

**TROPHIC STATE INDEX (TSI) DI HABITAT RAJUNGAN (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)
PANTAI BETAHWALANG, KABUPATEN DEMAK**

*Trophic State Index (TSI) in Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) Habitat
Betahwalang Beach, Demak Regency*

Lulu Adilla Latifah, Norma Afiati*), Pujiono Wahyu Purnomo

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email: lulu_adilla.latifah@yahoo.com

ABSTRAK

Perairan Betahwalang di desa Betahwalang, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak merupakan perairan habitat rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) dengan intensitas penangkapan sepanjang tahun. Sebagai habitat rajungan, perairan Betahwalang direncanakan menjadi kawasan lindungan laut daerah yang dikelola masyarakat sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dievaluasi status trofik perairannya dalam rangka pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya hayatinya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui status kesuburan perairan di habitat rajungan berdasarkan metode *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977) dan Kepmen LH No. 115/ 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51/2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. TSI Carlson menggunakan 3 komponen utama, yaitu total fosfor, klorofil a, dan kecerahan air untuk menduga status trofik perairan. Metode deskriptif dengan teknik penentuan lokasi sampling bersifat *purposive random* digunakan dalam penelitian ini. Hasil yang diperoleh dari analisis TSI Carlson (1977), berkisar antara 60-68, sementara skor status mutu air dari analisis Kepmen LH No.115/2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51/2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut adalah -20. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pantai Betahwalang berada pada status eutrofik sedang dan termasuk kategori perairan tercemar sedang untuk biota air laut.

Kata Kunci : Status Mutu Perairan; *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977); Kepmen LH No.115/2003; Kepmen LH No. 51/2004; Pantai Betahwalang

ABSTRACT

*Betahwalang aquatic water in Betahwalang village, Bonang district, Demak Regency, is a blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) habitat with fishing intensity throughout the year. Accordingly, trophic status of the water in Betahwalang needs to be evaluated for sustainable management of the crab. The purpose of this study is to determine the fertility status of the water in blue swimming crab habitat based on *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977) and Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No.115/2003 regarding Guideline for the Determination of Water Quality Status and Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No.51/2004 regarding the Standard Quality of Sea Water for Marine Biota. TSI by Carlson (1977, 2005) applying three main components, i.e. total phosphorus, chlorophyll-a, and water transparency to assess trophic status of the water. Descriptive method is used in this study, for which sampling location was determined by using *purposive random*. The result from the analysis of TSI Carlson (1977) is among 60-68, while the score of water quality status analysed using Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No.115/2003 about Guideline for the Determination of Water Quality Status and Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No.51/2004 about the Standard Quality of Sea Water for Marine Biota is -20. Based on the results of this research, it is concluded that Betahwalang beach is on medium eutrophic status and categorized as medium polluted water for marine biota.*

Keywords : Water Quality Status; *Trophic State Index* Carlson (1977); Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No.115/2003; Decree of the Minister of Environment of The Republic Indonesia (Kepmen LH) No. 51/2004; Betahwalang Beach

*) Penulis penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Pantai Kabupaten Demak membentang sepanjang 34,1 km dan merupakan pesisir yang cukup baik untuk usaha perikanan laut, baik untuk ikan demersal maupun pelagis kecil. Dasar perairan pantai Betahwalang adalah pasir lumpur (BAPPEDA, 2012). Salah satu perairan pantai Kabupaten Demak, yaitu pantai Betahwalang di Desa Betahwalang, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak merupakan habitat rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) dengan intensitas penangkapan sepanjang tahun.

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2003), rajungan hidup di pantai dengan substrat dasar pasir lumpur. Tipe substrat di pantai Betahwalang yaitu pasir lumpur sesuai dengan tipe substrat untuk habitat rajungan (*P. pelagicus*). Dengan demikian perairan Betahwalang mempunyai potensi dijadikan habitat rajungan (*P. pelagicus*). Hal ini didukung oleh APRI (Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia), dan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Diponegoro (Undip) yang menetapkan perairan tersebut sebagai contoh daerah konservasi rajungan / lindungan laut daerah yang dikelola masyarakat.

Terkait sebagai habitat rajungan (*P. pelagicus*), perairan Betahwalang perlu dilihat status trofik perairannya yang dibutuhkan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya rajungan (*P. pelagicus*). Status tersebut dapat ditentukan menggunakan indikator perairan yaitu: fisika, kimia, dan biologi. Status trofik dapat mengalami pergerakan status kesuburannya, misalnya dari status eutrofik ke oligotrofik ataupun sebaliknya. Hal ini karena diperkirakan adanya *overlapping* di habitat rajungan (*P. pelagicus*) yang berasal dari aktivitas manusia di wilayah pesisir Betahwalang.

Gambaran status trofik suatu perairan dapat diperoleh dengan menghitung konsentrasi total fosfor (unsur penting bagi pertumbuhan alga), konsentrasi klorofil a (gambaran jumlah kehadiran mikroalga di perairan), dan tingkat kecerahan air (Nybakken, 1992). Oleh karena itu, variabel yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari indikator-indikator di atas, yaitu klorofil a, total fosfor, dan transparansi air atau kecerahan. Prinsip kerja ke-3 variabel tersebut dalam menentukan status trofik perairan tidak dapat dikaji secara parsial, dibutuhkan pendekatan yang komprehensif dalam mengkajinya. Pendekatan yang komprehensif tersebut antara lain dapat ditaksir melalui metode *Trophic State Index* Carlson. Pentingnya informasi mengenai tingkat kesuburan perairan sekitar perairan Betahwalang nantinya dapat digunakan dalam pengelolaan perikanan di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

Tujuan penelitian adalah mengetahui status kesuburan perairan di habitat rajungan (*P. pelagicus*) berdasarkan *Trophic State Index* Carlson (1977), Kepmen LH No. 115/2003 tentang Pedoman Penentuan Status mutu air, dan Kepmen LH No. 51/2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut. Materi tersebut digunakan untuk mengukur variabel fisika-kimia-biologi, khususnya variabel total fosfor, kedalaman Secchi, dan klorofil a yang terangkum sebagai *Trophic State Index*. Variabel fisika-kimia lainnya adalah suhu air, kedalaman, arus, nitrat, fosfat, oksigen terlarut, salinitas, dan pH.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian bersifat deskriptif yaitu suatu metode yang meliputi pengumpulan data untuk menguji hipotesis dan menjawab pertanyaan mengenai status terakhir dari subjek penelitian (Rahmat, 2013). Dalam penelitian ini subjeknya adalah status trofik perairan di habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang.

Penentuan lokasi penelitian

Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode "*Purposive Random Sampling*". Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara acak, dengan pertimbangan keberadaan rajungan di habitat rajungan dan wilayah sekitarnya. Pertimbangan keberadaan rajungan didasarkan pada kebiasaan nelayan menangkap rajungan di habitat tersebut. Area wilayah dibagi atas 4 lokasi yaitu 2 lokasi yang mewakili habitat rajungan, 1 lokasi batas sebelah timur laut habitat rajungan, dan 1 lokasi batas sebelah barat laut habitat rajungan.

Teknik pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel ditetapkan ketentuan: angka intensitas cahaya di kedalaman saat Secchi *disc* tidak terlihat (I_z) 10% dari angka intensitas cahaya di permukaan air (I_0). Berdasarkan ketentuan tersebut, sampel air diambil di kedalaman 1 m.

Analisis data

Data klorofil a, total fosfor, dan kedalaman Secchi yang diperoleh dari penelitian diolah dengan rumus *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977). Variabel fisika-kimia antara lain: suhu air, nitrat, fosfat, pH, salinitas, dan oksigen terlarut digunakan untuk menentukan status mutu air berdasarkan Kepmen LH No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Dalam Kepmen LH No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, digunakan indeks STORET. Angka-angka hasil pengukuran variabel fisika-kimia air dibandingkan dengan angka baku mutu berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengukuran variabel fisika, kimia, dan biologi perairan sebagai berikut:

Tabel 1. Suhu Air, Kecerahan, Kedalaman, Arus, pH, Salinitas, dan Oksigen Terlarut Bulan Februari-Maret 2015 di Pantai Betahwalang

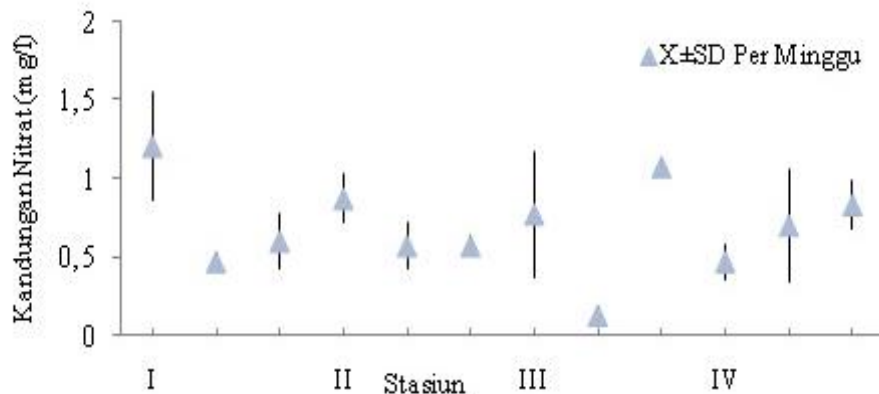
Waktu Sampling	Variabel	Stasiun			
		I	II	III	IV
22 Februari 2015	Suhu Air (°C)	31	31	29	29
	Kecerahan (m)	0,28	0,28	0,36	0,37
	Kedalaman (m)	1,8	1,8	1,9	2,2
	Kecepatan arus (m/s)	0,1	0,1	0,1	0,1
	pH	7	7	6	6
	Salinitas (‰)	5	5	5	5
	Oksigen Terlarut (mg/l)	5,6	6,4	7,6	6,4
01 Maret 2015	Suhu Air (°C)	32	32	32	32
	Kecerahan (m)	0,22	0,22	0,20	0,21
	Kedalaman (m)	2,1	2,1	2,8	2,8
	Kecepatan arus (m/s)	0,07	0,07	0,07	0,07
	pH	6	6	6	6
	Salinitas (‰)	10	10	10	10
	Oksigen Terlarut (mg/l)	8	6	6,8	6,8
08 Maret 2015	Suhu Air (°C)	28	28	28	28
	Kecerahan (m)	0,31	0,31	0,29	0,34
	Kedalaman (m)	2,2	2,2	2,7	2,8
	Kecepatan arus (m/s)	0,1	0,1	0,5	0,5
	pH	6	6	6	6
	Salinitas (‰)	15	15	15	15
	Oksigen Terlarut (mg/l)	5,2	5,6	5,4	5,8

Suhu perairan pantai Betahwalang berkisar antara 28-32°C (Tabel 1). Kecerahan di 4 stasiun berkisar antara 0,20-0,37 m. Kecepatan arus berkisar antara 0,07-0,5 m/s. pH yang diperoleh tercantum pada Tabel 1, berkisar antara 6-7. Salinitas yang diperoleh berkisar antara 5-15‰. Oksigen terlarut yang diperoleh berkisar antara 5,2-8 mg/l (Tabel 1).

Kandungan nitrat dan fosfat

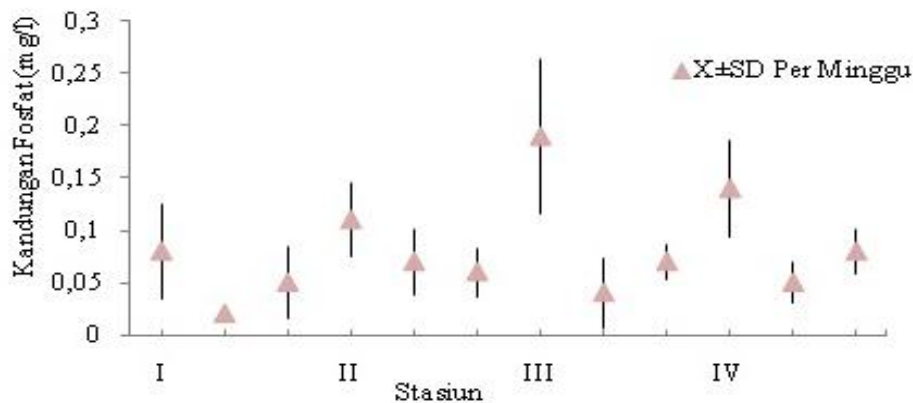
Tabel 2. Angka Rerata, dan Standar Deviasi (Sd) Nitrat (NO₃), dan Fosfat (PO₄) pada Air Bulan Februari-Maret 2015 di Pantai Betahwalang, Kabupaten Demak, n = 3

Stasiun	Waktu Sampling	NO ₃ (mg/l)	Sd NO ₃	PO ₄ (mg/l)	Sd PO ₄
I	22 Februari 2015	1,20	0,346	0,08	0,046
	01 Maret 2015	0,47	0,058	0,02	0,002
	08 Maret 2015	0,60	0,173	0,05	0,034
II	22 Februari 2015	0,87	0,153	0,11	0,035
	01 Maret 2015	0,57	0,153	0,07	0,031
	08 Maret 2015	0,57	0,058	0,06	0,023
III	22 Februari 2015	0,77	0,404	0,19	0,074
	01 Maret 2015	0,13	0,058	0,04	0,033
	08 Maret 2015	1,07	0,058	0,07	0,017
IV	22 Februari 2015	0,47	0,115	0,14	0,046
	01 Maret 2015	0,70	0,361	0,05	0,019
	08 Maret 2015	0,83	0,153	0,08	0,021



Gambar 1. Kandungan Nitrat (NO_3) di Pantai Betahwalang Selama Bulan Februari-Maret 2015.

Kandungan nitrat di pantai Betahwalang minggu ke-1 tertinggi pada stasiun 1, diikuti stasiun 2, 3, dan 4 (Gambar 1 dan Tabel 2). Minggu ke-2, stasiun 1, 2, dan 3 cenderung mengalami penurunan, tapi stasiun 4 mengalami kenaikan sebesar 0,23 mg/l (Gambar 1 dan Tabel 2). Terjadinya hujan deras saat sampling di minggu ke-2 diduga menyebabkan penurunan tersebut. Pada saat hujan terjadi pengadukan massa air oleh ombak. Minggu ke-3 di 4 stasiun mengalami kenaikan kandungan nitrat. Kenaikan yang drastis pada stasiun 3 sebesar 0,94 mg/l.



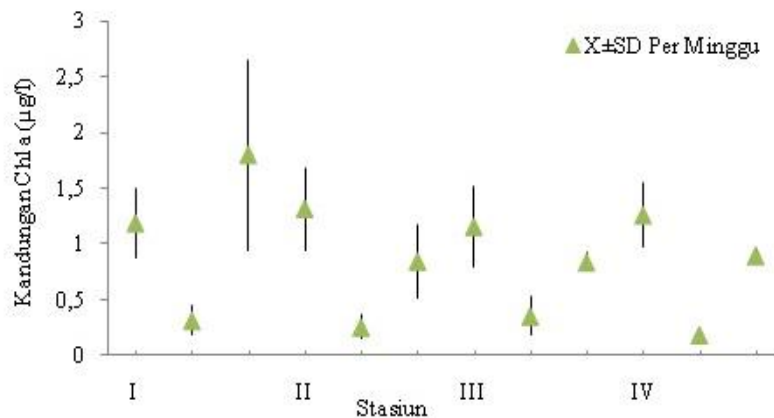
Gambar 2. Kandungan Fosfat (PO_4) di Pantai Betahwalang Selama Bulan Februari- Maret 2015.

Kandungan fosfat di pantai Betahwalang tertinggi pada minggu ke-1 di stasiun 3 sebesar 0,19 mg/l, diikuti stasiun 4, 2, dan 1 (Tabel 2 dan Gambar 2). Minggu ke-2, fosfat di 4 stasiun mengalami penurunan yang cukup drastis (Tabel 2 dan Gambar 2). Terjadinya hujan deras saat sampling di minggu ke-2 diduga menyebabkan penurunan tersebut. Pada saat hujan terjadi pengadukan massa air oleh ombak. Minggu ke-3 stasiun 2 mengalami penurunan, berbeda dengan di stasiun 1, 3, dan 4 yang mengalami kenaikan kandungan fosfat (Tabel 2 dan Gambar 2).

Kandungan klorofil a

Tabel 3. Angka Rerata, dan Standar Deviasi (Sd) Klorofil a Bulan Februari-Maret 2015 di Pantai Betahwalang, Kabupaten Demak, n = 3

Stasiun	Waktu Sampling	Klorofil a ($\mu\text{g/l}$)	Sd Klorofil a
I	22 Februari 2015	1,19	0,316
	01 Maret 2015	0,32	0,127
	08 Maret 2015	1,80	0,856
II	22 Februari 2015	1,32	0,370
	01 Maret 2015	0,26	0,112
	08 Maret 2015	0,85	0,331
III	22 Februari 2015	1,16	0,362
	01 Maret 2015	0,36	0,166
	08 Maret 2015	0,84	0,080
IV	22 Februari 2015	1,26	0,283
	01 Maret 2015	0,19	0,033
	08 Maret 2015	0,90	0,062



Gambar 3. Kandungan Klorofil a di Pantai Betahwalang Selama Bulan Februari-Maret 2015.

Variabel biologi yang diukur pada penelitian ini adalah klorofil a. Minggu ke-1 kandungan klorofil a tertinggi pada stasiun 2, diikuti stasiun 1,3, dan 4 (Tabel 3 dan Gambar 3). Minggu ke-2, klorofil-a di 4 stasiun mengalami penurunan. Penurunan tersebut diduga karena saat sampling di minggu ke-2, terjadi hujan deras yang menyebabkan pengadukan massa air oleh ombak. Minggu ke-3, di 4 stasiun mengalami kenaikan kandungan klorofil a. Kenaikan tertinggi pada stasiun 1 sebesar 1,48 µg/l (Tabel 3 dan Gambar 3).

Analisis Trophic State Index (TSI) Carlson (1977)

Tabel 4. Hasil Analisis TSI Carlson (1977) di 4 Stasiun Bulan Februari-Maret 2015 di Pantai Betahwalang, n = 3

Stasiun	Minggu ke-	Total P (µg/l)	Secchi depth (m)	Klorofil a (µg/l)	TSI TP	TSI SD	TSI Chl a
I	1	245,2	0,28	1,19	84	78	32
	2	206,7	0,22	0,32	81	81	19
	3	166,7	0,31	1,80	78	77	36
II	1	326,9	0,28	1,32	88	78	33
	2	213,3	0,22	0,26	81	82	17
	3	183,3	0,31	0,85	79	77	29
III	1	592,6	0,36	1,16	96	75	32
	2	113,3	0,20	0,36	72	83	21
	3	200	0,29	0,84	81	78	29
IV	1	429,1	0,37	1,26	92	74	33
	2	160	0,21	0,19	77	82	14
	3	253,3	0,34	0,90	84	76	30

Berdasarkan hasil pengukuran total fosfor, klorofil a, dan Secchi depth, dapat dikaitkan kedekatannya antar variabel. Trophic State Index (TSI) total fosfor (TP) bila dikaitkan dengan hasil TSI Secchi depth (SD) dan klorofil a (Chl-a), terlihat TSI TP lebih dekat dengan Secchi depth (SD) daripada terhadap klorofil a (Chl-a) (Tabel 4). Angka-angka TSI Chl-a paling rendah diantara angka TSI TP maupun SD. Hasil tersebut mengindikasikan fosfor (TP) lebih menentukan sebagai prediktor kecerahan (SD) daripada penentuan oleh komunitas plankton (Chl-a). Dengan kata lain kecerahan lebih ditentukan oleh keberadaan fosfor daripada oleh plankton. Dalam hal ini diperkirakan fosfor dibawa ke dalam sistem oleh partikel-partikel non-alga.

Hasil TSI TP, SD dan Chl-a yang diperoleh (Tabel 4) selanjutnya dihitung rerata TSI nya tiap minggu, dan dapat dilihat hasilnya pada Tabel 5. Rerata yang diperoleh diduplikasikan ke dalam tabel kriteria TSI Carlson untuk dilihat status trofiknya (Tabel 5).

Tabel 5. Status Trofik di Pantai Betahwalang Bulan Februari-Maret 2015 Menurut TSI Carlson (1977)

Stasiun	Minggu ke-	TSI	Status Trofik
I	1	65	Eutrofik sedang
	2	60	Eutrofik sedang
	3	64	Eutrofik sedang
II	1	66	Eutrofik sedang
	2	60	Eutrofik sedang
	3	62	Eutrofik sedang
III	1	68	Eutrofik sedang
	2	60	Eutrofik sedang
	3	63	Eutrofik sedang
IV	1	66	Eutrofik sedang
	2	60	Eutrofik sedang
	3	63	Eutrofik sedang

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis TSI Carlson, rerata TSI berkisar antara 60-68 (Tabel 5). Angka TSI tersebut berada pada status eutrofik sedang.

Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air

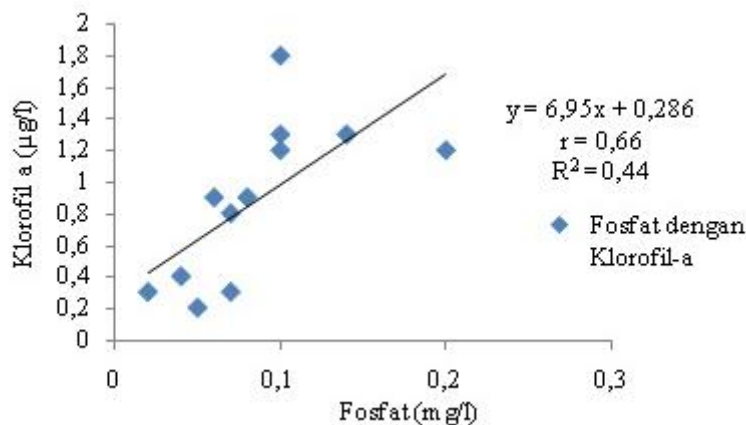
Tabel 6. Hasil Analisis Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air di Pantai Betahwalang Bulan Februari-Maret 2015

No	Variabel	Baku Mutu	Hasil Pengukuran			Skor
			Maksimum	Minimum	Rerata	
Fisika						
1	Suhu Air (°C)	28-32	32	28	30	0
Kimia						
2	pH	7-8,5	7	6	6,3	0
3	DO (mg/l)	>5	8	5,2	6,4	0
4	Salinitas (‰)	s.d 34	15	5	10	0
5	Nitrat (mg/l)	0,008	1,2	0,13	0,70	-10
6	Fosfat (mg/l)	0,015	0,19	0,02	0,09	-10
Jumlah Skor						-20

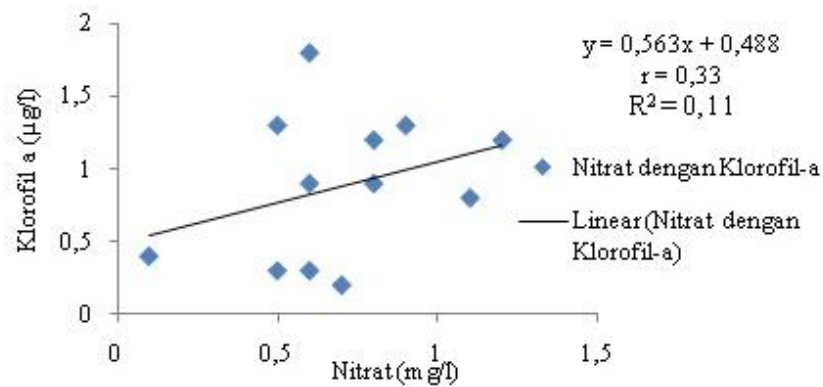
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air di pantai Betahwalang, jumlah skor adalah -20. Skor tersebut jika diklasifikasikan ke dalam 4 kelas mutu air yaitu tercemar sedang untuk biota air laut.

Regresi

Hasil analisis regresi linear antara fosfat (PO₄) terhadap kandungan klorofil a dapat dilihat pada Gambar 4. Sementara regresi linear antara nitrat (NO₃) terhadap kandungan klorofil a dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Korelasi antara Fosfat dengan Klorofil a di Pantai Betahwalang Selama Bulan Februari-Maret 2015.



Gambar 5. Korelasi antara Nitrat dengan Klorofil a di Pantai Betahwalang Selama Bulan Februari-Maret 2015.

Hasil analisis regresi berganda antara fosfat dan nitrat terhadap kandungan klorofil a dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Regresi Berganda antara Fosfat dan Nitrat terhadap Klorofil a

	<i>Coefficients</i>	<i>T_{hitung}</i>	<i>T_{tabel}</i>	<i>P_{value}</i>	<i>R²</i>
Intercept	0,158	0,46	2,2	0,66	
X Variabel 1 (PO ₄)	6,51	2,43	2,2	0,04	0,46
X Variabel 2 (NO ₃)	0,24	0,54	2,2	0,60	

Berdasarkan Gambar 4 dan 5, hasil r fosfat yang diperoleh sebesar 0,66. Angka koefisien korelasi ini menerangkan bahwa fosfat mempunyai korelasi atau pengaruh positif yang kuat sebesar 0,66 terhadap klorofil a daripada nitrat. Hasil regresi berganda (Tabel 7), diperoleh persamaan regresi berganda yaitu: $Y = 0,158 + 6,51X_1 + 0,24X_2$. Hasil tersebut menunjukkan pola hubungan berbanding lurus yang ditandai dengan kemiringan (*slope*) bertanda positif. Hal ini berarti setiap peningkatan konsentrasi fosfat dan nitrat sebesar 0,2 mg/l dapat meningkatkan kandungan klorofil a sebesar 6,5 dan 0,24 µg/l. Koefisien determinasi (R^2) menunjukkan bahwa 46% klorofil a dipengaruhi oleh fosfat dan nitrat, sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya. Hasil uji-t juga menunjukkan bahwa angka t_{hitung} fosfat lebih besar daripada t_{tabel} nya. Hal ini berarti konsentrasi fosfat lebih berpengaruh daripada konsentrasi nitrat terhadap klorofil a.

B. Pembahasan

Secara umum, pantai Betahwalang bila dilihat dari rerata *Trophic State Index* (TSI) Carlson (Tabel 5) cenderung berada pada status eutrofik sedang. Bila dilihat per variabel TSI, angka TSI TP lebih dekat dengan TSI SD (Tabel 4). Angka TSI TP dan TSI SD lebih besar daripada angka TSI Chl-a (TSI TP > TSI SD > TSI Chl-a). Menurut Carlson dan Havens (2005), hal ini berarti biomassa telah berkurang sampai ke bawah tingkat yang dapat diprediksi total fosfor, karena adanya pemangsaan. Dalam hal ini kemungkinan pemangsaan oleh zooplankton dan ikan herbivora. Angka TSI Chl-a lebih rendah dari angka TSI SD. Hal ini menurut Carlson dan Havens (2005), dapat diinterpretasikan bahwa kekeruhan terjadi karena partikel, tidak berkaitan dengan alga, dan didominasi oleh penurunan intensitas cahaya.

Diagram TSI Carlson yang diperoleh di pantai Betahwalang, memperlihatkan bahwa titik TSI TP, Chl-a, dan SD di 4 stasiun terletak sangat mirip pada kuadran yang sama (IV) setiap minggunya. Di ke-4 stasiun posisi TP, Chl-a, dan SD di diagram TSI Carlson relatif tidak berada dalam satu garis lurus setiap minggunya. Diagram terlihat berbeda pada minggu ke-2. Angka TSI Chl-a yang diperoleh pada minggu ke-2 di stasiun 1, 2, dan 3, hampir melewati batas garis skala TSI Carlson. Minggu ke-2 di stasiun 4 telah melewati batas garis skala TSI Carlson. Kondisi tersebut diduga karena pengaruh hujan lebat saat penelitian pada minggu ke-2. Hal ini juga didukung dari angka hasil pengukuran fosfat, dan klorofil a untuk TSI yang memperlihatkan perbedaan di minggu ke-2 (Gambar 2 dan 3). Selain diduga karena pengadukan dasar air oleh ombak selama hujan, menurut Simanjuntak (2007), musim barat yang bertepatan dengan musim hujan berpotensi untuk meningkatkan kandungan fosfat dan nitrat yang berasal dari daratan.

Kandungan fosfat dan nitrat yang tinggi dapat meningkatkan biomassa tumbuhan air. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang terdapat di lokasi penelitian telah menandai terjadi peningkatan biomassa tumbuhan air makrofit. Menurut Barus (2002), peningkatan produksi biomassa alga, perifiton, dan biomassa tumbuhan air tinggi karena peningkatan unsur hara, terutama nitrogen dan fosfor.

Banyaknya eceng gondok (*E. crassipes*) di lokasi penelitian memperlihatkan masalah tanaman air yang sudah ekstensif. Hal tersebut sesuai indikasi dari hasil TSI Carlson. Eceng gondok (*E. crassipes*) dapat mengurangi tingkat kekeruhan air dengan cara mengabsorpsi dan mengurangi gerakan massa air, sehingga memudahkan sedimentasi dari bahan tersuspensi. Tumbuhan ini juga mampu mengikat unsur logam dalam air

(Aeni, 2011). Eutrofikasi yang diikuti *blooming* alga terjadi jika tumbuhan ini berjumlah banyak. Menurut Barus (2002), eutrofikasi adalah pengkayaan sistem biologi oleh elemen-elemen nutrisi, terutama nitrogen dan fosfor. Salah satu implikasinya adalah peningkatan biomassa tumbuhan air.

Kondisi eutrofik memungkinkan alga untuk tumbuh berkembang biak secara pesat akibat ketersediaan nutrisi yang berlebihan. Dalam hal ini alga biru-hijau sesuai indikasi dari hasil TSI Carlson. Kondisi di lapangan secara visual agak berbeda. Populasi tumbuhan air melimpah tapi tidak ditemukan lapisan alga biru-hijau. Menurut Carlson, 1977 dalam Suryono *et al.* (2010), kondisi perairan tersebut dicirikan dengan *non-alga particulates or color dominate light attenuation*. Dengan kata lain partikel non alga atau kurang mendapat spektrum cahaya yang berwarna dominan, sehingga walaupun tergolong eutrofik, perairan tidak mengalami *blooming* alga.

Selain itu, angka salinitas yang kecil antara 5-15‰ di lokasi penelitian (Tabel 1) juga berpengaruh terhadap melimpahnya tumbuhan air. Angka salinitas yang kecil diduga karena terjadi pengenceran salinitas oleh air hujan ketika musim hujan. Semakin tinggi tingkat curah hujan, semakin rendah salinitas. Salinitas yang rendah, memungkinkan tumbuhan eceng gondok (*E. crassipes*) melimpah. Menurut Aeni (2011), eceng gondok (*E. crassipes*) akan bertambah sepanjang musim hujan dan berkurang saat kandungan garam naik pada musim kemarau.

Hasil analisis *Trophic State Index* (TSI) Carlson di pantai Betahwalang kemudian didukung oleh hasil analisis Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Jumlah skor yang diperoleh adalah -20 (Tabel 6). Berdasarkan skor tersebut, pantai Betahwalang termasuk ke dalam kategori perairan tercemar sedang untuk biota laut. Meskipun ternyata pada kondisi ini rajungan (*P. pelagicus*) masih hidup dan berkembang biak.

Kategori perairan tercemar ini karena kandungan unsur hara (fosfat dan nitrat) yang tinggi atau melebihi baku mutu air laut untuk biota laut (Tabel 2). Hal ini mungkin diduga karena pengadukan dasar air oleh ombak saat musim hujan, selain karena masukan zat hara dari buangan kegiatan rumah tangga, industri rajungan, dan sebagainya dari darat ke pantai. Menurut Effendi (2003), sumber antropogenik fosfor dan nitrogen adalah limbah industri dan domestik.

Penelitian saat musim hujan berpengaruh pada kandungan nitrat dan fosfat. Menurut Simanjutak (2007), musim barat yang bertepatan dengan musim hujan berpotensi untuk meningkatkan kandungan fosfat dan nitrat yang berasal dari daratan dan pengadukan dasar air oleh ombak. Kandungan fosfat dan nitrat yang rendah dipengaruhi oleh pencampuran massa air laut yang mengandung kadar nitrat dan fosfat yang rendah.

Kandungan fosfat yang lebih rendah dari nitrat adalah umum terjadi. Menurut Effendi (2003), sifat nitrat mudah larut dalam air dan lebih stabil dibanding fosfat, sehingga fosfat relatif lebih rendah dari nitrat. Angka fosfat yang rendah dari nitrat juga kemungkinan dimanfaatkan oleh tumbuhan air karena fosfor dalam bentuk fosfat dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Hal ini terbukti banyak tumbuhan air eceng gondok yang ditemukan di lokasi penelitian.

Berbeda dengan hasil nitrat dan fosfat, kandungan klorofil-a rendah. Padahal menurut Levinton (1982) dalam Zulfia dan Aisyah (2013), kandungan klorofil a di suatu perairan bergantung pada kandungan nitrogen dan fosfor. Kenyataan di lapangan nitrogen dan fosfor tinggi tapi klorofil a rendah. Klorofil a yang rendah diduga karena produktivitas di kolom air rendah yang disebabkan oleh kekeruhan dari komponen abiotik.

Keterkaitan antara unsur hara dengan klorofil a tersebut dapat diketahui dengan menghitung analisis regresi linear. Analisis regresi linear antara kandungan nitrat dan fosfat terhadap klorofil a (Gambar 4 dan 5), menunjukkan terdapat hubungan fungsional antara klorofil a (pengguna) dengan unsur hara (nitrat dan fosfat). Tampak bahwa fosfat mempunyai pengaruh atau hubungan lebih kuat terhadap klorofil a daripada nitrat. Hal ini berarti fosfat lebih menentukan sebagai prediktor klorofil daripada nitrat. Analisis regresi berganda juga dihitung yang menunjukkan pola hubungan berbanding lurus ditandai dengan kemiringan (*slope*) bertanda positif (Tabel 7). Uji-t juga menunjukkan bahwa angka t_{hitung} fosfat lebih besar daripada t_{tabel} nya. Hal ini berarti kandungan fosfat lebih berpengaruh daripada kandungan nitrat terhadap klorofil a.

Hasil *Trophic State Index* (TSI) Carlson dengan Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut memiliki kesesuaian hasil. Hasil di kedua metode tersebut menunjukkan pantai Betahwalang berada pada status eutrofik atau tercemar sedang. Fakta di lapangan terlihat status tersebut karena angka kandungan unsur hara (NO_3 dan PO_4) yang melebihi baku mutu, sehingga terdapat masalah tanaman air yang ekstensif.

TSI Carlson dapat diterapkan sebagai salah satu alternatif pengukuran status kesuburan perairan tropis di tawar maupun laut. Hasilnya tetap perlu dibandingkan dengan Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Dengan demikian diperoleh hasil yang representatif untuk menggambarkan status kesuburan suatu perairan, dalam hal ini habitat rajungan (*P. pelagicus*) pantai Betahwalang.

4. KESIMPULAN

Status kesuburan perairan di habitat rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758), pantai Betahwalang, Kabupaten Demak, berdasarkan *Trophic State Index* Carlson menunjukkan status eutrofik sedang. Status mutu air di habitat rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758), pantai Betahwalang, Kabupaten Demak, berdasarkan Kepmen LH No.115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut adalah tercemar sedang untuk biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, R. N., P. Setyono, dan L. B. Utami. 2011. Pengaruh Limbah Lumpur Minyak Mentah terhadap Pertumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.). *Jurnal EKOSAINS*, 3(2): 89-103.
- BAPPEDA Kabupaten Demak. 2012. Tentang Kabupaten Demak. Demak.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. USU Press, Medan, 163 hlm.
- Carlson, R. E., dan K. E. Havens. 2005. *Simple Graphical Methods for The Interpretation of Relationships Between Trophic State Variables*. *Journal Lake and Reservoir Management*, 21(1):1-12.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius, Yogyakarta, 257 hlm.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115. 2003. Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51. 2004. Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 459 hlm. (diterjemahkan oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo).
- Rahmat. 2013. Statistika Penelitian. Pustaka Setia, Bandung, 228 hlm.
- Romimohtarto, K., dan S. Juwana. 2003. Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan tentang Biota laut. Djembatan, Jakarta, 540 hlm.
- Simanjutak, M. 2007. Kadar Fosfat, Nitrat, dan Silikat di Teluk Jakarta. *Jurnal Perikanan, J. Fish.*, 9(2): 274-287.
- Carlson, R.E. 1977. *A Trophic State Index for Lakes*. *Limnology and Oceanography*, 22(2):361-369. *dalam* Suryono, T., S. Sunanisari, E. Mulyana, dan Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(1):49-61.
- Levinton, J.S. 1982. *Marine Ecology*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs N.J., 526 p. *dalam* Zulfia, N., dan Aisyah. 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau dari Kandungan Unsur Hara (NO₃ dan PO₄), serta Klorofil-a. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Bawal, 5(3): 189-199.