

## Komunitas Fitoplankton Dan Kualitas Air Budidaya Udang Vannamei di *Marine Science Techno Park* Jepara

**Krisiyanto\*, Sunaryo, Sri Redjeki**

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail: krisiyanto98@gmail.com

**ABSTRAK:** Bahan organik dari sisa pakan udang yang terakumulasi di perairan dapat memicu terjadinya senyawa Ammonia yang dapat menyebabkan racun sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air budidaya. Keberadaan komunitas fitoplankton yang bersinergi dengan bakteri, mempunyai peranan penting dalam mengurai bahan organik. Fitoplankton mampu membuat ikatan-ikatan organik kompleks dari bahan anorganik yang sederhana. Selanjutnya bakteri mempunyai peran dalam mengurai bahan organik melalui proses aerobik. Penelitian ini untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton di tambak udang Vannamei MSTP UNDIP Jepara pada masa pemeliharaan 30 hari. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan analisis data menggunakan indeks ekologi, meliputi: analisis kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi dan indeks saprobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan jenis fitoplankton yang diperoleh, yaitu: kelas Bacillariophyceae dengan persentase 43%, kelas Cyanophyceae 28% dan kelas Dinophyceae 29%. Keanekaragaman fitoplankton yang diperoleh termasuk dalam kategori rendah, di mana nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh <2,30. Indeks keseragaman fitoplankton yang diperoleh berada pada kondisi rendah dan indeks dominansi fitoplankton di perairan tersebut dalam kategori tidak ada yang dominan. Indeks saprobik menunjukkan bahwa kriteria perairan tersebut tergolong dalam pencemaran ringan-sedang dengan fase  $\beta/\alpha$ -Mesosaprobik dan oligosaprobik.

**Kata kunci:** Fitoplankton; Indek; Dominansi; Keanekaragaman; Keseragaman; Saprobiik

### ***Phytoplankton Community Structure in Vannamei Shrimp Pond in Marine Science Techno Park Jepara***

**ABSTRACT:** Organic matter from the rest of the shrimp feed that accumulates in the waters can trigger the occurrence of Ammonia compounds which can cause toxins that can lead to a decrease in the quality of aquaculture water. The existence of a phytoplankton community that synergizes with bacteria has an important role in breaking down organic matter. Phytoplankton are able to make complex organic bonds from simple inorganic materials. Furthermore, bacteria have a role in breaking down organic matter through an aerobic process. This study was to determine the structure of the phytoplankton community in the Vannamei shrimp pond MSTP UNDIP Jepara during the 30-day maintenance period. This study uses a case study method with data analysis using an ecological index, including: abundance analysis, diversity index, uniformity index, dominance index and saprobic index. The results showed that the abundance of phytoplankton species obtained were: class Bacillariophyceae with a percentage of 43%, class Cyanophyceae 28% and class Dinophyceae 29%. The phytoplankton diversity obtained is included in the low category, where the diversity index value obtained is < 2.30. The phytoplankton uniformity index obtained was in a low condition and the phytoplankton dominance index in the waters was in the none dominant category. The saprobic index indicates that the waters are classified as light-moderate pollution with pencemaran/ $\alpha$ -Mesosaprobic and oligosaprobic phases.

**Keywords:** Diversity; Dominance; Phytoplankton; Saprobiic; Uniformity

## PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya udang pada umumnya dilakukan di daerah dekat muara sungai maupun daerah estuari. *Marine Science Techo Park* UNDIP, Teluk Awur, Jepara, merupakan salah satu *Techo Park* di Indonesia yang mempunyai aktifitas budidaya udang Vannamei sistem intensif dengan luas 1 Ha yang terdiri dari 1 petak kolam pengendapan, 2 petak kolam tandon air, 8 petak kolam pemeliharaan udang, dan 1 petak kolam pengelolaan limbah. Proses pengelolaan kualitas airnya menggunakan sinergitas antara bakteri dan fitoplankton.

Bahan organik dari sisa pakan udang yang terakumulasi di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air tambak. Ammonia-N anion yang berasal dari penguraian sisa pakan dapat menyebabkan racun di kolam budidaya udang yang selanjutnya dapat mengganggu kelangsungan hidup udang. Penurunan kualitas air pada media budidaya dapat berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan udang dan keberhasilan budidaya. Penurunan kualitas air secara langsung berpengaruh terhadap limbah yang dikeluarkan, yang dapat memberikan perubahan kualitas air pada lingkungan sekitar, jika tidak dikelola dengan baik. Penurunan kualitas air akan mengganggu kelangsungan hidup di ekosistem sungai, mangrove dan estuari yang menerima hasil limbah buangan.

Keberadaan komunitas fitoplankton di kawasan tambak udang bersinergi dengan bakteri, sehingga dapat mengurai bahan organik (Budiardi *et al.*, 2007). Fitoplankton mampu membuat ikatan-ikatan organik kompleks dari bahan anorganik yang sederhana (Hutabarat dan Evans, 2014). Proses penguraian bahan organik dilakukan oleh bakteri melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi, kemudian hasil berupa gas nitrogen akan dimanfaatkan oleh fitoplankton melalui proses fotosintesis. Hasil proses fotosintesis berupa glukosa dan oksigen akan dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi. Selain itu oksigen yang dihasilkan oleh fitoplankton akan dimanfaatkan udang untuk proses respirasi guna mendukung kelangsungan hidup.

Struktur komunitas fitoplankton pada tambak udang berfungsi untuk memproduksi bahan organik untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber nutrisi dan masing-masing jenis mempunyai produk metabolisme yang berbeda-beda, oleh karena itu penelitian ini sangat penting artinya untuk mengetahui komunitas fitoplankton pada tambak udang Vannamei pada masa pemeliharaan 30 hari di MSTP UNDIP Jepara.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah sampel fitoplankton dan kualitas air yang diambil dari petakan tambak budidaya udang Vannamei di MSTP UNDIP Jepara pada masa pemeliharaan 30 hari. Survei pendahuluan dilakukan pada bulan September 2019 yang berlokasi di tambak intensif udang Vannamei, MSTP UNDIP, Jepara, Jawa Tengah. Selanjutnya, pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 4 Agustus 2020 pada masa pemeliharaan 30 hari budidaya udang Vannamei. Pengambilan sampel fitoplankton dan pengukuran parameter kualitas air dilakukan selama 1 hari 24 jam.

Sampel fitoplankton diambil menggunakan ember sebanyak 20L pada 3 titik, yaitu: di bagian sisi kolam, sudut kolam dan tengah kolam, kemudian disaring menggunakan planktonnet ukuran 25 $\mu$ m dan diawetkan dengan formalin konsentrasi 4% (Sari *et al.*, 2014). Pengukuran kualitas air, meliputi: suhu, salinitas, kecerahan, DO, pH, TSS, nitrat dan fosfat. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di tambak udang Vannamei MSTP UNDIP, Jepara pada masa pemeliharaan 30 hari (Gambar 1).

Identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biologi Laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. Pengamatan fitoplankton menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX21 dengan perbesaran 10x10 dan identifikasi fitoplankton dengan mencocokkan gambar beserta ciri-ciri morfologi berdasarkan buku *Illustrations of The Marine Plankton* oleh Yamanji (1979).

Penelitian menggunakan metode studi kasus. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan indeks ekologi, meliputi: analisis kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi dan indeks saprobik. Pengukuran kualitas air budidaya pada masa pemeliharaan 30 hari dipergunakan sebagai data pendukung pertumbuhan fitoplankton di perairan budidaya.

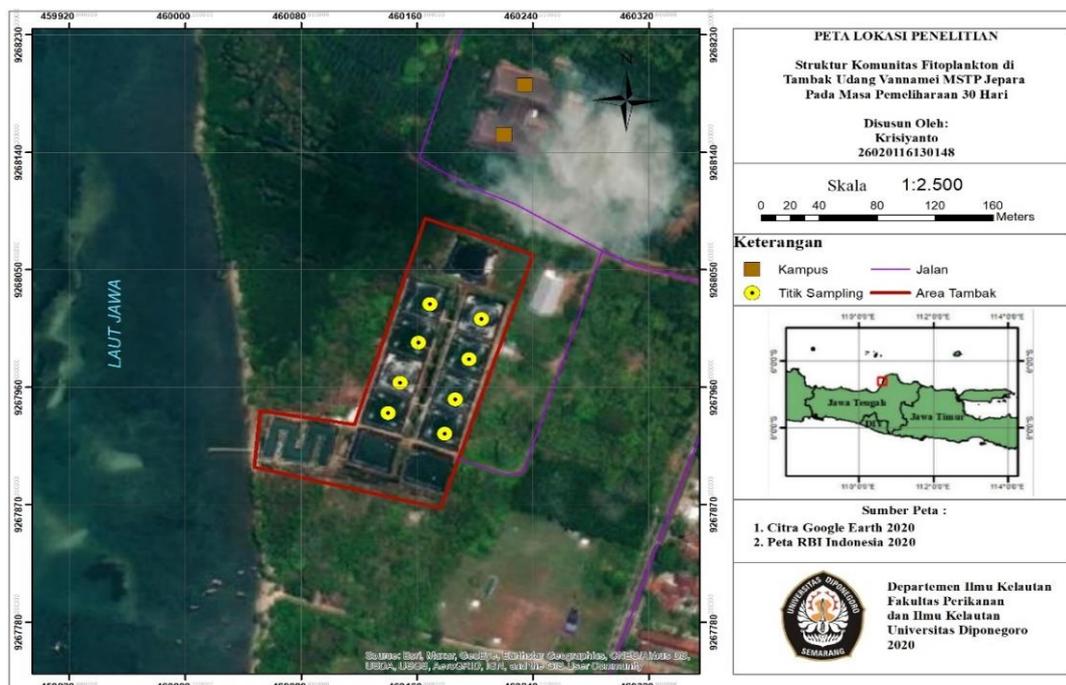
Parameter, seperti: suhu, salinitas, kecerahan, DO, pH dilakukan pengukuran 4 jam sekali selama 24 jam, akan tetapi untuk parameter kecerahan hanya dilakukan pengukuran di jam 06.00 WIB, 10,00 WIB dan 14.00 WIB, parameter *Total Suspended Solid*, nitrat dan fosfat hanya dilakukan di jam 14.00 WIB. Pengukuran kualitas air dilakukan selama 24 jam, dimaksudkan untuk mengetahui tingkat fluktuasi parameter kualitas air budidaya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang didapatkan berupa struktur komunitas fitoplankton dan analisis indeks saprobik yang terdapat pada 8 kolam budidaya udang Vannamei MSTP UNDIJ Jepara. Selain itu diperoleh data kualitas air, seperti: suhu, salinitas, kecerahan, DO, pH, TSS, nitrat dan fosfat sebagai data pendukung penelitian. Nilai struktur komunitas fitoplankton di tambak udang Vannamei MSTP UNDIJ Jepara pada masa pemeliharaan 30 hari, ditunjukkan pada Tabel 1.

Berbagai jenis fitoplankton yang diperoleh selama penelitian, yaitu: kelas Bacillariophyceae, kelas Cyanophyceae dan kelas Dinophyceae. Kelas Bacillariophyceae berada secara merata pada 8 petak tambak budidaya, sehingga dimungkinkan dari bawaan pakan alami yang berasal dari kegiatan pada saat penebaran benih. Kemungkinan kejadian tersebut cukup beralasan proses pengelolaan kualitas air pada masa ini masih menggunakan air yang telah disterilkan pada kolam treatment sebelum dipergunakan pada setiap petakan tambak. Keberadaan kelas Cyanophyceae dan Dinophyceae pada kolam budidaya diduga berasal dari perairan laut yang masuk melewati pompa, sehingga sampai di kolam tandon air, karena tepat pada masa pemeliharaan 30 hari saat dimulainya penggunaan sirkulasi air yang berasal dari laut tanpa dilakukannya sterilisasi, hanya diperlakukan dengan proses pengendapan.

Keberadaan fitoplankton kelas Cyanophyceae dan Dinophyceae pada budidaya udang, jika memiliki kelimpahan tinggi dapat membahayakan keberlangsungan budidaya. Keberadaan kedua kelas tersebut jika mengalami kelimpahan yang tinggi pada air media budidaya udang dapat menghasilkan racun. Menurut Burkholder (1998) bahwa kelas Cyanophyceae dapat menghasilkan racun, seperti: PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*), NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*), DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) di mana racun yang dihasilkan oleh kelas tersebut dapat menimbulkan bau yang tidak sedap pada perairan budidaya.



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel

Kelas Dinophyceae yang terdapat pada media air budidaya udang juga dapat membahayakan lingkungan. Menurut Hoek *et al.* (1995) bahwa kelas Dinophyceae dapat memproduksi toksin, berupa: Neurotoksin, Sitotoksin dan Hepatotoksin. Toksin yang diproduksi fitoplankton kelas tersebut dapat membahayakan keberlangsungan budidaya udang yang dapat menimbulkan penyakit pada udang, disebut *Blunted Hand Syndrom*, yaitu: kerusakan pada rostrum dan antennula pada udang *Vannamei*, sehingga fitoplankton kelas tersebut tidak diutamakan untuk tumbuh dalam air media budidaya dalam jumlah tinggi.

Kelimpahan fitoplankton yang diperoleh dari kelas Bacillariophyceae lebih tinggi dibandingkan dengan kelas Cyanophyceae dan Dinophyceae. Kelimpahan Bacillariophyceae pada air media pemeliharaan udang terjadi disamping digunakannya sebagai persediaan pakan alami di setiap petakan tambak budidaya, kelas tersebut juga memiliki adaptasi terhadap perubahan kualitas air yang baik. Menurut Arinardi (1997) bahwa kelas Bacillariophyceae bertahan pada lingkungan yang fluktuatif dan bersifat kosmopolitan pada perairan, sehingga kelas tersebut lebih diutamakan dalam kegiatan budidaya udang. Kelas fitoplankton yang diharapkan untuk tumbuh dan berkembang dengan baik yaitu kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae, hal tersebut dibenarkan oleh pendapat Boyd (1990) bahwa kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae digunakan sebagai pakan alami dan penambah oksigen di kolom perairan.

Keanekaragaman fitoplankton diperoleh 3 kelas fitoplankton, yaitu: Bacillariophyceae, Cyanophyceae dan Dinophyceae. Keanekaragaman yang diperoleh tergolong rendah, hal ini ditegaskan oleh Odum (1971) bahwa nilai indeks keanekaragaman termasuk kategori rendah, jika nilai indeks <2,30. Rendahnya keanekaragaman yang diperoleh dikarenakan masa budidaya yang masih tergolong awal dan kandungan bahan organik seperti nitrat dan fosfat sebagai sumber nutrisi dari fitoplankton belum tersedia secara optimal di dalam air media pemeliharaan udang. Menurut Mackenthun (1969) bahwa fitoplankton membutuhkan kandungan nitrat 0,9-35 mg/L dan fosfat 0,09-1,80 mg/L untuk pertumbuhan optimal. Keberadaan kelas tertentu seperti Bacillariophyceae digunakan sebagai pakan alami untuk udang yang masih berumur muda, sehingga diperlukan makanan yang mudah untuk dicerna.

Keseragaman fitoplankton pada masa 30 hari budidaya udang termasuk dalam kategori rendah, dimana menurut Odum (1993) bahwa nilai indeks keseragaman mendekati angka 0 berarti keseragaman perairan tersebut tergolong rendah. Rendahnya keseragaman fitoplankton tentunya kurang adanya dukungan kualitas air yang sesuai, yang dapat digunakan untuk memperbanyak sel dan berkembang biakan. Kualitas air yang diperoleh dalam masa budidaya tersebut tergolong

**Tabel 1.** Nilai Kelimpahan (sel/L), Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi

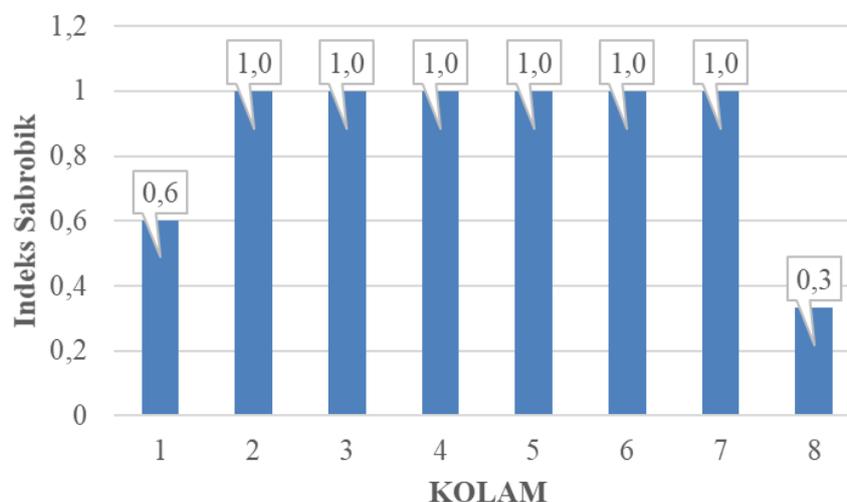
GENUS	KOLAM							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Bacillariophyceae								
<i>Rhizosolenia</i>	20,17	25,67	16,50	0	18,33	9,17	9,17	7,33
<i>Chaetoceros</i>	22,00	18,33	3,67	14,67	14,67	9,17	16,50	0
<i>Amphora</i>	3,69	7,33	0	22,00	20,17	16,50	9,17	1,83
Cyanophyceae								
<i>Oscillatoria</i>	14,67	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anabaena</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,83
Dinophyceae								
<i>Protoperidinium</i>	0	0	0	1,83	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	33,00	0	1,83	1,83	0	0	0	0
Kelimpahan (K)	93,52	51,33	22,00	40,33	53,17	51,33	34,83	23,83
Keanekaragaman (H')	1,46	0,99	0,72	0,98	1,09	1,09	1,06	0,86
Keseragaman (E)	0,91	0,90	0,66	0,71	0,99	0,99	0,96	0,78
Dominansi (D)	0,09	0,10	0,34	0,29	0,01	0,01	0,04	0,22

sesuai dengan tingkat pertumbuhan fitoplankton, parameter seperti suhu dan salinitas berperan penting terhadap tingkat keseragaman fitoplankton. Menurut Aryawani (2007) bahwa kualitas air, seperti: suhu berkisar 25-30 °C dan salinitas berkisar 30-35 ppt merupakan parameter yang cukup optimal untuk pertumbuhan fitoplankton. Kandungan bahan organik yang merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, belum tersedia secara optimal, yaitu: nitrat sebesar 0,000 mg/L dan fosfat 0,000 mg/L.

Dominansi fitoplankton pada masa pemeliharaan 30 hari diperoleh hasil dalam kategori tidak ada yang dominan. Menurut Odum (1993) disebutkan bahwa nilai indeks dominansi mendekati angka 0, berarti tergolong dalam kategori tidak ada yang mendominasi di perairan tersebut. Nilai indeks dominansi fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh parameter kualitas air yaitu pH. Hal ini dibenarkan oleh Wijaya (2009) bahwa nilai pH menentukan dominansi fitoplankton. Hasil kualitas air yang diperoleh pada masa pemeliharaan 30 hari, kualitas air seperti pH sesuai dengan tingkat pertumbuhan fitoplankton, yaitu berkisar 7,5-8,2. Rendahnya indeks dominansi yang diperoleh pada masa pemeliharaan tersebut diduga karena ketersediaan bahan organik sebagai faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton belum optimal. Histogram indeks saprobik pada petakan tambak budidaya udang *Vannamei* pada masa pemeliharaan 30 hari disajikan pada Gambar 1.

Indeks saprobik pada masa pemeliharaan 30 hari budidaya digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran atau proses penguraian bahan organik oleh bakteri yang bersinergi dengan jumlah fitoplankton yang berada pada perairan tersebut. Nilai indeks saprobik yang diperoleh pada kolam 1,2,3,4,5,6,7 termasuk dalam tingkat pencemaran ringan. Menurut Basmi (2000) bahwa nilai indeks saprobik 0,5 s/d 1 tergolong dalam fase  $\beta$ -Mesosaprobik/oligosaprobik, di mana lingkungan tersebut berada dalam tingkat pencemaran ringan dengan penguraian bahan organik secara sempurna, kandungan DO yang tinggi dan jumlah bakteri yang rendah. Indeks saprobik yang diperoleh pada kolam 8 menunjukkan nilai indeks 0,3 yang termasuk dalam tingkat pencemaran sedang. Menurut Basmi (2000) menyebutkan bahwa tingkat pencemaran dengan nilai indeks 0 s/d 0,5 termasuk dalam kategori tingkat pencemaran sedang dengan fase  $\beta/\alpha$ -Mesosaprobik, di mana kondisi lingkungan tersebut dengan kandungan DO yang tinggi, jumlah bakteri yang menurun dan akan menghasilkan nitrat guna dimanfaatkan fitoplankton.

Indeks saprobik yang diperoleh pada masa pemeliharaan 30 hari tersebut menentukan tingkat pencemaran budidaya dengan memanfaatkan keberadaan jenis fitoplankton yang ada. Kategori rendah/tingginya indeks saprobik berdasarkan jumlah bahan organik yang terkandung dalam budidaya tersebut. Beban bahan organik yang dihasilkan dari proses budidaya tersebut berasal dari kandungan bahan organik pakan buatan yang diberikan. Tingkat pencemaran yang tergolong ringan-sedang yang diperoleh diduga karena proses budidaya yang masih tergolong muda, sehingga bahan pencemar, seperti bahan organik yang terkandung belum terakumulasi secara menyeluruh atau kandungan bahan organik berasal dari pemupukan saat proses awal



**Gambar 1.** Indeks Saprobi pada Masa Pemeliharaan 30 Hari

**Tabel 2.** Parameter Kualitas Air Budidaya Udang Vannamei di Kawasan Pertambakan MSTP Undip, Jepara

Waktu (Cuaca)	Parameter	Kolam							
		1	2	3	4	5	6	7	8
14.00 WIB (Cerah berawan)	DO (mg/L)	5,08	5,93	5,64	5,56	5,27	5,34	5,88	5,60
	Suhu (°C)	27,4	27,9	27,5	27,7	27,5	27,7	27,5	27,7
	Salinitas (ppt)	36	37	35	35	37	36	36	35
	Kecerahan (cm)	20	22	32	30	20	20	18	18
	pH	7,9	8,2	8,0	8,2	8,0	8,0	8,2	8,0
	TSS (mg/L)	46,06	56,06	76,67	60,61	74,24	63,33	71,52	60,30
	Nitrat (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Fosfat (mg/L)	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18.00 WIB (Cerah)	DO (mg/L)	5,62	5,69	5,18	5,49	5,67	5,65	5,94	5,52
	Suhu (°C)	27,1	27,3	27,2	27,7	27,7	27,7	27,8	27,9
	Salinitas (ppt)	36	36	37	37	38	36	37	35
	Kecerahan (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
	pH	7,6	8,2	8,2	8,2	8,0	7,6	8,0	7,8
22.00 WIB (Cerah)	DO (mg/L)	3,69	4,90	4,41	4,79	4,19	4,60	4,05	4,99
	Suhu (°C)	28,2	28,5	28,4	28,3	28,1	28,3	28,1	27,9
	Salinitas (ppt)	36	36	36	37	37	36	36	35
	Kecerahan (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
	pH	7,5	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,5	7,6
02.00 WIB (Cerah)	DO (mg/L)	3,69	4,90	4,41	4,79	4,19	4,60	4,05	4,99
	Suhu (°C)	28,2	28,5	28,4	28,3	28,1	28,3	28,1	27,9
	Salinitas (ppt)	36	36	36	37	37	36	36	35
	Kecerahan (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0
	pH	7,5	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,5	7,6
06.00 WIB (Cerah, berawan)	DO (mg/L)	4,39	4,71	4,51	4,98	4,87	4,09	4,62	4,21
	Suhu (°C)	27,6	27,1	27,9	27,8	27,4	27,9	27,7	27,2
	Salinitas (ppt)	36	37	36	35	37	37	36	36
	Kecerahan (cm)	21	21	20	28	20	20	20	20
	pH	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,7	7,6	7,7
10.00 WIB (Cerah berawan)	DO (mg/L)	6,05	6,86	5,71	5,40	6,61	6,60	6,03	6,38
	Suhu (°C)	27,7	27,9	27,8	27,7	27,5	27,7	27,6	27,5
	Salinitas (ppt)	36	37	37	37	37	36	37	37
	Kecerahan (cm)	20	21	28	22	19	20	19	19
	pH	7,7	7,7	7,7	7,7	7,8	7,9	7,9	8,1

budidaya udang Vannamei. Kualitas air pada masing-masing petakan tambak udang Vannamei dari hasil pengukuran yang dilakukan selama 24 jam disajikan pada Tabel 2. Kualitas air yang diperoleh merupakan faktor pendukung pertumbuhan fitoplankton, di mana parameter, seperti: suhu 27,1-28,5°C; salinitas 35-38 ppt; kecerahan 18-32 cm; DO 3,09-3,86 mg/L; pH 7,5-8,2; TSS 46,06-76,67 mg/L; nitrat 0,000 mg/L dan fosfat 0,000 mg/L.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kelimpahan fitoplankton pada masa pemeliharaan 30 hari ditemukan dari kelas Bacillariophyceae dengan persentase 43%, kelas Cyanophyceae 28% dan kelas Dinophyceae 29%. Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh termasuk dalam kategori rendah, dengan nilai indeks <2,30, nilai indeks keseragaman termasuk kategori rendah dan indeks dominansi yang diperoleh menunjukkan tidak ada fitoplankton yang dominan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM UNDIP yang telah membiayai penelitian ini, yang merupakan sebagian kecil dari kegiatan penelitian RUU UNDIP Tahun 2017-2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi, O.H., Sutomo, A.B., Yusuf, S.A., Trimaningsih, E.A. & Riyono, S.H. 1997. Kisaran kelimpahan dan komposisi plankton predomnan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. P3O-LIPI, Jakarta, 5-24 hlm.
- Aryawati, R. 2007. Kelimpahan dan sebaran fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur. [Tesis]. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, 55-60 hlm.
- Basmi, J. 2000. Planktonologi: Bioekologi Plankton Algae. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor, 110 hlm.
- Boyd. C.E. 1990. Water Quality in Pond for Aquaculture. Alabama Aquaculture Station, Auburn University, 482 p.
- Budiardi, T.N., Gemawaty & Wahjuningrum, D. 2007. Produksi ikan neon tetra *Paracheirodon innesi* ukuran L pada padat tebar 20, 40 dan 60 ekor/liter dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(2):211–215.
- Burkholder, J.M. 1998. Implications of harmful microalgae and heterotrophic Dinoflagellates in management of sustainable Marine Fisheries. *Ecological Applications*, 8:37-62.
- Hoek, C.V.D., Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. Algae: An Introduction to Phycology. Cambridge University Press, Cambridge, p. 14:627.
- Hutabarat, S. & Evans, M.S. 2014. Pengantar Oseanografi. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 159 hlm.
- Mackenthun, K.M. 1969. The Practice of water pollution biology. United State Department of Interior. Federal Water Pollution Control, Administration Division of Technical Support.
- Odum, E.P. 1971. Fundamental of Ecology. 3<sup>rd</sup>ed., W.B. Saunders Company Philadelphia, 445 p.
- Odum, E.P. 1993. Dasar Dasar Ekologi. Ed.III, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 201-250 hlm. (diterjemahkan oleh S. Tjahjono).
- Sari, A.N., Hutabarat. S. & Soedarsono, P. 2014. Struktur komunitas plankton pada padang lamun di Pantai Pulau Panjang, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(2):82-91. DOI: 10.14710/marj.v3i2.5006
- Wijaya. 2009. Struktur komunitas fitoplankton sebagai bioindikator kualitas perairan Danau Rawapening, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi dh Sellula*, 55-61. DOI: 10.14710/baf.v19i1.2584
- Yamaji, I. 1979. Illustration of the marine plankton. Hoikusha Publising. Co. Ltd. Osaka. Japan, 174p.