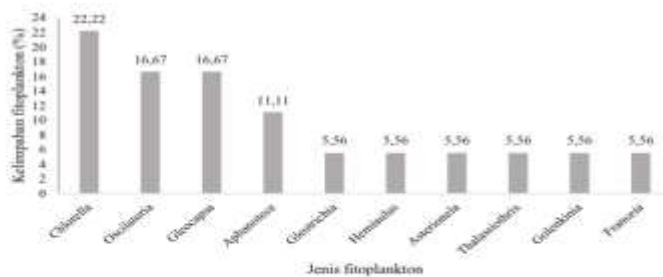
Kelimpahan plankton di media asal dan media pengkayaan menunjukkan komposisi jenis yang berbeda (Gambar 6 dan Gambar 7). Beberapa fitoplankton dan zooplankton masih belum dapat dipertahankan keberadaannya saat dikultur dalam media pengkayaan. Sebaliknya, terdapat pertumbuhan jenis fitoplankton yang tumbuh di media pengkayaan meskipun belum tumbuh pada media asal. Hal ini dapat dikarenakan kesesuaian media pengkayaan dengan media yang dibutuhkan pertumbuhan fitoplankton yang berbeda pada jenis yang berbeda.

Kelimpahan jenis *Chlorella* mendominasi pada media habitat asal dibandingkan jenis lainnya sebesar dua kali lipat dari kelimpahan jenis lainnya (Gambar 6). *Chlorella* menjadi dominan karena sifatnya yang lebih mudah tumbuh dan berkembang dalam perairan tawar maupun payau. Salinitas dapat menginduksi pembentukan lipid pada sel *Chlorella* (Kakarla *et al.*, 2018).



Gambar 6. Kelimpahan plankton di media habitat asalnya

Kelimpahan jenis fitoplankton dalam media *enrichment* tertinggi berturut turut yaitu *Chlorella*, *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*, dan *Aphanotece* (Gambar 7). *Chlorella* masih menempati posisi kelimpahan tertinggi dalam media pengkayaan merupakan larutan pupuk teknis anorganik yang sudah sering digunakan sebagai media pupuk untuk kultivasi *Chlorella*. Mikroalga jenis ini mudah beradaptasi dengan media kultur mulai pupuk sampai limbah cair pabrik kertas dan limbah akuakultur (Daneshvar *et al.*, 2018).



Gambar 7. Kelimpahan fitoplankton di media pengkayaan

Chlorophyta dan *Cyanophyta* menjadi golongan yang paling mudah untuk ditumbuhkan dalam media kultur *enrichment* (Gambar 6 dan 7). Hasil identifikasi mikroalga setelah pengkayaan dengan media kultur teknis meningkatkan jumlah dua golongan tersebut. Hal ini diakibatkan oleh adanya unsur pembeda antara dua golongan tersebut dengan golongan *Bacillariophyta*, yaitu pada unsur silikatnya. *Chlorophyta* dan *Cyanophyta* tidak dapat tumbuh baik dalam media yang mengandung cukup silikat, sedangkan *Bacillariophyta* sebaliknya. Golongan *Bacillariophyta* atau *Diatom* sangat membutuhkan unsur silikat sebagai bahan penyusun struktur tubuhnya. Hal ini

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [R15]: Keterangan mohon diperbaiki Terimakasih.

Commented [R16]: Keterangan diletakkan paling belakang setelah ini

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [jb17]: Sama dengan apa? jenis mikroalganya

Commented [jb18]: Keunggulan apa? kualitas air

Commented [Rev19]: 1. Mohon ditambahkan paragraf pengantar sebelum grafik
2. huruf x dan angka y mohon untuk diberi keterangan (title), misal: Untuk huruf x: jenis fitoplankton, untuk y: jumlah kelimpahan fitoplankton

Sudah ditambahkan paragraf pengantar sebelum grafik

Commented [R20]:

Formatted: Centered, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

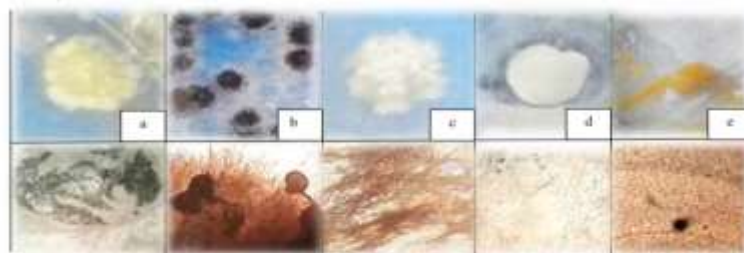
Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

termasuk salah satu faktor penentu pertumbuhan mikroalga golongan tersebut. Menurut Tilman *et al* (1982), alga hijau dan hijau biru (Cyanobacter) akan tumbuh dominan di perairan jika rasio Silikat Fosfor (Si:P) rendah dan rasio Nitrogen Fosfor (N:P) tinggi, sedangkan Diatom akan mendominasi jika rasio Silikat Fosfor tinggi dan rasio Nitrogen Fosfor rendah. Di habitat alami, nutrisi dan fluktuasi muka air merupakan faktor utama yang signifikan mempengaruhi komposisi komunitas fitoplankton, sementara suhu air dan curah hujan sangat berpengaruh pada biomassa Cyanobacteria (Yang *et al.*, 2017)

Fungi yang tumbuh dalam kultivasi dengan PDA berupa multiseluler maupun uniseluler pada media asal rawa maupun tambak (Gambar 8). Berbagai jenis fungi dapat hidup dalam habitat berair dengan membentuk lapisan yang menempel pada substrat maupun sedimen, atau membentuk flok dalam badan air. Kepadatan fungi berfilamen lebih tinggi pada sedimen dibandingkan pada kolom air. Meskipun beberapa parameter lingkungan tidak ideal untuk pertumbuhan fungi, fungi tetap dapat bertahan hidup. Genera fungi yang dapat tumbuh di perairan dan sedimen bakau antara lain *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, dan *Fusarium*. Kemampuan fungi dapat dieksplorasi untuk menghasilkan enzim industri bioteknologi dan farmasi (Doi *et al.*, 2018).



Gambar 8. Hasil identifikasi fungi setelah pengkayaan dengan perbesaran mikroskop 10 kali; kolom atas menunjukkan koloni dan kolom bawah menunjukkan sel (a: multiseluler krem, b: multiseluler hitam, c: multiseluler putih, d: uniseluler putih, e: uniseluler kuning)

Hasil pengamatan mikroskop terhadap fungi yang tumbuh pada tambak lebih beragam daripada yang asal rawa (Gambar 9) tanpa kuantifikasi jumlah koloni fungi. Pada media rawa hanya ditemukan satu jenis fungi yang mendominasi yaitu jenis multiseluler dengan warna koloni krem, sedangkan pada tambak ditemukan dua jenis fungi multiseluler dengan koloni putih dan hitam, dan dua jenis fungi uniseluler dengan warna koloni kuning dan putih. Media tambak lebih banyak mengandung bahan organik dari sisa pakan dan metabolisme biota akuakultur sehingga lebih banyak jenis fungi yang tumbuh.



Gambar 9. Kelimpahan fungi pada masing-masing media habitat asal rawa dan tambak

Organisme budidaya payau seperti udang dan bandeng menjadi faktor penyebab masuknya fungi endogenous uniseluler pada penelitian ini. Jenis fungi uniseluler (Gambar 9) , yeast dapat menjadi sumber protein sel tunggal pakan alami, probiotik, dan beta glukan sebagai imunostimulan organisme budidaya (Meena *et al.*, 2012). Fungi multiseluler (Gambar 9) berpotensi untuk menghasilkan *extracellular polymeric substances* (EPS) yang dapat menjadi material pengikat mikroba saat pembentukan bioflok maupun biofilm (Decho & Gutierrez, 2017). EPS dapat merusak kinerja dan produktivitas fasilitas akuakultur dan dapat berkontribusi terhadap serangan fitoplankton berbahaya terhadap spesies budidaya. Namun, EPS juga dapat memberikan pengaruh positif pada aktivitas akuakultur dengan meningkatkan ketahanan larva untuk dibudidayakan dan meremediasi limbah dalam proses bioflokulasi, bahkan memiliki aplikasi bioteknologi dalam industri akuakultur sebagai agen antivirus dan immunostimulants juga sebagai sumber baru agen *antibiofouling* (Camacho-Chah *et al.*, 2016). Fungi yang tumbuh pada cawan kultur belum diketahui karakternya. Karakter negatif fungi menjadi penyebab kematian massal pada budidaya ikan nila di tambak berasal dari *Branchiomyces* dalam kualitas air tambak yang kadar oksigen terlarutnya masih diatas 4 mg/L (Abu-Elala *et al.*, 2016). Hal ini menjadi penting untuk memastikan karakter fungi yang diisolasi tidak bersifat patogen, toksik, maupun mengandung zat anti nutrisi.

Keberadaan fungi dan mikroalga dari berbagai jenis dapat digunakan sebagai kandidat bagi-penyusunan bioflok. Mikroalga dapat membentuk flok dengan mikroba lain seperti bakteri, fungi ataupun mikroalga lainnya selama ada yang menghasilkan perekatnya seperti polisakarida (Ummalyma *et al.*, 2017). Penggunaan mikroba bioflokulan dapat diterapkan sebagai pakan alami dalam akuakultur selama syarat pakan terpenuhi, yaitu bukan patogen, tidak beracun, tidak menghasilkan zat anti nutrisi dan dapat dikonsumsi biota target. Kedua jenis mikroba eukariot dan potensi simbiosis diantara keduanya hingga menghasilkan kandidat penyusunan bioflok yang menguntungkan organisme budidaya masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat masih sedikitnya informasi terkait konsorsium mikroba eukariot untuk lingkungan, pakan dan pengendali penyakit dalam pengembangan akuakultur yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Pengembangan akuakultur dunia yang terus berlanjut, menuntut strategi baru dan alternatif yang bertujuan untuk mencapai keberlanjutan. Sistem berbasis mikroba merupakan salah satu strategi yang paling tepat untuk mencapai akuakultur yang berkelanjutan. Sistem ini didasarkan pada keunggulan proliferasi mikroba, mikroorganisme autotrofik atau heterotrofik. Penggunaan mikroba tersebut dapat mendaur ulang dan mengubah kelebihan nutrisi dari kotoran, organisme mati, pakan

Commented [R21]: Substitusikan rasio apa

Commented [R22]: Substitusikan rasio apa

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [Jb23]: ditambahkan apa memang seperti ini? Mohon diartikan kembali

Commented [Jb24]: 1. Ganti sumber X dan Y mohon dibuat jelas
2. Keterangan grafik mohon dibuat di sebelah kanan grafik
3.

Formatted: Left, Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Indent: First line: 0 cm, Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Commented [Jb25]: Mohon dikembangkan isinya atau digabung dengan paragraf lain

Sudah kami perbaiki terimakasih

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

yang tidak dikonsumsi dan beragam metabolit, menjadi biomassa mikroba, yang selanjutnya akan dikonsumsi oleh organisme budidaya (Martinez-Cordova *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Mikroalga yang dapat tumbuh dalam media kultur dari golongan Chlorophyta dan Cyanophyta, Fungi yang tumbuh pada media PDA asal tambak dan rawa payau dari golongan multiseluler dan uniseluler. Kedua mikroba eukariot ini dapat berpotensi menjadi penyusun bioflok dalam pengembangan akuakultur rawa payau yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian yang merupakan bagian penelitian Unggulan Kompetitif Unsur tahun 2016 dan 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Elala NM, Abd-Elsalam RM, Marouf S, Abdelaziz M, Moustafa M. 2016. Eutrophication, ammonia intoxication, and infectious diseases: interdisciplinary factors of mass mortalities in cultured Nile tilapia. *Journal of Aquatic Animal Health* 145:187–198.
- Boaventura CM, Coelho FJRC, Martins PT, Pires ACC, Duarte LN, Uetanabaro APT, Cleary DFR, Gomes NCM. 2018. Micro-eukaryotic plankton diversity in an intensive aquaculture system for production of *Scophthalmus maximus* and *Solea senegalensis*. *Aquaculture* 490: 321–328.
- Camacho-Chab JC, Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez MdTR, Galaviz-Villa I, Hinojosa-Garro D, and Ortega-Morales BO. 2016. Implications of extracellular polymeric substance matrices of microbial habitats associated with coastal aquaculture systems. *Water* 369 : 1–21.
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357: 351–356.
- Cui W and Chui TFM. 2017. Temporal variations in water quality in a brackish tidal pond: Implications for governing processes and management strategies. *Journal of Environmental Management* 193: 108–117.
- Daneshvar E, Antikainen L, Koutra E, Kornaros M, Bhatnagar A. 2018. Investigation on the feasibility of *Chlorella vulgaris* cultivation in a mixture of pulp and aquaculture effluents: treatment of wastewater and lipid extraction. *Bioresour Technol*. 255: 104–110
- Davis CC. 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton*. East Lansing: Michigan State University.
- Decho AW and Gutierrez T. 2017. Microbial extracellular polymeric substances (EPSs) in ocean systems. *Frontiers in Microbiology* 8: 922.
- de Melo ML, Bertilsson S, Amaral JHF, Barbosa PM, Forsberg BR, Sarmiento H. 2018. Flood pulse regulation of bacterioplankton community composition in an Amazonian floodplain lake. *Freshwater Biology* 00:1–13.
- Doi SA, Pinto AB, Camali M C, Polezel DR, Merguizo RAC, de Oliveira AJFC. 2018. Density and diversity of filamentous fungi in the water and sediment of Araçá Bay In São Sebastião, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*. 18: 1–9.
- Easson CG and Lopez JV. 2019. Depth-dependent environmental drivers of microbial plankton community structure in the northern gulf of Mexico. *Frontiers in Microbiology* 9:3175.
- Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinneer SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystem* 22: 836–847
- Kakarla R, Choi JW, Yun JH, Kim BH, Heo J, Lee S, Cho DH, Ramanan R, and Kim HS. 2018. Application of high-salinity stress for enhancing the lipid productivity of *Chlorella sorokiniana* HS1 in a two-phase process. *Journal of Microbiology* 56: 56–64.
- Madigan MT, Martinko JM, Bender KS, Buckley DH, Stahl DA. 2015. *Brock biology of microorganisms*. Fourteenth edition. Pearson Education, Inc. United States of America.
- Maliwat GC, Velasquez S, Robil JL, Chan M, Traifalgar RF, Tayamen M, Ragaza JA. 2016. Growth and immune response of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Aquaculture Research* 4: 1666–1676.
- Mansfeldt CB, Richter LV, Ahner BA, Cochlan WP, Richardson RE. 2016. Use of de novo transcriptome libraries to characterize a novel oleaginous marine chlorella species during the accumulation of triacylglycerols. *PLoS ONE* 11: 1–21.
- Martinez-Cordova LR, Emerenciano M, Miranda-Baeza A, and Martinez-Porchas M. 2014. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture* 6: 1–18.
- Martinez-Porchas M, Martinez-Cordova LR. 2012. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal* 2012: 1–9.
- Meena DK, Das P, Kumar S, Mandal SC, Prusty AK, Singh SK, Akhtar MS, Behera BK, Kumar K, Pal AK, Mukherjee SC. 2012. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish Physiology and Biochemistry* 39: 431–457.
- Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452: 247–251.
- Perumat S, Thirunavukkarasu AR, Pachiappan P. 2015. *Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture*. New Delhi : Springer India
- Suwanda MH dan Noor M. 2014. Kebijakan Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut untuk Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8: 31–40.
- Tilman, D., Kilham, S.S., Kilham, P. 1982. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. *Annual Review Ecology & Systematics* 13: 349–372.
- Tim Perikanan WWF Indonesia. 2014. *Best Practice Management, Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. Jakarta: WWF Indonesia.
- Ummalyma SB, Gnansounou E, Sukumaran RK, Sindhu R, Pandey A, Sahoo D. 2017. Biofloculation: An alternative strategy for harvesting of microalgae—an overview. *Bioresour Technol* 242: 227–235.
- Venkatachalam S, Kandasamy K, Krishnamoorthy I, Narayanasamy R. 2018. Survival and growth of fish (*Lates calcarifer*) under integrated mangrove aquaculture and open-aquaculture systems. *Aquaculture Reports* 9 : 18–24.
- Yang JR, Hong Lv, Isabwe A, Liu L, Yu X, Chen H, Yang J. 2017. Disturbance-induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs. *Water Research* 120: 52–63.

Formatted: Space After: 0 pt, Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style, Line spacing: single

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Commented [j626]: Pustaka primer 72%, mohon menambahkan atau mengganti pustaka yang ada dengan pustaka primer.

Pustaka primer yaitu jurnal 30 tahun terakhir, tidak termasuk buku, skripsi, tesis, disertasi, laporan, website, prosiding atau bentuk publikasi lain. Buku menggunakan print pustaka di atas namun tidak akan dihitung sebagai pustaka primer.

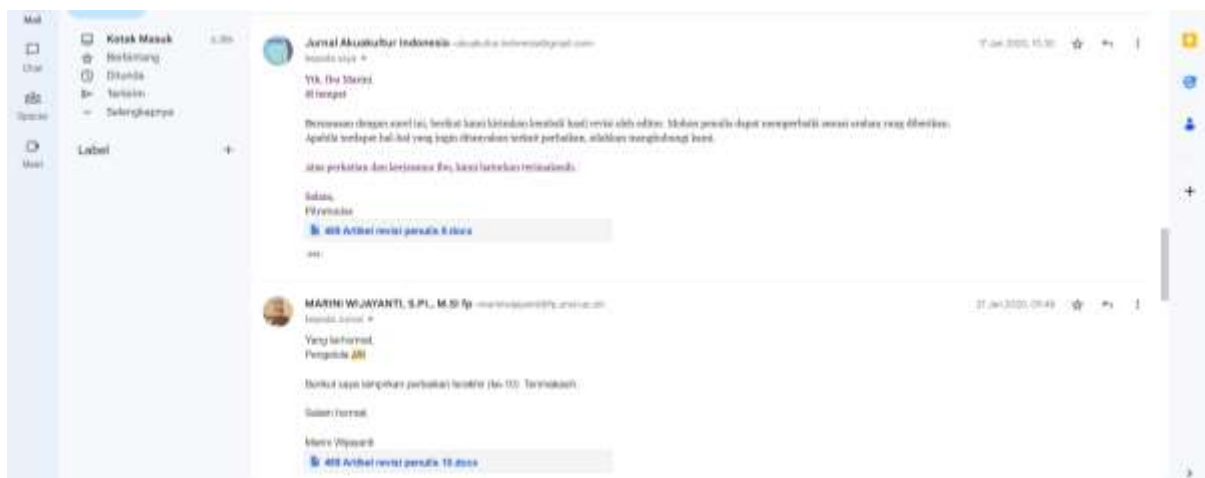
Terimakasih... sudah kami perbaiki insyaallah 82%

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Formatted: Don't add space between paragraphs of the same style

Perbaikan dengan editor



Mail

Kotak Masuk 1/00

Berkas

Daftar

Selengkapnya

Label

Jurnal Akademi Indonesia akademika@indonesiaindonesia.com 24 Feb 2020, 09:18

Yth. Bu Mami

0 terlampir

Berikut kami lampirkan manuscript Bu. Mohon memperhatikan secara khusus yang berbau etika pustaka, mohon memperhatikan pustaka yang terlampir. Apabila terdapat perbedaan terkait manuscript, mohon menghubungi kami.

Revisi perhalus dari terlampir Bu, kami lakukan selanjutnya.

Terima kasih

24 Feb 2020, 09:18

408 Artikel resmi periode 11 data

MAMI WJAYANTI, S.P., M.Si Sp mamiwjayanti@uniba.ac.id 24 Feb 2020, 09:18

Yth. Pengantar Jurnal Akademi Indonesia

Mohon maaf, jika masih terdapat ada kekurangan dalam artikel kami dan perlunya berunding dengan review awal. Kami berusaha memperbaiki sesuai saran, tetapi jika sudah terlampir kami apakah masih dapat dipinjam.

Terimakasih kami menghormati artikel kami karena telah sesuai dengan etika apabila ada perubahan terkait peninjauan yang telah kami kirimkan akan dikembalikan, sehingga kami dapat mengirimkan artikel kami ke jurnal online.

Kami berharap artikel kami mendapat kesempatan terbaik, kami terimakasih dapat diterbitkan.

Mohon maaf jika selama ini sudah banyak mengirimkan.

Mohon kerifannya Bapak Ibu pengantar jurnal, terimakasih atas waktunya.

Hormat kami,

Mail

Kotak Masuk 1/00

Berkas

Daftar

Selengkapnya

Label

Jurnal Akademi Indonesia akademika@indonesiaindonesia.com 27 Feb 2020, 04:26

Yth. Bu Mami

0 terlampir

Mohon maaf Bu, bisa kami minta kembali artikel Bu? Supaya dapat mengoreksi manuscript Bu lebih etnik

MAMI WJAYANTI, S.P., M.Si Sp mamiwjayanti@uniba.ac.id 27 Feb 2020, 13:26

Yth. Pengantar

Tentu saja, bisa dikembalikan menghubungi via telepon atau WA. Mohon maaf jika saya hampir melupakan dengan mensubmit keas, mengingat sudah dari peninjauan telah 2017. Kami bisa kirim ke apa saja dengan tetapi pihak pengantar belajar menuliskan online dengan perbaikan.

Mohon hubungi 08137312917. Terimakasih.

Hormat saya,
Mami Wjayanti

Bukti konfirmasi artikel accepted (7 April 2020)

[JAI] Editor Decision 0000000000

JAI ADMIN 0000000000
Hendri Hidayat, Terkhyatuz, Dede Jaharoh, Ade Eka Saputra, Karta Sari Denti, Agustina, Nabila Sarwanol, DE Tubani, Hary Wigijanti

7 Apr 2020, 11:38

🔍 **Inggris** → **Indonesia** → **Terjemahkan pesan** 🔗 **Share this email** **🔗**

Hendri Hidayat, Terkhyatuz, Dede Jaharoh, Ade Eka Saputra, Karta Sari Denti, Agustina, Nabila Sarwanol, DE Tubani, Hary Wigijanti

We have reached a decision regarding your submission to *Journal of Health Care Indonesia*, "Tindakan tindakan potensial kebidanan di ruang persalinan".

Our decision is to:

ACCEPT
Department of Reproductive Health
Phone 02042437581
editorial@jhi.ac.id

Journal of Health Care Indonesia <http://journal.jhi.ac.id/index.php/jhi>

JAI ADMIN 0000000000
Hendri Hidayat, Terkhyatuz, Dede Jaharoh, Ade Eka Saputra, Karta Sari Denti, Agustina, Nabila Sarwanol, DE Tubani, Hary Wigijanti

7 Apr 2020, 11:38

🔍 **Inggris** → **Indonesia** → **Terjemahkan pesan** 🔗 **Share this email** **🔗**

Hendri Hidayat, Terkhyatuz, Dede Jaharoh, Ade Eka Saputra, Karta Sari Denti, Agustina, Nabila Sarwanol, DE Tubani, Hary Wigijanti



The editing of your submission, "Tindakan tindakan potensial kebidanan di ruang persalinan" is complete. We are now sending it to production.

Submission URL: <http://journal.jhi.ac.id/index.php/jhi/author/center/submission/20277>

ACCEPT
Department of Reproductive Health
Phone 02042437581
editorial@jhi.ac.id

Bukti konfirmasi artikel published online (8 April 2020)

Register Login


 **JURNAL AKUAKULTUR INDONESIA**
Indonesian Journal of Aquaculture
ISSN : 14125269 E-ISSN : 23546700 

About Submission Current Archives Policy Announcements

Search

Home / Archives / Vol. 19 No. 1 (2020): Jurnal Akuakultur Indonesia

Vol. 19 No. 1 (2020): Jurnal Akuakultur Indonesia



Published: 2020-01-15

Articles

Characterization of fermentation liquid from mangrove leaves *Avicennia marina* and its inhibitory potential for bacterium causing ice-ice disease
Samsu Adi Rahman, Sukenda, Widanarni, Alimuddin, Julie Ekasari 1-9
[PDF](#)

Reproductive and growth performances in female giant freshwater prawn following inhibition of gonadal maturation using dopamine and medroxyprogesterone hormone
Megawati Wijaya, Agus Oman Sudrajat, Imron 10-18
[PDF](#)

Eukaryote microbes potential for bioflocs in the swamp aquaculture
Marini Wijayanti, Tanbiyaskur, Dade Jubaedah, Ade Bayu Saputra, Karta Sari Genti, Agustina, Nabila Saraswati, Siti Yuliani, Hary Widjajanti 19-29
[PDF](#)

Economic feasibility study of *Litopenaeus vannamei* shrimp farming: nanobubble investment in increasing harvest productivity
Syifa Mauladani, Asri Ifani Rahmawati, Muhammad Fahrurrozi Absirin, Rizki Nugraha Saputra, Aprian Fajar Pratama, Arief Hidayatullah, Agus Dwiarto, Ahmad Syarif, Hardi Junaedi, Dedi Cahyadi, Henry Kasman Hadi Saputra, Wendy Tri Prabowo, Ujang Komarudin Asdani Kartamiharja, Alfian Noviyanto, Nurul Taufiqu Rochman 30-38
[PDF](#)

Isolation, identification, and pathogenicity tests of pathogenic bacterial associated with black body syndrome in white barramundi *Lates calcarifer* B.
Akmal Izwar, Sri Nuryati, Rahman, Rini Purnomowati 39-49

Eukaryote microbes potential for bioflocs in the swamp aquaculture

Potensi mikrob eukariot untuk bioflok akuakultur lahan rawa payau

Marini Wijayanti^{1*}, Tanbiyaskur¹, Dade Jubaedah¹, Ade Bayu Saputra¹, Karta Sari Genti¹, Agustina¹, Nabila Saraswati¹, Siti Yuliani¹, Hary Widjajanti²

¹Program Study of Aquaculture, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya, South Sumatera, Indonesia

²Department of Biology, Program Study of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sriwijaya, South Sumatera, Indonesia

*Corresponding author : mariniwijayanti@fp.unsri.ac.id

(Received May 30, 2017; Accepted July 30, 2019)

ABSTRACT

Eucaryote microbes have an important role in forming bioflocs in the brackishwater aquaculture ponds. Bioflocs become potential live feed for milkfish or crustacea. This study aimed to identify the potential of eukaryotic microbes in the brackishwater aquaculture as the biofloc candidates potential development. This study was done through the water quality assessment and potential indigenous microbes isolation approach. Sampling was retrieved from the water subcomposite and sediment on each intertidal inlet and outlet. The water quality of brackishwater pond and intertidal swamp tended to lack of nutrient as containing inoptimal dissolved oxygen, salinity, pH, and ammonia content for the milkfish culture. Therefore, liming and fertilizing should be done to enrich the indigenous microbes. Eucaryote microbe isolated from the enrichment media was the aquatic fungi (multicellular and unicellular fungi) and microalgae (bacillariophyta, chlorophyta, and cyanophyta). Fungi and yeast formed a flocculation with microalgae. This form will become a biofloc candidate as a live feed and water quality controller for the development of brackishwater aquaculture in the swamp area.

Keywords: eucaryote microbes, biofloc, aquaculture, pond, brackish water swamp

ABSTRAK

Mikrob eukariot berperan penting dalam pembentukan bioflok di tambak budidaya pada lahan rawa payau. Bioflok menjadi pakan alami untuk budidaya ikan bandeng atau udang. Tujuan riset ini adalah mengidentifikasi mikrob eukariot rawa payau potensial untuk pengembangan kandidat bioflok di akuakultur rawa payau. Riset ini dilakukan dengan pendekatan kualitas air serta isolasi mikrob *indigenous* tambak dan rawa pasang surut untuk mendapatkan isolat mikrob potensial sebagai kandidat pembentuk bioflok. Sampling dilakukan secara subkomposit pada air dan sedimen di setiap *inlet* dan *outlet* pasang surut. Kualitas air tambak dan rawa pasang surut menunjukkan kondisi oksigen terlarut, salinitas, pH, dan amonia berada di luar batas optimum budidaya ikan bandeng, sehingga perlu dilakukan pengapuran dan pemupukan untuk memperbanyak mikrob *indigenous*-nya. Isolasi mikrob eukariot dari media pengayaan diperoleh jenis fungi akuatik yang multiseluler dan uniseluler, sedangkan mikroalga yang diperoleh yaitu dari golongan Bacillariophyta, Chlorophyta, dan Cyanophyta. Fungi yang dapat membentuk hifa dapat merangkai mikroalga dan khamir untuk membentuk flok. Susunan ini diharapkan dapat menjadi bahan bioflok yang berguna sebagai pengendali kualitas air sekaligus pakan alami bagi pengembangan budidaya di lahan rawa payau.

Kata kunci: mikrob eukariot, bioflok, budidaya, tambak, rawa payau

INTRODUCTION

Brackishwater aquaculture is shrimp and fish culture in the pond using brackishwater applied at about 200,000 ha along with the coastal areas (Kumaran *et al.*, 2018). The brackish wetland is usually a swamp that has a low fertility rate and pH level, making it less suitable for agricultural development. The development of aquaculture is expected to increase this land productivity and improve the local people welfare. The potential utilization of swamp water is still great for the brackishwater aquaculture industry. The development of aquaculture on the intertidal brackish land continues to be carried out mainly for the enhancement of marginal land productivity and achieving the fish culture production target.

The natural productivity of the swamp water becomes one of the important parts of the development of the swamp aquaculture. Determining the level of natural productivity usually depends on the water primary productivity, namely phytoplankton. Phytoplankton comes from in situ microalgae that will symbiotically relate to other aquatic microbes to form a basic food chain in the brackish wetland (Madigan *et al.*, 2015). The microbial community is a key player in the nutrient cycle process and maintenance, as well as the fish health in the aquaculture system. The composition and function of eukaryote microbes in the aquaculture system is still much unknown (Boaventura *et al.*, 2018). Therefore, microbial abundance can be used as an ecological approach in the sustainable development of sustainable swamp aquaculture. The swamp fish culture has much been done by the restation system without water exchange. One method for the fish and shrimp culture intensification without the water exchange can be done by the biofloc development (effective microbial groups). This makes the aquaculture activities more sustainable in terms of production as it maintains water quality, efficient feed, and culture biota health (Martinez-Porchas & Martinez-Cordova, 2012).

The aquatic microorganisms play an important role in the water ecosystem and biogeochemical cycles (De Melo *et al.*, 2018). The eukaryote microbes, comprising microalgae, fungi, and microzooplankton, are important components of water productivity. These organisms combine themselves into the water mutualism symbiosis. The aquatic lichene has been found in the brackishwater as well as the terrestrial area. Lichene is a symbiosis between fungi and

photosynthetic algae or cyanobacteria. This symbiosis is the biofloc starter applied to shrimp, milkfish, and fish ponds. The microbial plankton community forming flocs becomes important in the pelagic food nets (Easson & Lopez, 2019).

The brackishwater quality is beneficial for cultured fish growth and survival (Venkatachalam *et al.*, 2018). The aquatic microbial flocculation can be a simple technology to control the water quality, feed, even disease prevention (Crab *et al.*, 2012). The successful application of bioflocs for sustainable aquaculture development is determined by the nutrient availability, one of which is the C and N ratio in the culture medium (Pérez-Fuentes *et al.*, 2016). These nutrients are utilized to proliferate microbial inoculants given in the culture media. The in situ microbes given nutrients will develop according to the ecosystem requirement or depending on the microbial composition in the ecosystem. This makes the microbial candidate isolation necessary to be utilized as Bioflocs former based on the condition of land and water quality during the aquaculture activities. This study aimed to identify the potential of the eukaryotic microbes of swamp area for the biofloc candidate development in the swamp culture.

MATERIALS AND METHODS

This study comprised four steps, namely sampling, cultivation-enrichment, observation, and microscopic identification of the eukaryote microbes.

Sampling

Sampling was performed on November–December 2016 in the swamp area of Tanjung Lago Village, Banyuasin, South Sumatra. The water samples were obtained from four locations (two locations from the brackishwater culture ponds, and two other locations from swamp water areas). Two sampling points represented the intertidal inlet and outlet on each location subcompositely. The water samples were obtained for further water quality and microbial isolation. The in situ water samples were analyzed based on the quality through the temperature, brightness, pH, salinity, dissolved oxygen, and total dissolved solid parameters. Meanwhile, water samples for the other water parameter analysis (BOD, COD, ammonia, nitrate, nitrite, phosphate, Pb, Hg, and Cd) were kept on the refrigerator. The water sample for the microbial isolation was filtered

using a plankton net and kept cool in the bottle at the refrigerator temperature (Addo *et al.*, 2016; Madigan *et al.*, 2020).

Enrichment and cultivation

Water samples of 200 mL (made with two replications) on each location were moved into the Erlenmeyer. These samples were enriched with the sterilized technical fertilizer (TSP ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), ZA ($(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$, Gardasil B) at pH 6–7 under a tube lamp with 500 – 1000 lux. Agitation was performed through aeration for 24 hours, then shaken at 3 times a day for 1 minute every 08.00, 12.00, and 16.00 (GMT+7) until all samples were ready to be identified and isolated (7–14 days). The fungi cultivation was performed using potato dextrose agar (PDA) from the diluted (10^4) enriched isolate using physiological NaCl and grown for 5 days, and shook 3 times a day.

Observation and identification

The eukaryote microbial identification containing phytoplankton and zooplankton was performed using a microscope with 40 and 100 times magnification and assisted with the identification book of Davis (1955). The fungi identification was performed until the proposed groups from the multicellular and unicellular based on the morphological observation. The morphological difference was observed from the specific characteristics of hyphae cells (Madigan *et al.*, 2020).

Data analysis

The observational data of eukaryote microbial types were analyzed descriptively along with the percentage of relative abundance on each plankton type and uniformity on each habitat (swamp or pond). The water quality measurement data result were also analyzed descriptively using the dendrogram analysis (Minitab 14 program) and

grouped based on the uniformity level between the eukaryote microbial habitats.

RESULTS AND DISCUSSION

The swamp water and sediment sampling on the intertidal area was performed during the low-tide reaching the up-tide. Sampling was performed on two areas representing milkfish/shrimp culture ponds (T.I and T.II) and intertidal swamp areas (R.I and R.II) (Figure 1a and 1b). Samples were taken from two points representing the intertidal inlet and outlet. The inlet point was closed to the water entrance from the river, while the outlet point was closed to the seawater way (based on the freshwater flow).

The data obtained from the first sampling (in situ) is shown in Table 1. The water quality result indicates that the intertidal swamp areas have a higher pH tendency than the common water. This is because there was a liming condition during the culture preparation process. High pH level tendency from acid to neutral will be followed with the high microbial diversity in the water (Wijayanti *et al.*, 2019), improving the opportunity to obtain the prospective microbial isolates to maintain the water quality, specifically when utilized as the fish swamp culture water source.

The water quality was still at the range of the national standard for brackish water aquaculture shrimp and milkfish), as the brightness was 30–40 cm and nitrite content was <3 mg/L (SNI 6418.3, 2013; WWF, 2014). Some parameters were outside the optimum range of the national standard, as the dissolved oxygen should be 4–8 mg/L, ammonia should be <0.01 mg/L, total organic matter should be 20–25 mg/L, pH should be 7.5–8.5, and salinity should be 5–25 g/L (SNI 6418.3, 2013; WWF, 2014). The salinity level in location 1 was less than the optimum salinity range



Figure 1. Area of swamp culture water of milkfish and shrimp pond (a), and intertidal swamp water area (b). Note: inlet ●, outlet flow ●

Table 1. The water quality of swamp pond (T) and intertidal swamp (R)

No.	Parameter	Unit	Location							
			T.I.1	T.I.2	T.II.1	T.II.2	R.I.1	R.I.2	R.II.1	R.II.2
1	Depth	cm	58.00	61.00	50.00	58.00	51.00	151.00	72.00	60.00
2	Salinity	g/L	2	1	12	18	20	9	11	19
3	Temperature	°C	33.4	34.3	33.8	34.4	33.5	32.5	30.6	30.6
4	pH	unit	7.33	7.17	7.39	7.56	6.68	7.06	6.82	6.85
5	Brightness	cm	46.00	48.75	41.00	36.50	48.00	59.00	61.25	42.00
6	TDS	g/L	3.26	3.25	>10	>10	>10	4.53	>10	>10
7	DHL	ms	5.2	5.6	19.8	19.50	>20	7.9	19.1	>20
8	DO	mg/L	3	2.9	2.8	2.4	2.6	3	2.8	2.8
9	BOD ₅	mg/L	0.9	2.4	1.8	1.9	0.7	2.3	0.9	1.5
10	COD	mg/L	8	9	6	8	9	7	10	7
11	Ammonia	mg/L	0.09	0.12	0.14	0.19	0.33	0.26	0.24	0.19
12	Nitrate	mg/L	0.06	0.09	0.09	0.01	0.14	0.10	0.09	0.08
13	Nitrite	mg/L	0.019	0.021	0.018	0.019	0.024	0.027	0.021	0.018
14	Phosphate	mg/L	0.12	0.12	0.09	0.09	0.01	0.01	0.04	0.04
15	TOC	mg/L	26.3	26.3	27.8	27.8	26.6	26.6	19.3	19.3
16	Pb	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020	0.020	0.020
17	Hg	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Cd	mg/L	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015

Note : T.I.1 = Inlet pond 1, T.I.2 = Outlet pond 1, T.II.1 = Inlet pond 2, T.II.2 = Outlet pond 2 ; R.I.1 = Inlet swamp 1, R.I.2 = Outlet Swamp 1, R.II.1 = Inlet swamp 2, R.II.2 = Outlet swamp 2; 1 and 2 are the replication codes representing the habitat

for milkfish culture. The dissolved oxygen in ponds and swamps were relatively low. The pH value was also averagely low from the optimum range. The ammonia value both in ponds and swamps brackish was still higher than the maximum limit for milkfish culture. Thereby, the water quality system needs to be improved to customize with the water quality standard for milkfish culture. The aeration system improvement, liming, and seawater flow addition can increase the dissolved oxygen, reduce unionized ammonia level, besides increasing the pH and salinity level based on the optimum condition of milkfish culture.

The water quality condition improvement can be done by liming combined with fertilization to increase the swamp microbes potential as probiotics that can improve and maintain the water quality and cultured biota. The swamp microbes containing bacteria, fungi, and phytoplankton are expected to be the microbial candidates as the live feed material for bioflocs. Swamp bacteria symbiotic with fungi can help maintain the water quality by reducing the sulfate, nitrite-ammonium (denitrifier and anammox), and dissolved carbon in the swamp water including the dark water area

(Holland *et al.*, 2012). Phytoplankton that grows in the swamp bioflocs has a role to supply the dissolved oxygen through photosynthesis.

The group analysis result on the water quality data presented as a Dendrogram (Figure 2) indicates that among the four sampling locations (T I, T II, R I, and R II) have no water quality condition difference. This was shown from the water uniformity level among locations that were still above 95%, which means that the swamp water has no different from the pond water. The water quality in pond 2 (TII) and swamp water (RII and RI) were separated from pond 1 (TI). This indicates that the water quality in pond 2 was still closely similar to the swamp water. This also means that pond 2 has not been given much intensive treatment for the cultured biota. In contrast, the water quality has been improved more in pond 1, although there was no significant difference with pond 2 and swamp water. Similar water quality condition is suspectively due to the swamp water as the cultured ponds were still semi-intensive as swamp ponds are usually used for semi-intensive culture of milkfish and shrimp with unmeasured feeding and only relying on the live feed.

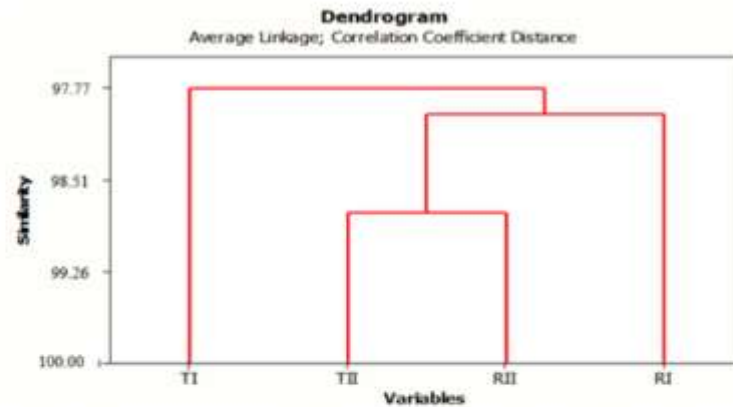


Figure 2. The pond water quality on ponds (T) and swamp areas (R) using Minitab 14. Note : T.I : Pond 1, T.II : Pond 2 ; R.I : swamp 1, R.II. : swamp 2; 1 and 2 are the replication codes representing the habitat.



Figure 3. Microzooplankton observation and identification using a microscope with 40x magnification (a. *Brachionus* ; b. Crustacea).

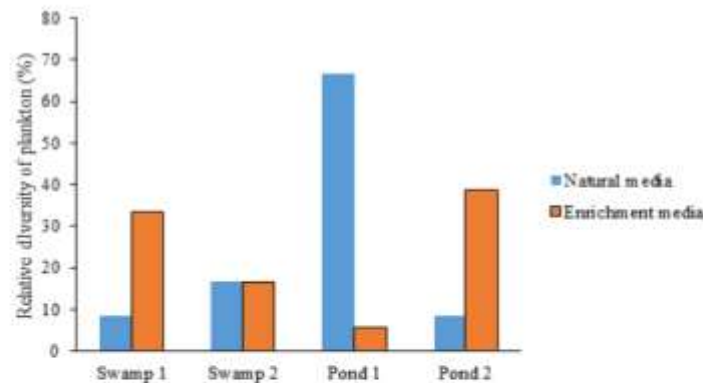


Figure 4. The relative percentage of plankton diversity on different locations

Microzooplankton, such as *Brachionus* and Crustacean type (Figure 3) contained on this swamp water can be utilized as the culture biota live feed, specifically during the larval phase.

The relative plankton diversity from the total identified plankton on each location was compared to the total identified plankton type. The relative plankton diversity was obtained from the ratio of plankton type found on the media and the total identified plankton type on all locations. The relative plankton diversity per location compared

among the different media and enrichment can be seen in Figure 4.

The lack of plankton type found in the samples can be caused by a less fertilized swamp of and dissolved oxygen reduction due to the high organic matter decomposition. Pond and swamp conditions with little or without water exchange will reduce the phytoplankton nutrients and dissolved oxygen level. In addition, to become the natural aerator that enhances the DO in the pond, the water exchange will provide the nutrient

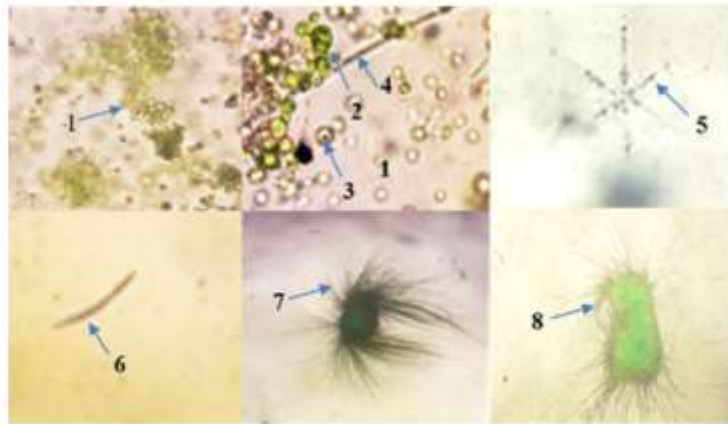


Figure 5. The microalgae identification from water pond sample after enrichment. Note: Phytoplankton types and the magnification: 1. *Chlorella* (40x), 2. *Gleocapsa* (100x), 3. *Aphanotece* (100x), 4. *Oscillatoria* (100x), 5. *Asterionella* (100x), 6. *Thalassiothrix* (100x), 7. *Golenkinia* (100x), 8. *Franccia* (100x).

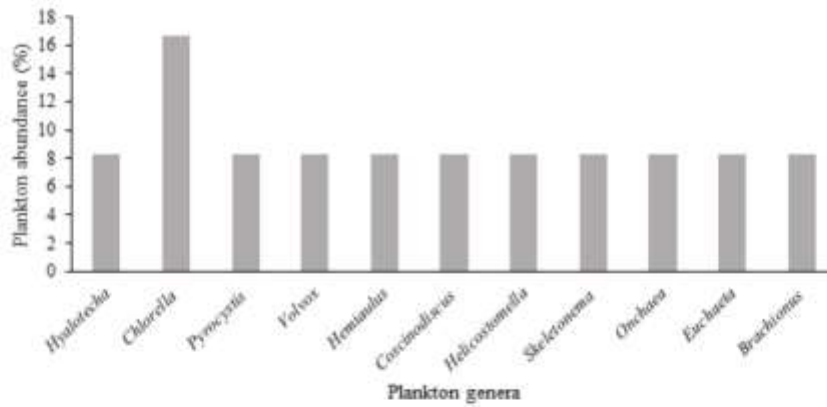


Figure 6. Abundance of plankton in natural habitat medium

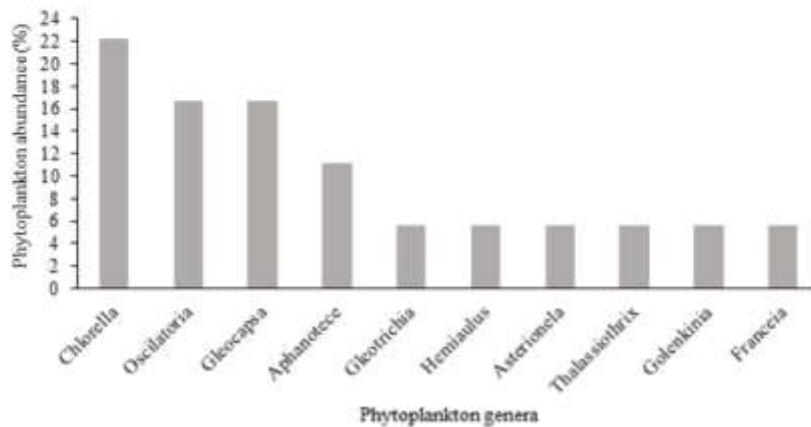


Figure 7. Abundance of phytoplankton in enrichment medium

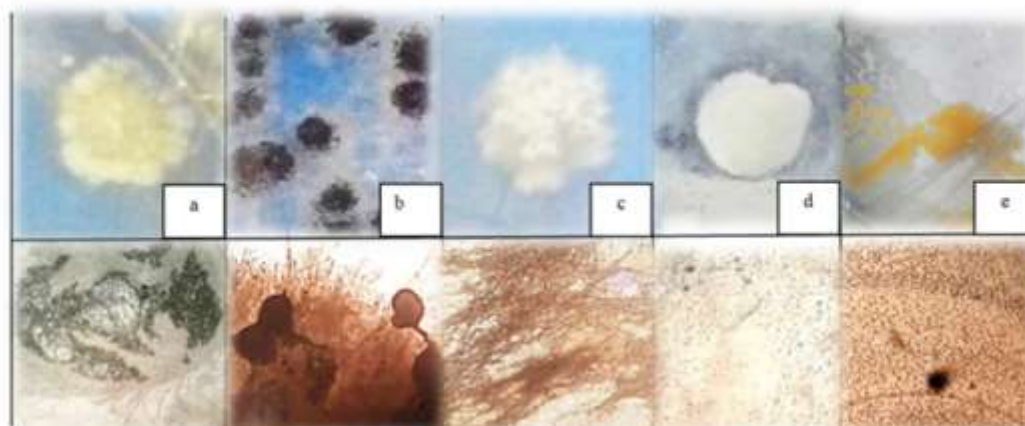


Figure 8. The fungi identification after enrichment with 10x (above) and 40x (below) magnification. Above column shows the colony, while the below column shows the cell (a: cream multicellular, b: black multicellular, c: white multicellular, d: white unicellular, e: yellow unicellular).

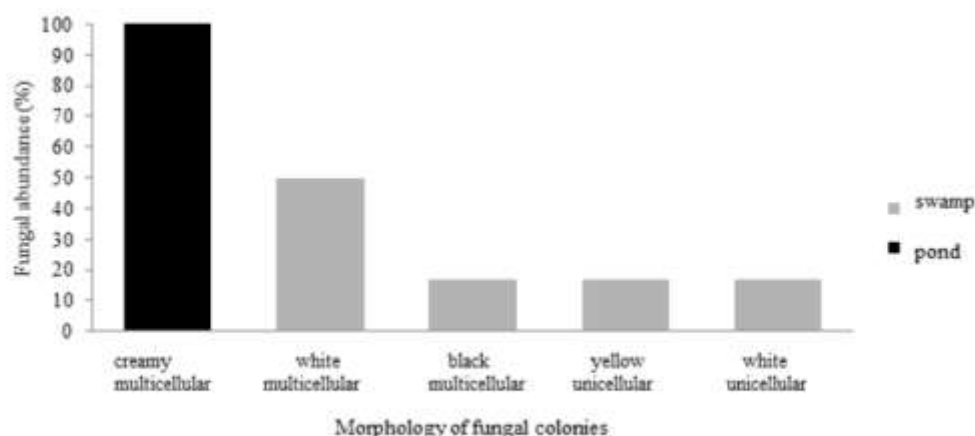


Figure 9. The fungal abundance on each habitat from swamp and pond

required for the phytoplankton photosynthesis in the pond (Cui & Chui, 2017). The water quality of pond and swamp shows poor nutrient conditions, requiring fertilization to multiply the original microbes. The swamp water fertility of swamp ponds can be enhanced through the temporal water exchange from swamp forest and fertilization effort.

The microalgae (phytoplankton) identification was performed after the enrichment by adding microalgae, then aerated and agitated on the media for 7–14 days. The identification result indicates an increased microalgal quantity, although a reduction quantity occurs in the type that grew on technical culture media (Figure 5).

The identified microalgae contained on the enrichment media during the observation period were almost similar to those found in the natural

habitat, dominated by *Chlorella*. The group analysis on pond 1 showed the farthest water quality uniformity from others. This may be caused by the role of freshwater when the rainwater was more dominant than seawater intrusion as seen on low salinity value (1 and 2 g/L) compared to the water salinity level on other locations (<9 g/L). The electrical power also shows similar condition with salinity. *Chlorella* is the easiest growing type of phytoplankton/microalgae with broad salinity tolerance. *Chlorella autotrophica* or *Chlorella* sp. is a type of marine *Chlorella* that can adapt to the freshwater because of its euryhaline capability (Mansfeldt *et al.*, 2016) This type of microalgae can be used as green water on the aquaculture system and live feed for zooplankton and shrimp. *Chlorella* can be an immune-boosting feed for post shrimp larvae with increased prophenoloxidase

activity and total haematocyte, resisting *A. hydrophila* (Maliwat *et al.*, 2016).

The plankton abundance in the origin and enrichment media shows different composition types (Figures 6 and 7). Some phytoplankton and zooplankton were still unable to be preserved while cultured on the enrichment medium. Conversely, there were phytoplanktons growing on the enrichment media, although unable to grow on the original media as stated in Figures 6 and 7. This can be due to the different conformity of enrichment media for different phytoplankton types.

Chlorella dominated twice on the origin habitat media compared to other types (Figure 6). This happened as *Chlorella* can easily grow either in freshwater or brackishwater. High salinity level in the brackishwater induces lipid formation in *Chlorella* cells (Kakarla *et al.*, 2018), making *Chlorella* retain the osmoregulation process with the lipid protection on the cell walls.

The highest phytoplankton abundance on the enrichment media consecutively is *Chlorella*, *Oscillatoria*, *Gleocapsa*, dan *Aphanotece* (Figure 7). *Chlorella* was still in the highest abundance on the enrichment media containing the anorganic technical fertilizer solution often utilized as the fertilizer media for cultivating *Chlorella*. This microalgae type is easily adapted to the various media from the fertilizer until the paper factory and aquaculture sewage media (Daneshvar *et al.*, 2018).

Chlorophyta and Cyanophyta became the easiest group to be grown on the enrichment culture media (Figures 6 and 7). The microalgae identification after enrichment with the technical culture media improved these two groups quantity due to the different element requirement among the two groups and Bacillariophyta, specifically silicate element. Chlorophyta and Cyanophyta are unable to grow well in the media containing silicate instead of Bacillariophyta. The Bacillariophyta or diatoms desperately need silicate elements as the body structure constituent. This makes one of the determinant factors of this microalgae growth. According to Tilman *et al.* (1982), green and blue algae (Cyanophyta) will grow dominantly in the water when the phosphorus-silicate ratio (Si:P) is low, and nitrogen-phosphorus ratio (N:P) is high, and vice versa on the diatoms. In the natural habitat, nutrients and water surface fluctuation are the major factors affecting the phytoplankton composition, while water temperature and rainfall

are very influential on Cyanophyta biomass (Yang *et al.*, 2017). Nutrients affect the fluctuating phytoplankton composition based on the habits and nutrient utilization capability. Water surface fluctuation can affect the passive movement of phytoplankton, changing the composition type, while water temperature and rainfall can affect the Cyanophyta biomass as temperature and rainfall determine the water column height and pH level, making the Cyanophyta near the waterbase or substrate are more exposed to the sunlight during the low tide with the pH level was more than 7 (Issa *et al.*, 2014). Some Cyanophyta such as *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, and *Nostoc* in the nitrogen fixation process can be more functional when decreased nitrogen levels occurred in the water column (Issa *et al.*, 2014).

Fungi that grew on PDA cultivation media were multicellular and unicellular fungi either from swamp or pond (Figure 8). The various types of fungi can live in the water habitat by forming layers attached to the substrate or sediment or forming floc in the water column. The density of filamentous fungi is higher in sediment than the water column. Although some environmental parameters are not ideal for fungi growth, the fungi can still survive. The fungi genera that can grow in water and mangrove sediments include *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, and *Fusarium*. The fungi capabilities can be explored to produce some enzymes for the biotechnology and pharmaceutical industries (Doi *et al.*, 2018).

The microscope observation on fungi grown in the pond was more diverse than in the swamp (Figure 9) without calculating the total fungi colony. One type of fungi was found dominating the swamp media, i.e the cream multicellular fungi colony, while two fungi types were found dominating the pond media, i.e yellow and white unicellular fungi colony. The pond media contains more organic materials from the feed and aquaculture biota metabolism waste, improving more fungi growth.

The cultured organisms, such as shrimps and milkfish, are the main factor that causes the inclusion of endogenous unicellular fungi in this study. This type of unicellular fungi, namely yeast, can be the source of single-cell protein feed, probiotics, and beta-glucan immunostimulatory material for the cultured organisms (Figure 9) (Meena *et al.*, 2012). Multicellular fungi have the potential to produce polymeric substances (EPS) as the microbial binding material for bioflocs and

biofilm formation (Decho & Guitierrez, 2017). EPS can damage the performance and productivity of aquaculture facilities and contribute to the attack of harmful phytoplankton against the cultured species. However, EPS can also provide a positive influence on the aquaculture activities by increasing the resistance of cultured larvae and remediate the culture waste during the biofloculation process. EPS is even applicable to the industrial biotechnology aquaculture as an antiviral and immunostimulants agent, as well as anti-biofouling agents (Camacho-Chab *et al.*, 2016). Extracellular polysaccharides can induce nonspecific immune mechanisms and disease resistance in fish (Zhang *et al.*, 2019). Fungi grew on the culture dish were still unknown. Branchiomyces are fungi with negative character causing the mass mortality in tilapia pond culture even the dissolved oxygen level is still above 4 mg/L (Abu-Elala *et al.*, 2016). It is important to ensure that the fungi characteristics isolated from the locations were not pathogenic, toxic, or containing the anti-nutrient substances.

The presence of various fungi and microalgae can be used as the biofloc candidates. Microalgae can form flocs with other microbes such as bacteria, fungi or other microalgae as long as there are flocculation agents, such as polysaccharides (Ummalyma *et al.*, 2017). The utilization of microbial biofloculants can be applied as a natural feed in aquaculture when the feed conditions are fulfilled, i.e nonpathogenic, non-toxic, not producing anti-nutrients, and can be consumed by target biota. Both eukaryote microbes with their symbiotic potential to form bioflocs still needs a further study, considering less information regarding the eukaryotic microbial consortium for the environmental, feed, and disease maintenance in the development of efficient and environmentally friendly aquaculture.

The ongoing development of the world's aquaculture demands new strategies and alternatives to achieve sustainable development. Microbial-based systems are one of the most appropriate strategies for achieving sustainable aquaculture. This system is based on the advantages of microbial proliferation, containing the autotrophic or heterotrophic microorganisms. The use of microbes can recycle and alter the excess nutrients from wastes, dead organisms, unconsumed feed, and various metabolites into microbial biomass, which are further consumed by the cultured organisms (Martinez-Cordova *et al.*, 2014).

CONCLUSION

Microalgae that can be grown on the culture media come from the group of Chlorophyta and Cyanophyta, while the fungi grown on PDA media from the brackishwater ponds and swamp come from the group of multicellular and unicellular fungi. Both eukaryote microbes have the potential as the biofloc formers in the sustainable development of swamp aquaculture.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors would like to thank the University of Sriwijaya who has funded this study as excellent competitive research on the University of Sriwijaya in 2016 and 2017.

REFERENCES

- Abu-Elala NM, Abd-Elsalam RM, Marouf S, Abdelaziz M, Moustafa M. 2016. Eutrophication, ammonia intoxication, and infectious diseases: interdisciplinary factors of mass mortalities in cultured Nile tilapia. *Journal of Aquatic Animal Health* 145: 187–198.
- Addo MG, Woods CA, Andoh LA, Obiri-Danso K. 2016. Effect of varying storage temperatures on the microbiological quality of street sold water in the Kumasi metropolis Ghana. *Research Journal of Microbiology* 11: 56–63.
- Boaventura CM, Coelho FJRC, Martins PT, Pires ACC, Duarte LN, Uetanabaro APT, Cleary DFR, Gomes NCM. 2018. Micro-eukaryotic plankton diversity in an intensive aquaculture system for production of *Scophthalmus maximus* and *Solea senegalensis*. *Aquaculture* 490: 321–328.
- Camacho-Chab JC, Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez MdTR, Galaviz-Villa I, Hinojosa-Garro D, Ortega-Morales BO. 2016. Implications of extracellular polymeric substance matrices of microbial habitats associated with coastal aquaculture systems. *Water* 369: 1–21.
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture* 356–357: 351–356.
- Cui W, Chui TFM. 2017. Temporal variations in water quality in a brackish tidal pond:

- Implications for governing processes and management strategies. *Journal of Environmental Management* 193: 108–117.
- Daneshvar E, Antikainen L, Koutra E, Kornaros M, Bhatnagar A. 2018. Investigation on the feasibility of *Chlorella vulgaris* cultivation in a mixture of pulp and aquaculture effluents: treatment of wastewater and lipid extraction. *Bioresource Technology* 255: 104–110
- Davis CC. 1955. *The Marine and Fresh Water plankton*. East Lansing: Michigan State University.
- Decho AW, Gutierrez T. 2017. Microbial extracellular polymeric substances (EPSs) in ocean systems. *Frontiers in Microbiology* 8: 922.
- De Melo ML, Bertilsson S, Amaral JHF, Barbosa PM, Forsberg BR, Sarmento H. 2018. Flood pulse regulation of bacterioplankton community composition in an Amazonian floodplain lake. *Freshwater Biology* 00: 1–13.
- Doi SA, Pinto AB, Canali M C, Polezel DR, Merguizo RAC, de Oliveira AJFC. 2018. Density and diversity of filamentous fungi in the water and sediment of Araçá Bay In São Sebastião, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica* 18: 1–9.
- Easson CG, Lopez JV. 2019. Depth-dependent environmental drivers of microbial plankton community structure in the northern gulf of Mexico. *Frontiers in Microbiology* 9: 3175.
- Holland A, Duivenvoorden LJ, Kinnear SHW. 2012. Naturally acidic waterways: conceptual food webs for better management and understanding of ecological functioning. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystem* 22: 836–847.
- Issa AA, Abd-Alla MH, Ohyama T. 2014. Nitrogen Fixing Cyanobacteria: Future Prospect, in: Ohyama T ed. *Advances in Biology and Ecology of Nitrogen Fixation* 2: 24–48.
- Kakarla R, Choi JW, Yun JH, Kim BH, Heo J, Lee S, Cho DH, Ramanan R, Kim HS. 2018. Application of high-salinity stress for enhancing the lipid productivity of *Chlorella sorokiniana* HS1 in a two-phase process. *Journal of Microbiology* 56: 56–64.
- Kumaran M, Sundaram M, Mathew S, and Anand PR. 2018. Socio-personal contour, information flow and productivity of brackishwater aquaculture systems - an appraisal. *Journal of Extension Education* 30: 6119–6128.
- Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA. 2020. *Brock biology of microorganisms*. Fifteenth edition. Pearson Education, Inc. United States of America.
- Maliwat GC, Velasquez S, Robil JL, Chan M, Traifalgar RF, Tayamen M, Ragaza JA. 2016. Growth and immune response of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae fed diets containing *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Aquaculture Research* 4: 1666–1676.
- Mansfeldt CB, Richter LV, Ahner BA, Cochlan WP, Richardson RE. 2016. Use of de novo transcriptome libraries to characterize a novel oleaginous marine chlorella species during the accumulation of triacylglycerols. *PLoS ONE* 11: 1–21.
- Martinez-Cordova LR, Emerenciano M, Miranda-Baeza A, and Martinez-Porchas M. 2014. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture* 6: 1–18.
- Martinez-Porchas M, Martinez-Cordova LR. 2012. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal* 2012: 1–9.
- Meena DK, Das P, Kumar S, Mandal SC, Prusty AK, Singh SK, Akhtar MS, Behera BK, Kumar K, Pal AK, Mukherjee SC. 2012. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish Physiology and Biochemistry* 39: 431–457.
- Pérez-Fuentes JA, Hernández-Vergara MP, Pérez-Rostro CI, Fogel I. 2016. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture* 452: 247–251.
- SNI 6418.3.2013: Ikan Bandeng *Chanos chanos* (Forsk.) bagian 3 produksi benih, BSN, Jakarta.
- Tilman D, Kilham SS, Kilham P. 1982. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. *Annual Review Ecology & Systematics* 13: 349–372.
- [WWF] World Wide Fund Indonesia. 2014. *Best Practice Management, Budidaya Ikan Bandeng Chanos chanos*. Jakarta: WWF Indonesia

- Ummalyma SB, Gnansounou E, Sukumaran RK, Sindhu R, Pandey A, Sahoo D. 2017. Bioflocculation: An alternative strategy for harvesting of microalgae-an overview, *Bioresource Technology* 242: 227–235.
- Venkatachalam S, Kandasamy K, Krishnamoorthy I, Narayanasamy R. 2018. Survival and growth of fish *Lates calcarifer* under integrated mangrove aquaculture and open-aquaculture systems. *Aquaculture Reports* 9: 18–24.
- Yang JR, Hong Lv, Isabwe A, Liu L, Yu X, Chen H, Yang J. 2017. Disturbance-induced phytoplankton regime shifts and recovery of cyanobacteria dominance in two subtropical reservoirs. *Water Research* 120: 52–63.
- Wijayanti M, Wahyudi AT, Yuhana M, Engelhaupt M, Meryandini A. 2019. Impact of Bukit Dua Belas rainforest transformation to oil palm plantation on phylogenetic of soil bacterial communities in Sarolangun, Jambi, Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 20: 811–818.
- Zhang Z, Chi H, Dalmo RA. 2019. Trained innate immunity of fish is a viable approach in larval aquaculture. *Frontiers in Immunology* 10: 42