

Identifikasi dan Isolasi Mikroalga dari Perairan Rawa Gambut di Kawasan Kampung Pinang Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar

Identification and Isolation of Microalgae from Peat Area in the Kampung Pinang Village, Perhentian Raja Sub-Regency, Kampar

Claurisa Priskila Hutagalung^{1*}, Eddiwan¹, Windarti¹

¹Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia
email: claurisa14@gmail.com

(Received: 27 September 2023; Accepted: 1 November 2023)

ABSTRAK

Ekosistem perairan di kawasan gambut memiliki keunikan karena pH air yang cenderung rendah sehingga mempengaruhi organisme yang hidup di kawasan tersebut, termasuk mikroalga. Karena lingkungannya, mikroalga dari kawasan gambut mungkin memiliki karakteristik yang spesifik. Upaya dalam mengidentifikasi dan mengisolasi mikroalga dari kawasan perairan gambut, dilakukan penelitian pada bulan Agustus – Desember 2022 di Desa Kampung Pinang, Kabupaten Kampar. Pengambilan sampel dilakukan 2 kali dalam 2 minggu. Mikroalga dikumpulkan dengan cara menyaring 100 L sampel air menjadi 150 mL menggunakan planktonnet No. 42. Terdapat 3 spesies mikroalga yang diidentifikasi dan diisolasi menggunakan teknik agar dan kemudian dikultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 kelas mikroalga, yaitu: Chlorophyceae (8 genus), Zygnematophyceae (2 genus), Cyanophyceae (5 genus), Bacillariophyceae (3 genus), Euglenophyceae (2 genus), dan Xanthophyceae (1 genus). Terdapat 4 spesies mikroalga yang tidak dapat diidentifikasi dengan baik karena karakteristik mikroalga tersebut unik. Mikroalga yang tidak teridentifikasi dapat berupa varietas baru atau bahkan spesies mikroalga baru, yaitu Scenedesmus 2, Scenedesmus 3, Micraterias, dan Surirella 2. Spesies yang dikultur adalah *Chlorella* sp., *Microcystis* sp. dan *Chroococcus* sp. Biomassa *Microcystis* sp. sebesar 0,23 g/L, *Chroococcus* sp. 0,1 g/L, dan *Chlorella* sp. 0,07 g/L.

Kata Kunci: Ekosistem Rawa Gambut, Fitoplankton, Scenedesmus, Micraterias

ABSTRACT

Aquatic ecosystem in the peat area is unique as the pH of the water tends to be low and thus affects organisms living in that area, including microalgae. Due to its environment, the microalgae from the peat area might have specific characteristics. To identify and isolate microalgae from the peat-aquatic area, a study has been conducted on August to December 2022 in the Kampung Pinang Village, Kampar Regency. Samplings were conducted 2 times, once/2 weeks. Microalgae were collected by sieving 100L water sample into 150mL using a planktonnet No 42. The microalgae were then identified and 3 most common species were isolated using an agar technique and then they were cultured. Results shown that the were 6 classes of microalgae, namely: Chlorophyceae (8 genus), Zygnematophyceae (2 genus), Cyanophyceae (5 genus), Bacillariophyceae (3 genus), Euglenophyceae (2 genus), and Xanthophyceae (1 genus). There were 4 species of microalgae that could not be identified properly as the characteristics of those microalgae were unique and there was no species with such characteristics found. Those microalgae could be new varieties or even new microalgae species, they Scenedesmus 2, Scenedesmus 3, Micraterias, and Surirella 2. The most common species cultured were *Chlorella* sp., *Microcystis* sp. and *Chroococcus* sp. The biomassa of *Microcystis* sp. sebesar 0.23 g/L, *Chroococcus* sp. 0.1 g/L and *Chlorella* sp. 0.07 g/L.

Keywords: Aquatic peat ecosystem, Phytoplankton, Scenedesmus, Micraterias

1. Pendahuluan

Rawa gambut merupakan lahan basah (*wetland*) yang unik. Air rawa gambut memiliki intensitas warna yang tinggi, yakni berwarna merah kecoklatan, memiliki pH air yang rendah, yakni sekitar 2,95-4,25 (Mitsch, 2000). Organisme-organisme yang dapat hidup di rawa gambut juga termasuk unik dikarenakan hanya organisme tertentu yang dapat bertahan hidup di lingkungan dengan pH air yang rendah atau asam (Jumiarni, 2018). Salah satu organisme tersebut ialah mikroalga.

Mikroalga merupakan kelompok besar organisme akuatik yang beragam, tidak memiliki struktur sel yang kompleks, berdiameter antara 1-50 μm dan dapat ditemukan diberbagai lingkungan seperti air tawar, air payau dan air laut. Sebagian besar spesies mengandung klorofil, menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Mikroalga menghasilkan lebih dari 75% oksigen yang dibutuhkan hewan dan manusia melalui proses fotosintesis (Wolkers *et al.*, 2011). Mikroalga dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami, makanan dengan kandungan energi dan serat tinggi, bahan obat herbal, serta sebagai bahan bakar pengganti fosil, yang pada saat ini telah dikembangkan (Kusumaningrum dan Zainuri, 2013). Mikroalga umumnya hidup dengan baik pada pH netral (pH 7).

Colman dan Gehl (1983) menyatakan bahwa aktivitas fotosintesis akan turun 33% ketika pH turun menjadi 5,0, sehingga tidak semua mikroalga dapat hidup pada kondisi rawa gambut. Sampai sekarang jenis mikroalga yang dapat hidup di rawa gambut di daerah Kabupaten Kampar informasinya masih sangat terbatas.

Kemungkinan di rawa gambut di daerah Kabupaten Kampar akan dijumpai spesies mikroalga yang berpotensi memiliki kandungan protein tinggi seperti *Chlorella* sp. yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen makanan (Syahrul, 2016). Selain itu, mikroalga memiliki kandungan lipid tinggi seperti *Spirulina* sp. dapat dijadikan sebagai bahan baku biofuel (Manullang, 2012; Devita, 2018).

Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut. Bila setelah diidentifikasi ditemukan spesies yang

memiliki potensi berdasarkan kelimpahan mikroalga yang tertinggi di lokasi penelitian tersebut, maka akan dilakukan isolasi. Tiga jenis dari hasil isolasi ini akan dikultur. Penulis tertarik melakukan penelitian mengenai Identifikasi dan isolasi mikroalga pada Perairan Rawa Gambut di Kabupaten Kampar

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, dengan mengamati kawasan penelitian dan melakukan pengambilan sampel secara langsung di Perairan Rawa Gambut Kampung Pinang Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar.

2.2. Prosedur

Pengambilan sampel dilakukan 2 kali, dalam 2 minggu. Mikroalga dikumpulkan dengan cara menyaring 100 L sampel air menjadi 150 ml menggunakan plankton net No. 42. Mikroalga yang diperoleh kemudian diidentifikasi. Dari proses penyaringan, terdapat 3 spesies yang diisolasi dilakukan pengkulturan. Jenis mikroalga yang berhasil teridentifikasi dihitung kelimpahannya menggunakan rumus menurut APHA (2012) berikut:

$$N = ni \times \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} \times \frac{1}{e}$$

Keterangan:

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel/L),
- ni = Jumlah individu yang ditemukan(sel),
- a = Luas cover glass (20x20) mm²,
- b = Luas lapangan pandang (20x3,14x12) mm²
- c = Volume air yang tersaring (150 mL)
- d = Volume air satu tetes (0,05x20) mL,
- e = Volume air yang disaring (100L)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi dan Kelimpahan Mikroalga

Jenis fitoplankton yang teridentifikasi selama penelitian di Perairan Rawa Gambut di Kampung Pinang Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar yaitu sebanyak 6 kelas. Diantaranya : kelas Chlorophyce (8 genus), Zygnematophyce (2 genus), Cyanophyce (5 genus), Bacillariophyceae (3genus),

Euglenophyce (2 genus), Xanthophyce (1genus).

Tabel 1. Jenis Mikroalga yang ditemukan Selama Penelitian

Kelas	Genus	Keterangan
Chlorophyceae	Chlorella	- Berbentuk bulat atau elips
		- Bersel tunggal
	Scenedesmus 1	- Kloroplas berbentuk mangkuk
		- Berwarna hijau cerah
		- Mirip dengan <i>Chlorella vulgaris</i>
	Scenedesmus 2	- Sel berkoloni
		- Berbentuk silindris
		- Berduri atau silia pada ujung koloni
	Scenedesmus 3	- Terdiri dari 4, 8 atau 16 sel
		- Inti sel berada ditengah sel
- Panjangnya dapat mencapai		
Scenedesmus 4	- Mirip dengan <i>Scenedesmus quadricauda</i>	
	- Sel berkoloni	
	- Berbentuk silindris	
Scenedesmus 5	- Berduri atau silia pada ujung koloni	
	- Terdiri dari 4, 8 atau 16 sel	
	- Inti sel berada ditengah sel	
Senastrum	- Mirip dengan <i>Scenedesmus aculatus</i>	
	- Kemungkinan spesies atau varietas baru	
	- Sel berkoloni	
Tetraedron	- Berbentuk silindris	
	- Berduri atau silia pada ujung koloni	
	- Terdiri dari 4, 8 atau 16 sel	
Closterium	- Inti sel berada ditengah sel	
	- Mirip dengan <i>Scenedesmus arcuatus</i>	
	- Kemungkinan spesies atau varietas baru	
Tetraedron	- Sel berkoloni	
	- Berbentuk silindris	
	- Berduri atau silia pada ujung koloni	
Closterium	- Terdiri dari 4, 8 atau 16 sel	
	- Inti sel berada ditengah sel	
	- Mirip dengan <i>Scenedesmus denticulatus</i>	
Closterium	- sel berbentuk sabit panjang atau spindle	
	- hidup berkoloni empat hingga delapan	
	- Mirip dengan <i>Senastrum westi</i>	
Closterium	- Sel soliter	
	- Berbentuk piramida	
	- Memiliki 3 sudut sel yang ujungnya bercabang 2 seperti berduri	
Closterium	- Mirip dengan <i>Tetraedron tribolatum</i>	
	- Sel soliter dibagi menjadi dua bagian	
	- Berbentuk memanjang silindris dan menyempit kearah ujung	
Closterium	- Memiliki dinding sel yang transparan dan	

		vakuola yang kecil
		- Mirip dengan <i>Closterium moniliformum</i>
		- Bersifat soliter
	<i>Monoraphidium</i>	- sel berbentuk melengkung (atau seperti bulan sabit)
		- Sel berkoloni
	<i>Pediastrum</i>	- Sel datar dan mengapung bebas
		- Terdiri dari 16-32 sel
		- Sel berwarna hijau, merah dan coklat
		- Mirip dengan <i>Pediastrum duplex</i>
	<i>Dictyosphaerium</i>	- Sel berkoloni membulat atau tidak teratur berdiameter 10-100 µm
		- Individu sel berbentuk bulat
		- Terdiri dari 16-64 sel yang dilekatkan mucilage
		- Memiliki membran transparan
Zygnematophyceae	<i>Cosmarium 1</i>	- soliter
		- memiliki bentuk bulat dan oval
		- mirip dengan <i>Cosmarium pachydermum</i>
		- Uniseluler
		- Ukuran mencapai ratusan mikron
	<i>Micraterias</i>	- sel berbentuk pipih dan lebar
		- tersusun dari 2 sel yang simetri bilateral
		- Mirip dengan <i>Micraterias radiate</i>
		- Kemungkinan spesies atau varietas baru
		- Sel berkoloni
Cyanophyceae	<i>Mycrocystis</i>	- Berbentuk bulat atau tidak beraturan dalam mucilage yang berisi banyak sel
		- Sel berkoloni
		- Individu sel berbentuk oval/setengah lingkaran
	<i>Chroococcus</i>	- Terdiri dari 2 sel yang terpisah, dikelilingi mucilage
		- Mirip dengan <i>Chroococcus minutus</i>
		- Sel berkoloni disebut trichom
	<i>Oscillatoria</i>	- Trichom berbentuk silinder, ujung sel bulat
		- Tidak bercabang, lurus dan panjang
		- Bersifat Soliter
		- Uniseluler
	<i>Aphanizomenon</i>	- Berbentuk lurus, bengkok atau silinder
		- Inti sel berbentuk silinder dan memiliki klorofil
		- Heterocysts (dapat menghasilkan nitrogen)
		- Mirip dengan <i>Aphanizomenon floss aqua</i>
		- Memiliki selaput lendir dan akinet
		- Tidak memiliki inti sel
		- Uniseluler ada juga yang berkoloni
	<i>Anabaena</i>	- Autotrof
		- Memiliki pigmen klorofil, karetenoid, dan fikobilin
		- Mirip dengan <i>Anabaena azotica</i>
		- Bersel tunggal
		- Koloni tidak beraturan
Bacillariophyceae	<i>Surirella 1</i>	- Berbentuk bulat atau oval
		- Memiliki selaput luar
		- Berbentuk filamen tidak beraturan

		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Surirella linearis</i> var. <i>constricta</i> - Bersel tunggal - Koloni tidak beraturan - Berbentuk bulat atau oval
	<i>Surirella 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki selaput luar - Berbentuk filamen tidak beraturan - Mirip dengan <i>Surirella linearis</i> - Nama varietas masih belum ditemukan
	<i>Surirella 3</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bersel tunggal - Koloni tidak beraturan - Berbentuk bulat atau oval - Memiliki selaput luar - Berbentuk filamen tidak beraturan - Mirip dengan <i>Surirella amphioxys</i>
	<i>Surirella 4</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Koloni tidak beraturan - Berbentuk bulat atau oval - Memiliki selaput luar - Berbentuk filamen tidak beraturan - Mirip dengan <i>Surirella librile</i> - memiliki lebar antara 5-25µm
	<i>Aulacoseira</i>	<ul style="list-style-type: none"> - bentuk memanjang - Selaput berbentuk kotak dengan inti didalamnya - Tersusun dari sel yang saling tersusun memanjang - ada yang memiliki flagel
Euglenophyceae	<i>Phacus 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> - bentuk seperti daun - memiliki bintik mata semi persegi panjang, seringkali berwarna kemerahan. - Mirip dengan <i>Phacus pleuronectes</i> - ada yang memiliki flagel
	<i>Phacus 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> - bentuk seperti daun - memiliki bintik mata semi persegi panjang, seringkali berwarna kemerahan. - Mirip dengan <i>Phacus stokesii</i> - memiliki selaput luar yang disebut pellicle - memiliki satu flagel (alat gerak)
	<i>Euglena</i>	<ul style="list-style-type: none"> - bersifat motil (dapat bergerak memanjangkan dan memendekkan tubuhnya) - berbentuk oval - soliter - Mirip dengan <i>Euglena oxyuris</i>
Xanthophyceae	<i>Tribonema</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuknya memanjang, berbentuk tabung - Dinding cell tipis - Memiliki panjang sel mulai dari 3-10µm

Kelimpahan mikroalga yang ditemukan dari perairan rawa gambut di kawasan Kampung Pinang berkisar 63.057–107.962 sel/l, perairan tergolong pada tingkat kesuburan sedang (mesotrofik). Hal ini sesuai pendapat Goldman dan Horne (1983) yang mengklasifikasikan kesuburan perairan berdasarkan 3 kategori, yaitu rendah

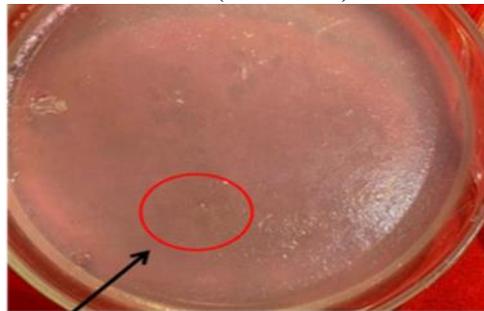
(oligotrofik) dengan kelimpahan fitoplankton 10^4 sel/L kesuburan sedang (mesotrofik) dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 10^4-10^7 sel/L dan kesuburan tinggi (eutrofik) dengan kelimpahan fitoplankton >10^7 sel/L.

Chlorella sp. (14.437 sel/L), *Microcystis* sp. (12.208 sel/L) dan *Chroococcus* sp. (13.907

sel/L) memiliki rata-rata kelimpahan yang tinggi. Ketiga mikroalga ini merupakan mikroalga yang potensial dan yang terpilih untuk diisolasi hingga mendapatkan spesies murni.

3.2. Isolasi Mikroalga

Proses isolasi berhasil dilakukan dengan metode agar (*bacto agar*). Dari pengamatan yang dilakukan ditemukan bahwa isolasi menggunakan metode agar memerlukan waktu 2 minggu untuk mikroalga dapat tumbuh. Hal tersebut ditandai dengan munculnya bintik-bintik padat berwarna hijau pucat yang tersebar pada permukaan agar. Untuk mendapatkan monospesies mikroalga dilakukan dua kali isolasi (Gambar 1).

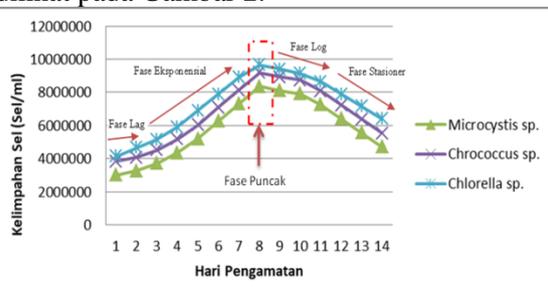


Mikroalga

Gambar 1. Mikroalga saat diisolasi

3.3. Kultur Mikroalga

Chlorella sp., *Microcystis* sp. dan *Chroococcus* sp. yang telah diisolasi kemudian dikultur selama 14 hari. Selama 14 hari kultur mikroalga diamati pertumbuhannya setiap hari. Dengan tujuan untuk melihat pertumbuhan dari masing-masing mikroalga. Perhitungan pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan metode Hemocytometer. Pertumbuhan mikroalga selama kultur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan *Chlorella* sp., *Microcystis* sp. dan *Chroococcus* sp. Selama Kultur

Menurut Kawaroe *et al.* (2010) mikroalga mengalami 5 fase pertumbuhan yaitu, adaptasi (*lag phase*), eksponensial (*log phase*), penurunan pertumbuhan (*declining growth*), stasioner dan kematian. Gambar 2 menunjukkan bahwa *Chlorella* sp., *Microcystis* sp., dan *Chroococcus* sp mengalami fase lag pada hari-1 hingga hari-3. Fase eksponensial terjadi pada hari ke-4 sampai hari ke-8 dan hari ke-8 merupakan puncak pertumbuhan dari ketiga mikroalga. Menurut Fogg dan Thake (1987), durasi fase ini bergantung pada kecepatan pertumbuhan, medium dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroalga.

Chlorella sp., *Microcystis* sp., dan *Chroococcus* sp mengalami fase log pada hari ke-9. Pada fase ini tetap terjadi penurunan pertumbuhan atau tidak terjadi penambahan sel lagi. Fase stasioner pada *Chlorella* sp., *Microcystis* sp., dan *Chroococcus* sp mulai terjadi pada hari ke-11, dimana penurunan dari fase log terus menerus terjadi. Pada fase ini pertumbuhan mikroalga masih ada, namun jumlah sel yang hidup sama dengan jumlah sel yang mati (Fase dimana mikroalga mengalami kematian).

3.4. Biomassa Mikroalga

Setelah dilakukan kultur selama 14 hari *Chlorella* sp., *Microcystis* sp., dan *Chroococcus* sp. disaring dengan menggunakan kertas Whatsman No. 42. Kemudian kertas saring dikeringkan untuk mendapatkan berat kering dan dibakar untuk mendapatkan berat abu. Setelah berat basah, kering dan abu didapatkan data dimasukkan ke dalam tabel dan dihitung menggunakan rumus untuk didapatkan biomasnya. Dari tabel 2 dapat diketahui biomassa dari *Microcystis* sp. sebesar 0,23 g/L lebih besar dari yang lain. Kemungkinan berat biomassa berbeda dipengaruhi oleh ukuran dari mikroalga.

3.5. Parameter Kualitas Perairan

Suhu perairan di rawa gambut Kampung Pinang yaitu 28°C termasuk baik bagi pertumbuhan mikroalga. Sesuai pendapat Alamanda (2012) menyatakan bahwa suhu yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar 20–30°C. Kecerahan perairan di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 25-28 cm (tidak tinggi). Hal ini dikarenakan karakteristik dari rawa yang umumnya

dangkal dan memiliki warna air kehitaman. Tingkat kecerahan di rawa gambut Kampung

Pinang belum cukup baik bagi pertumbuhan mikroalga.

Tabel 2. Data Biomassa

Spesies mikroalga	Berat			Biomass (g/L)
	Basah	Kering	Abu	
<i>Microcystis</i> sp.	0,68	0,32	0,13	0,23
<i>Chroococcus</i> sp.	0,5	0,3	0,1	0,1
<i>Chlorella</i> sp.	0,74	0,38	0,29	0,07

Tingkat pH di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 4-5. Hal ini dikarenakan banyak sisa tumbuhan yang lambat membusuk yang mengakibatkan pH air menjadi asam. Kisaran ini tidak cukup baik bagi pertumbuhan mikroalga. Hal ini sesuai dengan pendapat Patel *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa kisaran pH yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga secara umum adalah antara 6-9.

Oksigen terlarut (DO) di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 2 - 3 mg/L, cukup baik bagi kehidupan biota perairan. Sesuai dengan pendapat Rahman (2010) yang menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut ≥ 2 mg/L dalam perairan sudah cukup untuk mendukung kehidupan biota akuatik.

Karbon dioksida bebas (CO_2) di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 2–3 mg/L. Kadar karbon dioksida bebas (CO_2) di rawa gambut Kampung Pinang masih dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan pendapat Asmawi (1986) menyatakan bahwa kandungan karbon dioksida bebas di perairan tidak boleh >12 mg/L dan tidak boleh <2 mg/L. Kandungan nitrat di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 0,6–0,8 mg/L. dan kandungan fosfat di rawa gambut Kampung Pinang berkisar 0,0153-0,0183 mg/L.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil identifikasi ditemukan 6 kelas mikroalga yang dapat hidup di Perairan Rawa Gambut Kampung Pinang Kecamatan Perhentian Raja yaitu Chlorophyceae (11 jenis), Cyanophyceae (3 jenis), Bacillariophyceae (4 jenis), Xantophyceae (1 jenis), Zygnemophyceae (2 jenis), dan Euglenophyceae (3 jenis). Dari mikroalga yang teridentifikasi terdapat beberapa mikroalga yang memiliki karakter berbeda yang belum ditemukan dalam beberapa referensi. Sehingga kemungkinan mikroalga tersebut

merupakan spesies baru. Mikroalga tersebut ialah: *Scenedesmus* 2, *Scenedesmus* 3 dan *Micraterias*. Terdapat 3 jenis mikroalga yang berpotensi dengan kelimpahan tertinggi untuk diisolasi yaitu: *Chlorella* sp. (14.437 sel/L), *Microcystis* sp. (12.208 sel/L) dan *Chroococcus* sp. (13.907 sel/L). Kelimpahan mikroalga pada rawa gambut Kampung Pinang, yaitu berkisar 67.197– 1107.962 sel/L sehingga perairan tergolong pada tingkat kesuburan sedang (Mesotrofik).

Daftar Pustaka

- [APHA] American Public Health Association. (2012). *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Control Federation. 20th edition, Washington DC. American Public Health Asosiasi.
- Bold, H.C. (1985). *Introduction to the Algae*. Library of Congress Cataloging in Publication Data: United States of America.
- Devita, I., Isnaini, I., Diansyah, G. (2018). Cultivation of Microalgae *Chaetoceros* sp. and *Spirulina* sp. for Biodiesel Potency. *Maspuri Journal*, 10(2):123-130.
- Goldman, C.R., Horne, A.J. (1983). *Limnology*. United States of America (US) Mc. GrawHill Book Company
- Jumiarni, D. (2018). Kultur Mikroalga dari Rawa Gambut: Studi Pendahuluan Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 13(1).
- Kawaroe. (2010). *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.
- Manullang, C., Widianingsih., Endrawati. (2012). Densitas dan Kandungan Total Lipid Mikroalga *Spirulina platensis* yang Dikultur pada Tingkatan

- Perbedaan Fotoperiod. *Journal of Marine Research*, 1(1): 24-28
- Mitsch, W., Gosselink, J.M. (2000). *Wetlands*. Third Edition. National Renewable Energy Laboratory. 2003. A Look Back at The U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program Biodiesel from Algae. Colorado: NREL Report
- Syahrul. (2016). Health Food Supplements (Health Food) Highly Nutritious from Chlorella and Oil Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *JPHPI*, 19(3).
- Yunfang, H.M.S. (1995). *Atlas of Freshwater Biota in China*. Beijing: China Ocean Press. 306.