

## **KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN KANDUNGAN NUTRIEN PADA EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN HUTAN MANGROVE PASAR BANGGI, REMBANG - JAWA TENGAH**

### ***Eutrophication Based on Nutrient Content in Mangrove Ecosystem in Mangrove Forest Area Banggi Market, Rembang - Central Java***

**Muchammad Yusuf Romadhony<sup>1</sup>, Agus Hartoko<sup>1</sup>, Max Rudloff Muskananfolo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685

Email: [yusufromadhoni76@gmail.com](mailto:yusufromadhoni76@gmail.com), [agushartoko@lecturer.undip.ac.id](mailto:agushartoko@lecturer.undip.ac.id), [maxmuskananfolo@yahoo.com](mailto:maxmuskananfolo@yahoo.com).

*Diserahkan tanggal: 1 Januari 2023, Revisi diterima tanggal: 16 Februari 2023*

#### **ABSTRAK**

Nutrien memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan biota laut. Kandungan nutrisi merupakan salah satu indikator terhadap kesuburan sebagai deskripsi kualitatif suatu perairan. Secara alamiah konsentrasi nutrisi dalam perairan bervariasi dan dalam kondisi tertentu dapat terjadi keadaan di luar batas optimal bagi organisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan nutrisi Nitrat, Fosfat, Organik Terlarut dan Makrozoobentos dan mengetahui tingkat kesuburan perairan Hutan Mangrove Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang. Metode penelitian ini adalah metode deskriptif, sedangkan pemilihan lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling method*. Kesimpulan pada penelitian ini adalah kandungan nutrisi nitrat pada area penelitian menunjukkan variasi yang cukup besar yaitu antara kurang dari 0.02 - 0.621 mg/L tergolong dalam klasifikasi oligotrofik, kandungan fosfat masih relatif sama di semua titik pengamatan yaitu kurang dari 0.018 mg/L. Kandungan C-organik bervariasi yaitu kurang dari 0,5 mg/L - 0.67 mg/L tergolong dalam klasifikasi oligotrofik, dan zat organik mencapai 4,74 mg/L - 34.128 mg/L, bentos jenis *Terebralia sp* dan *Telescopium telescopium* hidup pada seluruh lokasi pengamatan sementara hanya ditemukan di 3 stasiun pengamatan, bentos jenis *Gyraulus sp* memiliki jumlah yang paling banyak ditemukan dan kandungan nutrisi perairan tergolong rendah atau termasuk perairan oligotrofik.

**Kata Kunci:** Bahan Organik Terlarut, Ekosistem Mangrove, Fosfat, Nutrien, Nitrat

#### **ABSTRACT**

*Nutrients have an important role in the growth and development of marine life. Nutrient content is an indicator of fertility as a qualitative description of a waters. Naturally, nutrient concentrations in waters vary and under certain conditions circumstances may occur outside of optimal limits for organisms. This study aims to determine the nutrient content of Nitrate, Phosphate, Dissolved Organic and Macrozoobenthos and to determine the level of fertility of the waters of the Mangrove Forest in Pasar Banggi Village, Rembang District, Rembang Regency. This research method is descriptive method, while the selection of sampling locations using purposive sampling method. The conclusion in this study was that the nutrient content of nitrate in the study area showed quite large variations, namely between less than 0.02 - 0.621 mg/L belonging to the oligotrophic classification. Phosphate content was relatively the same at all observation points, namely less than 0.018 mg/L. The C-organic content varied, namely less than 0.5 mg/L - 0.67 mg/L belonging to the oligotrophic classification, and organic matter reaching 4.74 mg/L - 34,128 mg/L, benthos species *Terebralia sp* and *Telescopium telescopium* lived throughout while the observation locations were only found in 3 observation stations, the benthos type *Gyraulus sp* had the most number found and the nutrient content of the waters was classified as low or included in oligotrophic waters.*

**Keywords:** Mangrove Ecosystem, Nutrients, Nitrate, Phosphate, Solved Organic Ingredients

## PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove mempunyai banyak manfaat bagi ekosistem sekitarnya. Salah satu fungsi dari mangrove adalah memproduksi luruhan daun gugur (serasah) yang merupakan salah satu sumber bahan organik di perairan (Widhitama *et al.*, 2016). Ekosistem mangrove di Desa Pasar Banggi merupakan salah satu yang terbaik di Pantura, Jawa Tengah. Hutan mangrove di Pasar Banggi juga merupakan kawasan konservasi serta sebagai tempat wisata hutan mangrove yang ada di Kabupaten Rembang. Pengelolaan dan konservasi dinilai berhasil, terbukti dengan keadaan ekosistem mangrove yang masih relatif baik, dan kesadaran masyarakat akan pentingnya ekosistem mangrove di Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang relatif tinggi. Kondisi seperti ini perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai tingkat kesuburan pada mangrove yang ada di pasar banggi.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pesisir yang berfungsi sebagai penyedia makanan, tempat berkembang biak maupun memijah, serta sebagai daerah asuhan bagi biota-biota yang hidup di dalamnya (Carugati *et al.*, 2018). Nutrien dan bahan organik merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan mangrove maupun biota yang berasosiasi di dalamnya. Bahan organik dan nutrien pada ekosistem mangrove berasal dari limbah domestik, limbah perikanan, maupun berasal dari mangrove itu sendiri. Tinggi rendahnya kandungan bahan organik dan nutrien pada sedimen dapat mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos yang hidup di bawah tegakan mangrove, karena kehidupan makrozoobentos berpengaruh pada kondisi habitatnya

Desa Pasar Banggi merupakan salah satu desa yang memiliki ekosistem mangrove yang cukup besar. Adanya beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kesuburan pada mangrove serta pencemaran air oleh limbah rumah tangga dan beberapa kegiatan yang ada di sekitar hutan mangrove dapat mempengaruhi tingkat kesuburan substrat pada mangrove. Oleh karena itu penelitian mengenai kesuburan perairan ini perlu dilakukan, agar dapat mengetahui tingkat kesuburan perairan di mangrove desa pasar banggi untuk menjaga kestabilan lingkungan serta sebagai keindahan bagi masyarakat setempat.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode deskriptif sedangkan lokasi penelitian menggunakan metode purposive sampling. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menggambarkan masalah yang terjadi pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung, bertujuan untuk mendeskripsikan apa-apa yang terjadi

sebagaimana mestinya pada saat penelitian dilakukan. Metode purposive sampling adalah metodologi pengambilan sampel secara acak dimana kelompok sampel memiliki atribut-atribut tertentu

### Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Perairan Desa Banggi Kabupaten Rembang Jawa Tengah. Materi penelitian yang digunakan untuk penelitian adalah sampel air dari perairan Desa Banggi, Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang.

### Prosedur penelitian

Metode sampel dilakukan berdasarkan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan botol secara langsung pada setiap stasiun penelitian. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menggambarkan masalah yang terjadi pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung, bertujuan untuk mendeskripsikan apa-apa yang terjadi sebagaimana mestinya pada saat penelitian dilakukan. Metode *purposive sampling* adalah metodologi pengambilan sampel secara acak dimana kelompok sampel memiliki atribut-atribut tertentu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil dari penelitian ini meliputi gambaran umum lokasi penelitian dan kandungan nitrat, fosfat, dan bahan organik yang berupa zat organik dan c-organik yang berada di hutan mangrove desa pasar banggi rembang.

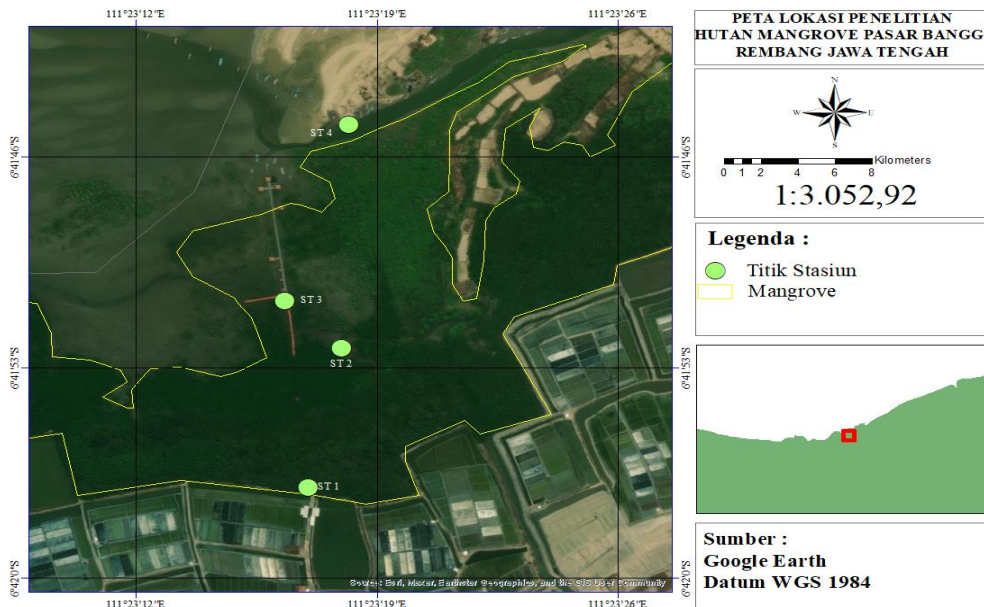
### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Wisata hutan mangrove Jembatan Merah terletak di Dukuh Kaliuntu, Desa Pasar Banggi, Kecamatan Rembang, Jawa Tengah. Kawasan mangrove ini, telah ditetapkan sebagai kawasan strategis dalam Peraturan daerah No. 14 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang wilayah Kabupaten Rembang Tahun 2011-2031. Wisata ini mulai dibangun pada tahun 2013 yang dipelopori oleh Kelompok Tani Sido Dadi Maju yang telah bekerja sama dengan pihak pemerintah. Kelompok tani di Pasar Banggi menyediakan pembibitan mangrove, namun adanya pandemi pendapatan berkurang.

Hutan mangrove Pasar Banggi saat ini telah berkembang menjadi ekowisata yang telah memenuhi 5 kriteria dalam golongan baik. Amount and Service of Staff jumlah dan pelayanan petugas sudah memadai karena peran aktif masyarakat dalam ikut serta kegiatan. Tangibels, terbukti bahwa kawasan ini dalam kondisi baik dimana ekosistem masih alami dan belum terganggu karena adanya wisatawan. Resources and content, sumber daya dan isi tergolong lengkap terdapat 10 jenis pohon

mangrove dengan berbagai biota yang berasosiasi. Sanitation and Hygiene, tergolong baik namun masih minim fasilitas kebersihan. Environmental education, diberikan edukasi yang dipasang sekitar tempat wisata baik berupa papan maupun banner. Namun, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki terkait profesionalisme petugas, kreativitas edukasi, dan toilet umum yang terbatas. Penelitian ini menggunakan 4 stasiun pengamatan yang

selanjutnya akan diukur aspek-aspek unsur hara utama, parameter kualitas air serta jenis bentos yang hidup di sekitar stasiun pengamatan. Penentuan Lokasi atau stasiun penelitian ditentukan secara purposive sampling, teknik ini merupakan salah satu teknik pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan tertentu. Berdasarkan hal itu, peneliti menentukan lokasi dengan menggunakan pertimbangan kondisi ketebalan vegetasi.



Gambar 1. Lokasi sampling penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Kandungan Nitrat, Fosfat dan Bahan Organik**

**Tabel 1.** Pengukuran Kadar Nitrat Fosfat dan Bahan Organik di 4 Stasiun Pada Sampling 1

Variabel	S1	S2	S3	S4
Nitrat	0,088 mg/L	0,088 mg/L	<0,02 mg/L	0,291 mg/L
Fosfat	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L
C-Organik	<0,5 mg/L	<0,5 mg/L	0,67 mg/L	<0,5 mg/L
Zat Organik	26,544 mg/L	34,128 mg/L	32,232 mg/L	32,864 mg/L

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat diketahui bahwa nilai nitrat terendah adalah kurang dari 0,02 mg/L pada stasiun 3 sampling 1, sedangkan nilai yang tertinggi adalah pada stasiun 4 sampling 2 dengan nilai 0,621 mg/L. Nilai fosfat dari kedua sampling rata-rata kurang dari 0,018 mg/L. Nilai C-organik terendah rata-rata disetiap stasiun adalah kurang dari 0,5 mg/L, sedangkan nilai tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai 0,67 mg/L pada sampling 1. Nilai zat organik terendah adalah 4,74

mg/L, sedangkan nilai tertinggi berada pada stasiun 2 dengan nilai 34,128 mg/L pada stasiun 2 sampling 1.

**Tabel 2.** Pengukuran Kadar Nitrat Fosfat dan Bahan Organik di 4 Stasiun Sampling 2

Variabel	S1	S2	S3	S4
Nitrat	0,445 mg/L	0,318 mg/L	0,327 mg/L	0,621 mg/L
Fosfat	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L	<0,018 mg/L
C-Organik	<0,5 mg/L	<0,5 mg/L	<0,5 mg/L	<0,5 mg/L
Zat Organik	8,22 mg/L	6,95 mg/L	4,74 mg/L	5,69 mg/L

Berdasarkan hasil pengukuran fisika kimia perairan, nilai suhu perairan pada setiap stasiun beragam yaitu 29 oC – 32,8 oC. Nilai oksigen terlarut pada perairan menunjukkan pada setiap stasiun memiliki nilai 4,11 mg/L – 7,87 mg/L. Nilai Salinitas pada perairan pada setiap stasiun memiliki nilai 30-32ppt. Nilai kecerahan terendah dengan nilai 20 cm, sedangkan nilai tertinggi 72 cm. Nilai kedalaman terendah adalah 72 cm, sedangkan nilai tertinggi adalah 134 cm.

### Hasil pengukuran Fisika Kimia pada pengamatan

**Tabel 3.** Hasil pengukuran Fisika Kimia Perairan

Variabel	S1	S2	S3	S4
Suhu (°C)	31	30	32	29
	29,5	30	29	32,8
Oksigen terlarut (mg/L)	4,60	7,87	6,52	4,11
	5,83	5,97	5,55	5,75
Salinitas (ppt)	30	30	31	30
	32	32	32	30
Ph	7,10	7,01	7,34	7,08
	7,23	8,57	7,50	7,11
Kecerahan (cm)	46	20	39	24
	40,5	70	52	72
Kedalaman (cm)	110	106	112	92
	134	90	111	72

### Sebaran Makrozoobentos

Analisis sebaran makrozoobentos pada perairan mangrove yang ditemukan pada ke empat stasiun penelitian disajikan pada Tabel

**Tabel 4.** Sebaran makrozoobenthos pada perairan mangrove

Jenis spesies	S1		S2		S3		S4		Total	
	Pengulangan		1	2	1	2	1	2		
<i>Terebralia sp</i>	1	4	4	21	6	30	5	23	94	
	2		27	18	4	33	1	8	91	
	3		17	15	11	27	2	18	90	
<i>Telescopium telescopium</i>	1	5	9	2	22	21	17	2	25	103
	2			18	9	22	43	0	11	103
	3			15	68	13	11	1	24	132
<i>Gyraulus sp</i>	1			0	35	19	11	116	14	195
	2			24	26	24	6	50	27	157
	3			0	65	11	18	101	16	211
<i>Turritella</i>	1							20	7	27
	2							18	12	30
	3							28	18	46
<i>Mactra stultorum</i>	1					2	1	4		7
	2					5	24	11	4	40
	3					8	4	2		14
<i>Heterodonta</i>	1					3	1	0		4
	2					3	0	0		3
	3					1	0	2		3
<i>Littoria sp</i>	1					0	4	1		5
	2					1	0	3		4
	3					1	1	0		2
<i>Neritidae sp</i>	1					2	2	0		4
	2					1	0	2		3
	3					0	0	2		2

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada table, dapat diketahui bahwa jenis spesies yang didapat pada setiap stasiun penelitian terdapat 8 jenis terdiri dari *Terebralia sp*, *Telescopium telescopium*, *Gyraulus sp*, *Turritella*, *Mactra stultorum*, *Heterodonta*, *Littorina sp*, *Neritidae sp*. Untuk jenis spesies yang paling dominan pada setiap stasiun adalah *Terebralia sp*, *Telescopium telescopium*, *Gyraulus sp*. Untuk nilai rata-rata yang paling tinggi terdapat pada jenis spesies *Gyraulus sp* dengan nilai 187,67.

### Pembahasan

#### Nitrat

Nitrat merupakan parameter utama dalam penentuan suatu kualitas perairan. Berdasarkan hasil sampling I menunjukkan bahwa kadar kandungan nitrat di Stasiun 4 yang mencapai 0,291 mg/L dan yang terendah pada Stasiun 3 yaitu di kurang dari 0,02 mg/L. Sedangkan hasil sampling II bahwa kandungan nitrat di stasiun 4 mencapai 0,621 mg/L dan yang terendah pada stasiun 2 0,318 mg/L. Menurut Vollenweider (1969) dalam Effendi (2003), kandungan nitrat di perairan berdasarkan tingkat kesuburannya 0 – 1 mg/l termasuk dalam kategori oligotrofik, dan 1 – 5 mg/L termasuk dalam kategori mesotrofik. Konsentrasi unsur N yang sangat besar kemungkinan disebabkan oleh kegiatan yang terjadi dekat di daerah tambak garam dan beberapa tambak bandeng serta pemukiman penduduk yang mana banyak terjadi aktivitas yang menyebabkan sumber N masuk ke perairan mangrove sehingga menyebabkan perairan eutrofikasi (Huang *et al.*, 2011). Unsur nitrat yang terendah terdapat pada stasiun 3 dikarenakan berada dekat pantai. Hal tersebut dikarenakan sebaran nitrat semakin kecil jika mendekati pantai karena pengaruh pasang surut air laut, menurut Mann & Lazier (1991), menyebutkan bahwa pasang surut air laut dapat menyebabkan pengaruh arus pasut. Sedangkan kandungan nitrat tertinggi ditemukan pada stasiun 4 sampling II yakni sebesar 0,621 mg/L karena dekat dengan daratan diduga adanya dekomposisi sedimen atau substrat maupun senyawa – senyawa organik yang berasal dari jasad biota – biota yang mati dapat mempengaruhi tinginya kandungan nitrat di perairan mangrove (Maslukah, 2014).

Menurut Dewi *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa kandungan nitrat biasanya ditemukan di daerah muara, diakibatkan adanya sumber nitrat dari daratan berupa buangan limbah dari kegiatan antropogenik. Hasil ini juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa hutan mangrove dapat berfungsi sebagai prangkap dan penyimpanan sedimen, bahan organik, nutrisi, dan logam berat dari perairan sekitar yang berasal dari sumber antropogenik (Alongi dan Mckinnon, 2005).

#### Fosfat

Berdasarkan hasil ke 2 sampling menunjukkan bahwa kadar kandungan fosfat di 4 Stasiun penelitian semuanya masih di bawah 0.018 mg/L. Berdasarkan hasil analisis kandungan fosfat pada sedimen di lokasi penelitian tersebut menunjukkan masih berada pada klasifikasi tingkat kesuburan rendah. Menurut Supriyantini *et al.*, (2018), kandungan fosfat 0,00 - 0,20 mg/100 g diklasifikasikan sebagai kesuburan rendah, 0,21 - 0,50 mg/100 g tingkat kesuburan sedang, 0,51 - 1 mg/100 g tingkat kesuburan baik, dan nilai fosfat > 1 mg/100 g tingkat kesuburan yang sangat baik. Pada stasiun penelitian bahwa kawasan hutan mangrove yang diteliti tempat pembuangan limbah domestik yang berupa detergen, air sabun

bekas cucian dari masyarakat dapat terurai dengan baik dengan adanya pasang surut air laut yang berada di kawasan hutan mangrove tersebut. Menurut Wahyuningtyas (2016), menyebutkan bahwa detergen dapat meningkatkan konsentrasi fosfat karena ion ini merupakan salah satu komposisi penyusunnya. Selain itu, masukan erosi tanah dari daratan yang terbawa aliran sungai akan menjadi sumber fosfat di perairan. Senyawa fosfat memberikan peran besar pada proses terjadinya eutrofikasi sehingga berpotensi menyebabkan *blooming alge* (meledaknya populasi tanaman air) bila kandungan fosfat terlalu tinggi di perairan.

Menurut Isnaeni *et al.*, (2015), tingkat kesuburan suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kandungan unsur hara di dalamnya. Besarnya kandungan unsur hara khususnya nitrat (NO<sub>3</sub>) dan fosfat (PO<sub>4</sub>) akan mempengaruhi populasi biota-biota laut yang memerlukan unsur hara sebagai bahan utama dalam proses hidupnya, terutama fitoplankton. Kandungan fosfat yang rendah nampaknya dipengaruhi oleh sedikitnya kandungan fosfat yang diperoleh dari air laut maupun sumber fosfat yang berasal dari aktivitas domestik penduduk. Kandungan fosfat sedimen yang tidak banyak bervariasi menunjukkan bahwa tidak banyak aktivitas penduduk yang membentuk limbah domestik menyumbang unsur fosfor (P) maupun senyawa fosfat (misalnya H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>). Dengan demikian menunjukkan bahwa senyawa fosfat yang ada di lokasi pengamatan lebih banyak diperoleh dari jatuhnya serasah mangrove maupun dari biota laut yang telah mati dan diuraikan oleh dekomposer. Menurut Chrisyariati *et al.*, (2014), menunjukkan bahwa fosfor merupakan nutrisi pembatas pada hutan mangrove, dimana kandungan nutrisi ini juga dapat dipengaruhi oleh kandungan biomassa dan jumlah jatuhnya dari serasah mangrove.

### C- Organik dan Zat Organik

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada 4 stasiun penelitian adalah sebagai berikut. Kadar kandungan C organik berkisar antara kurang dari 0,5 mg/L - 0,67 mg/L, sehingga didapatkan lokasi di Stasiun 3 memiliki kandungan C-organik tertinggi. Hasil pengamatan di S1, S2 dan S4 menunjukkan kepadatan C-organik yang serupa, sedangkan di lokasi S3 kepadatannya sedikit lebih tinggi. Hal ini dikarenakan adanya masukan C-organik oleh kombinasi vegetasi dan usia tanaman bakau di sekitarnya. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa meskipun biomassa bakau dan produksi serasah jatuh menyajikan bahwa tingkat tertinggi terjadi di wilayah dekat khatulistiwa, namun variasi dalam pertambahan sedimen dan laju akumulasi karbon dipengaruhi oleh kombinasi banyak faktor lokal seperti faktor geomorfologi, tutupan vegetasi, frekuensi banjir, hidrologi, dan pengaruh antropogenik (Sanders *et al.*, 2016). Selain itu

akumulasi karbon untuk sebagian besar wilayah menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi di dalam hutan bakau dibandingkan dengan lingkungan sedimen yang berdekatan dengan lingkungan margin maupun dataran lumpur. Pengamatan ini sesuai dengan penelitian yang menjelaskan bahwa daerah bervegetasi mendorong laju sedimentasi yang lebih tinggi karena hutan bakau terdiri dari sistem akar padat yang memberikan stabilitas pada sedimen berlumpur yang tergenang air, yang mengurangi beberapa dampak hidrologis seperti kecepatan air pasang surut dan aliran air sungai. Proses ini memfasilitasi pengendapan karbon sedimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah non-vegetasi (Perez *et al.*, 2018).

Berdasarkan kandungan zat organik hasil sampling 1 berkisar antara 26,544 mg/L - 34,128 mg/L. Pada sampling 2 lebih rendah dari pada sampling 1. Berdasarkan hasil tersebut lokasi Stasiun 2 pada sampling 1 menunjukkan kandungan zat organik tertinggi, sedangkan pada sampling 2 Stasiun 1 memiliki kandungan zat organik tertinggi. Hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut sedimennya berjenis substrat liat. Menurut Izzati (2015), substrat liat mempunyai kandungan bahan organik yang relatif lebih tinggi sedangkan substrat pasir merupakan jenis substrat dengan kandungan bahan organik yang rendah. Bahan organik dalam substrat berperan penting dalam menentukan tingkat kesuburan substrat. Salah satu fungsi penting dari bahan organik substrat disamping untuk penyediaan nutrisi bagi tumbuhan adalah kemampuannya dalam meningkatkan agregat substrat melalui pengikatan antar partikel substrat. Selain itu pada stasiun 2 juga berdekatan dengan daerah estuari. Kawasan mangrove kaya akan serasah mangrove dan adanya masukan nutrisi dari daerah sungai dan sekitarnya sehingga, kandungan bahan organiknya menjadi tinggi (Elviana dan Sunarni 2018).

### Suhu

Nybakken (1992), menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengatur faktor kehidupan dan penyebaran organisme. Pengukuran suhu pada ekosistem mangrove dilakukan pada pagi hari. Suhu pada keempat stasiun pengamatan menunjukkan bahwa suhu pada kisaran antara 29°C - 32,8 °C. Pada stasiun 1 diperoleh kisaran suhu sebesar 29,5 °C - 31 °C, pada stasiun 2 diperoleh suhu sebesar 30°C, pada stasiun 3 suhu yang didapat sebesar 29 °C - 32°C, dan suhu pada stasiun 4 sebesar 29°C - 32,8 °C. Suhu berperan sebagai pengatur metabolisme dalam perairan. Suhu mempengaruhi suatu stadium daur hidup organisme dan merupakan faktor pembatas penyebaran suatu spesies dalam hal mempertahankan kelangsungan hidup, reproduksi, perkembangan, dan kompetisi

Relatif tingginya suhu di kawasan mangrove ini berkaitan dengan kondisi wilayah pantai utara pulau Jawa yang berada pada 7° Lintang Selatan yang mana pada umumnya intensitas sinar matahari yang sangat tinggi sehingga tingkat penyerapan panas sinar matahari di stasiun pengamatan masih sangat tinggi. Namun demikian rentang suhu tersebut adalah kondisi yang ideal bagi mangrove umumnya untuk tumbuh dengan baik karena mangrove dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis dan sub tropis. Menurut Prihatin *et al.*, (2018), Kisaran suhu tersebut sangat berpengaruh terhadap kehidupan biota – biota perairan ekosistem, jika suhu meningkat maka organisme akan mati. Suhu dapat turun dipengaruhi oleh pasang – surut air laut.

Menurut Yulma *et al.*, (2019), menunjukkan bahwa suhu menjadi faktor pembatas karena memberikan pengaruh terhadap proses metabolisme suatu organisme termasuk bakteri dalam menguraikan bahan organik menjadi nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh organisme lainnya. Bila suhu, cahaya dan nutrisi dalam kondisi yang sangat optimum maka plankton akan tumbuh dengan sangat pesat. Pada dasarnya komponen dasar rantai makanan ekosistem mangrove terdiri dari serasah (daun, ranting, buah, batang dan lain sebagainya) yang jatuh dan terdekomposisi oleh mikroorganisme (bakteri dan jamur) yang menjadi unsur hara yang langsung dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton, alga atau tumbuhan mangrove untuk proses fotosintesis (Kordi, 2012).

### **Oksigen Terlarut**

Kandungan Oksigen merupakan parameter kualitas air yang mendasar untuk semua organisme aerobik, termasuk ikan, yang bergantung pada oksigen untuk bertahan hidup. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut di lokasi pengamatan berada dalam kisaran 4,11 – 7,87 mg/l. Pada stasiun 1 diperoleh oksigen terlarut pada kisaran sebesar 4,60 – 5,83, pada stasiun 2 diperoleh pada kisaran 5,97 – 7,87, pada stasiun 3 didapat sebesar 5,55 – 6,52, dan pada stasiun 4 berada pada kisaran 4,11 – 5,75. Tingginya nilai DO pada stasiun 2 dapat disebabkan karena letak stasiun ini dekat dengan area ekosistem sehingga ada dampak arus yang dapat membawa oksigen terlarut ke tempat tersebut. Sebaliknya DO terendah ada di stasiun 4. Hal ini dapat disebabkan oleh cukup besarnya penggunaan oksigen terlarut untuk oksidasi proses bahan organik dan anorganik.

Banyak lingkungan perairan menghadirkan tantangan yang lebih besar dalam memperoleh oksigen saat mereka mengalami peristiwa DO rendah secara alami, dijelaskan oleh proses fisika-kimia dinamis (Mandic dan Regan, 2018). Di lingkungan perairan dangkal, seperti mangrove, DO sangat bervariasi tetapi umumnya dapat diprediksi, karena bervariasi berdasarkan siklus harian (Mattone dan

Sheaves, 2017). Pada siang hari produksi autotrof biasanya lebih tinggi dalam konsumsi oksigen, akibatnya DO dapat mencapai konsentrasi sangat rendah di sore hari. Pada malam hari, tanaman dan hewan bernafas, mengkonsumsi oksigen yang dihasilkan pada siang hari, menyebabkan DO rendah. Penelitian mencatat adanya lima proses utama yang dapat menjelaskan mengapa hipoksia terjadi secara berkala pada habitat mangrove. Kebutuhan oksigen biologis yang tinggi, seperti pohon bakau menghasilkan sejumlah besar daun mati, akar mati dan buah-buahan mati. Sampah ini terakumulasi di bagian bawah, terhitung sebagian besar bahan organik yang ditemukan di hutan mangrove yang didegradasi oleh bakteri yang mengkonsumsi oksigen (Bouillon *et al.*, 2008).

Kebutuhan oksigen yang tinggi, karena sedimen mangrove aktif reaktor biogeokimia yang menghasilkan banyak bahan kimia kompleks yang bergantung pada reaksi oksigen (Marchand *et al.*, 2011). Biomassa yang tinggi, sebagai habitat mangrove yang menampung banyak organisme yang mengkonsumsi oksigen untuk bernafas. Suhu air yang tinggi yang dapat mengurangi kelarutan oksigen karena mangrove merupakan lingkungan tropis dan subtropis, oleh karena itu mereka berada di daerah yang suhunya tinggi. Kurangnya proses re-aerasi, seperti yang sering terjadi pada mangrove daerah terlindung, dengan gelombang rendah dan sedikit angin. Akibatnya, pergerakan air terbatas, mengurangi pertukaran oksigen antara atmosfer dan kolom air, serta transfer fisik air dengan lebih banyak massa air teroksidasi dari habitat yang berdekatan (Butler dan Burrows, 2007).

### **Salinitas**

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa salinitas di lokasi pengamatan berada dalam kisaran 30 – 32 ppt. Pada stasiun 1 diperoleh salinitas pada kisaran sebesar 30 – 31 ppt, pada stasiun 2 juga diperoleh pada kisaran 30 – 32 ppt, pada stasiun 3 didapat sebesar 31 – 32 ppt, dan pada stasiun 4 berada pada salinitas 30 ppt. Secara umum salinitas di stasiun 3 adalah yang paling tinggi. Hal ini dapat dikarenakan lokasi ini memiliki jarak yang terdekat yang secara langsung terhubung dengan air laut. Salinitas dapat dikategorikan menjadi perairan oligohalin atau salinitas rendah (0,5-5 ppt), perairan mesohalin atau salinitas menengah (5-18 ppt) dan perairan polihalin atau salinitas tinggi (18-30 ppt). Air payau sendiri mengacu pada oligohalin untuk perairan mesohalin yang lemah. Pembacaan spesifik salinitas di dalam bakau dapat berkisar antara 0,5-35 ppt. Salah satu penyebab variasi ini adalah pasang surut yang terjadi di mangrove, dimana salinitas disumbang oleh air laut polihalin. Salinitas juga bervariasi dengan kedalaman muara, karena air laut cenderung tenggelam, menjadi lebih berat. Saat air laut surut, kolam pasang dapat menjadi hipersalin

(>30 ppt) terutama selama paparan panjang pada saat sumber air rendah lebih rendah. Namun di dalam hutan mangrove pengaruh aliran air tawar dari daratan menjadi signifikan terutama selama musim hujan.

### pH

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH di lokasi pengamatan yang dilakukan pada pagi hari pukul 6 pagi hingga pukul 11 siang nilai pH berada dalam kisaran 7,01 – 8,57. Pada stasiun 1 diperoleh pH pada kisaran sebesar 7,10 – 7,23, pada stasiun 2 diperoleh pH pada kisaran 7,01 – 8,57, pada stasiun 3 didapat sebesar 7,34 – 7,50, dan pada stasiun 4 pH berada pada 7,08 - 7,11. Secara umum pH di stasiun 2 memiliki range dari yang paling rendah hingga yang paling tinggi. Hal ini dikarenakan pada di setiap stasiun pengamatan merupakan area bertemu nya arus air laut dan arus air sungai yang memiliki pH yang berbeda yang memberikan efek pada perairan. pH pada tempat penelitian menunjukkan kesamaan yaitu 7. Menurut Prihatin *et al.*, (2018), pH perairan maka tempat penelitian masuk dalam kategori perairan mesotrof, yaitu perairan yang paling banyak memiliki aktivitas biologi yang tinggi dan dan tergolong memiliki kecerahan perairan. Derajatakeasaman (pH) perairan suatu sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitarnya, dekomposisi substrat dan dasar perairan (Chrisyariati *et al.*, 2014). Derajat keasaman (pH) tidak hanya memberikan dampak bagi aktivitas mikroorganism, namun juga terhadap keragaman spesiesnya. Nilai pH perairan penelitian sangat bergantung pada konsentrasi ion hidrogen yang terdapat pada tempat penelitian tersebut.

### Kecerahan Air

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat kecerahan di lokasi penelitian berada dalam kisaran 20 – 72 cm. Pada stasiun 1 diperoleh tingkat kecerahan pada kisaran sebesar 40,5 – 46, pada stasiun 2 diperoleh tingkat kecerahan pada kisaran 20 – 70, pada stasiun 3 didapat tingkat kecerahan sebesar 39 – 52, dan pada stasiun 4 tingkat kecerahan berada pada 24 - 72. Secara umum tingkat kecerahan di stasiun 2 dan 4 memiliki range dari yang lebar. Nilai tingkat kecerahan yang relatif lebih rendah menunjukkan tingkat kecerahan pada perairan di kawasan pesisir konservasi mangrove menjadi lebih keruh yang disebabkan oleh kandungan substrat yang didominasi oleh pasir dan lumpur sehingga lebih mudah terbawa aliran air dan bahan organik yang terakumulasi di dalam air, serta bahan yang masuk dari daratan (Schaduw, 2018). Selain itu kecerahan perairan relatif lebih rendah pada bagian mulut muara dapat dikarenakan pada bagian muara perairan lebih keruh karena masuknya partikel tersuspensi yang berasal dari aliran sungai

dan juga dipengaruhi oleh arus dan gelombang sehingga partikel tersuspensi (Aristi *et al.*, 2021).

### Kedalaman

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman menunjukkan bahwa substrat dalam perairan di lokasi penelitian berada dalam kisaran 72 – 134 cm. Pada stasiun 1 diperoleh tingkat kedalaman yang terbesar yaitu kisaran sebesar 110 – 134, pada stasiun 2 diperoleh tingkat kedalaman pada kisaran 90 – 106, pada stasiun 3 didapat tingkat kedalaman sebesar 110 – 111, dan pada stasiun 4 tingkat kecerahan berada pada 72 - 92. Kedalaman dasar air dapat dipengaruhi oleh kecepatan sedimentasi yang terjadi serta penambahan atau pengurangan air akibat air sungai serta pasang/surut air laut. Kedalaman dan kecerahan akan mempengaruhi penetrasi sinar matahari kedalam perairan. Zat-zat terlarut dalam perairan mempengaruhi kecerahan yang berhubungan dengan penetrasi sinar matahari. Makin tinggi kecerahan, intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam akan semakin besar (Nybakken, 1992).

### Makrozoobentos

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis bentos yang hidup di seluruh ekosistem mangrove di area penelitian adalah jenis *Terebralia sp* dan jenis *Telescopium telescopium*. Sebaliknya jenis bentos yang hanya ada di S3 dan S4 adalah jenis *Turritella*, *Maetra stultorum*, *Heterodonta*, *Littoria sp* dan *Neritidae sp* dan jenis bentos yang tidak ditemukan di S1 namun ditemukan di 3 stasiun pengamatan lainnya adalah jenis *Gyraulus sp*. Meski demikian jenis *Gyraulus sp* tersebut justru memiliki jumlah yang paling banyak dan mendominasi jenis bentos yang ditemukan, dimana spesies ini termasuk ke dalam biota kelas Potamididae yang paling sering ditemukan di ekosistem mangrove. Organisme ini termasuk ke dalam biota asli kawasan mangrove. Menurut Candri *et al.*, (2020), famili Potamididae merupakan kelompok moluska mangrove yang paling sering ditemukan di kawasan ekosistem mangrove karena kelompok ini termasuk moluska asli kawasan mangrove.

Hasil menunjukkan bahwa nutrien dan bahan organik terlarut memiliki korelasi yang positif terhadap kelimpahan makrozoobentos. Menurut Rosdatina *et al.*, (2019), makrozoobentos erat kaitannya dengan ketersediaan bahan organik dalam substrat, karena bahan organik yang umumnya terdapat pada substrat dasar merupakan sumber nutrien bagi biota. Bahan organik sangat berpengaruh terhadap kelimpahan makrozoobentos, baik secara langsung maupun tidak. Makrozoobentos erat kaitannya dengan tersedianya bahan organik yang terkandung dalam substrat, karena bahan organik merupakan sumber nutrien bagi biota yang

pada umumnya terdapat pada substrat dasar (Barus *et al.*, 2019).

## KESIMPULAN

1. Kandungan nutrisi nitrat pada perairan di area penelitian menunjukkan variasi yang cukup besar yaitu antara kurang dari 0.02 mg/L - 0.621 mg/L tergolong dalam perairan oligotrofik, Kandungan fosfat relatif sama di semua titik pengamatan yaitu masih kurang dari 0.018 mg/L termasuk dalam perairan oligotrofik, sementara kandungan C-organik bervariasi pada <0,5 mg/L - 0.67 mg/L dan zat organik mencapai 4,74 mg/L - 34.128 mg/L. Bentos jenis *Terebralia sp* dan *Telescopium telescopium* hidup pada seluruh lokasi pengamatan sementara hanya ditemukan di 3 stasiun pengamatan, bentos jenis *Gyraulid sp* memiliki jumlah yang paling banyak ditemukan
2. Berdasarkan pada kandungan nutrisi, karakteristik air dan keberadaan makrozoobentos pada ekosistem mangrove di Desa Banggi, menunjukkan bahwa kondisi mangrove baik untuk kehidupan makrozoobentos dan kesuburan perairannya oligotrofik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aristi, F., Rifardi, R., dan Elizal, E. 2021. Water Brightness Profile Based on Tidal Current in Dumai River Estuary, Dumai City, Riau Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 2(3), 189-192.
- Barus, B. S., Aryawati, R., Putri, W. A. E., Nurjuliasti, E., Diansyah, G., dan Sitorus, E. 2019. Hubungan N-total dan C-organik sedimen dengan makrozoobentos di perairan Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2): 147-156.
- Beh, B. C., MatJafri, M. Z., dan Lim, H. S. 2012. Temporal change monitoring of mangrove distribution in Penang Island from 2002-2010 by remote sensing approach. *Journal of Applied Sciences*, 12(19), 2044.
- Bouillon, S., Borges, A. V., Castañeda-Moya, E., Diele, K., Dittmar, T., Duke, N. C., dan Twilley, R. R. 2008. Mangrove production and carbon sinks: a revision of global budget estimates. *Global biogeochemical cycles*, 22(2).
- Candri, D. A., L. H. Sani, H. Ahyadi dan B. Farista. 2020. Struktur Komunitas Moluska Di Kawasan Mangrove Alami Dan Rehabilitasi Pesisir Selatan Pulau Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1): 139-147.
- Carugati, L., B. Gatto, E. Rastelli, M. L. Martire, C. Coral, S. Greco, dan R. Danovaro. 2018. *Impact of Mangrove Forests Degradation on Biodiversity and Ecosystem Functioning. Scientific Reports*, 8(1): 1-11
- Chrisyariati, I., dan Hendrarto, B. 2014. Kandungan nitrogen total dan fosfat sedimen mangrove pada umur yang berbeda di lingkungan pertambakan Mangunharjo Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 65-72.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan* Yogyakarta: Kanisius.
- Elviana, S., dan Sunarni. 2018. Komposisi dan Kelimpahan Jenis Ikan Gelodok Kaitannya dengan Kandungan Bahan Organik di Perairan Estuari Kabupaten Merauke. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 11(2), 38-43.
- Fuad A., Sudarmadji, dan W. Subchan. 2013. Kepadatan Dan Keanekaragaman Gastropoda Di Hutan Mangrove Blok Bedul Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo, *UNEJ JURNAL*, 1(1): 1-7.
- Hartoko, A., F. Prijadi S., dan Ayuningtyas I. 2013. Analisa Klorofil-A, Nitrat Dan Fosfat Pada Vegetasi Mangrove Berdasarkan Data Lapangan Dan Data Satelit Geoeye Di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa. *Diponegoro Journal of Maquares*, 2(2): 28-37.
- Isnaeni, N., Suryanti dan Purnomo, P. W. 2015. Kesuburan Perairan Berdasarkan Nitrat, Fosfat, dan Klorofil-a di Perairan Ekosistem Terumbu Karang Pulau Karimunjawa. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(2), 75-81.
- Izzah, N. A., dan Roziaty, E. 2016. Keanekaragaman Makrozoobentos di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 2(2): 140-148.
- Izzati, M. 2015. Perbedaan Kandungan Bahan Organik Pada Tahap Pasir Dan Substrat Liat Setelah Penambahan Pembunuh Substrat Dari Bahan Dasar Tumbuhan Akuatik. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi Dh Sellula*, 23(2), 1-6.
- Leksono, S. S., Nirwani, R. P. 2014. Produktivitas dan dekomposisi serasah daun mangrove di kawasan vegetasi mangrove pasar banggi Rembang – Jawa Tengah. *Journal Of Marine Research*, 3(4): 549-553.
- Laraswati, Y., Soenardjo, N., dan Setyati, W. A. 2020. Komposisi dan kelimpahan gastropoda pada ekosistem mangrove di Desa Tireman, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(1), 41-48.
- Mandic, M., dan Regan, M. D. 2018. Can variation among hypoxic environments explain why different fish species use different hypoxic survival strategies *Journal of Experimental Biology*, 221(21), jeb161349.



- Marchand, C., Allenbach, M., dan Lallier-Vergès, E. 2011. Relationships between heavy metals distribution and organic matter cycling in mangrove sediments (Conception Bay, New Caledonia). *Geoderma*, 160(3-4), 444- 456.
- Muskananfolia M. R., Purnomo P. W., Sulardiono B., 2020 Impacts of environmental factors on macrobenthos distribution and abundance in mangrove ecosystems on the Northern Coast of Java. *AAEL Bioflux* 13(5): 2745-2756.
- Numbere, A. O., dan Camilo, G. R. 2017. Effect of temperature and precipitation on global mangrove Rhizophora species distribution. *American Journal of Environmental Sciences*, 13(5), 342-350.
- Nybakken. 1992. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia. Jakarta.
- Patty, S. I., Arfah, H. Abdul, dan M. S. 2015. Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, PulauBuru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1): 43-50.
- Pérez, A., Libardoni, B. G., dan Sanders, C. J. 2018. Factors influencing organic carbon accumulation in mangrove ecosystems. *Biology letters*, 14(10), 20180237.
- Permatasari, R.D., Djuwito dan Irwani. 2016. Pengaruh Kandungan Nitrat Dan Fosfat Terhadap Kelimpahan Diatom Di Muara Sungai Wulan, Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(4): 224-232.
- Prihatin, A., Setyono, P. dan Sunarto. 2018. Sebaran Klorofil-a, Nitrat, Fosfat dan Plankton Sebagai Indikator Kesuburan Ekosistem di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang. *Jurnal ilmu lingkungan*, 16(1), 68-77.
- Ramdani, D., Liviawaty, E. Ihsan, dan Y. N. 2015. Pengaruh perbedaan struktur komunitas mangrove terhadap konsentrasi N dan P di perairan hutan sancanggarut. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 6(2): 1.
- Ridwan, M., Suryono dan Nuraini, R.A.T. 2018. Studi Kandungan Nutrien Pada Ekosistem Mangrove Perairan Muara Sungai Kawasan Pesisir Semarang. *Journal of Marine Research*, 7(4): 283-292.
- Riniatsih, I. 2016. Distribusi muatan pada tanter suspensi (MPT) di padang lamun di Perairan Teluk Awur dan Pantai Prawean Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), 121-126.
- Rosdatina, Y., T. Apriadi dan W. R. Melani. 2019. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 309-317.
- Saibi, Ningsi dan Tolangara, A. R. 2017. Dekomposisi Serasah *Avecennia lanata* pada Berbagai Tingkat Kedalaman Substrat. *Techno: Jurnal Penelitian*, 6(01), 56-63.
- Schaduw, J. N. W. 2018. Struktur komunitas dan keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil (kasus pada Pulau Nain Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 120-129.
- Selvam, M. M., dan Kathiresan, K. 2010. Beneficial bacteria from soil of a tropical mangroves. *Asian J Microbiol Biotechnol Environ Sci*, 12(1), 1-2.
- Setiani, H., Anhar, S. dan Norma, A. 2019. Hubungan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Pada Air Dan Sedimen Terhadap Kerapatan Lamun Di Pantai Prawean Bandengan, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 8(4): 291- 299.
- Setyawan AD, Winarno K dan Purnama PC. 2003. REVIEW: Ekosistem Mangrove di Jawa: 1. Kondisi terkini. *Biodiversitas* 4 (2):130-142.
- Shi, M., Li, J., Zhang, W., Zhou, Q., Niu, Y., Zhang, Z., dan Yan, S. 2019. Contrasting impact of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on nitrogen cycle in eutrophic water with or without *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Science of the Total Environment*, 66(6) 285-297.
- Sofian, A., N. Harahab dan Marsoedi. 2012. Kondisi Dan Manfaat Langsung Hutan Mangrove Desa Peenunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan. *Jurnal El-Hayah*, 2(2): 56-53.
- Supriyantini, E., Santoso, A., dan Soenardjo, N. 2018. Nitrate and Phosphate Contents on Sediments Related to The Density Levels of Mangrove Rhizophora Sp. in Mangrove Park Waters of Pekalongan, Central Java. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 116, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
- Syah, R. F., Irianto, A., dan Ratnaningtyas, N. I. 2018. Biodegradation of diesel oil by yeast isolated from mangrove's rhizosphere. *Scripta Biologica*, 5(2): 79-82.
- Takarendehang, R., Sondak, C. F., Kaligis, E., Kumampung, D., Manembu, I. S., dan Rembet, U. N. 2018. Kondisi ekologi dan nilai manfaat hutan mangrove di desa Lansa, kecamatan Wori, kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1): 45-52.
- Tweedley J. R., Warwick R. M., Valesini F. J., Platell M. E., Potter I. C., 2012. The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southernhemisphere estuaries. *Mar. Pollut. Bull.* 6(4): 1210-1221.
- Wahyuningtyas.T.A. 2016. Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitanya dengan Kelimpahan Fitoplankton *Harmful Alga Blooms* (HABs). Universitas Diponegoro. Semarang. 78 hlm.

- Widhitama, S., Pujiono, W.P. dan Suryanto, A. 2016. Produksi Dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatannya Di Delta Sungai Wulan, Demak, Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(4):311-319
- Widiyanti, V.R., Sri, S., dan Ria, A. 2018. Korelasi Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dalam Air Dan Sedimen Dengan Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Journal of Marine Research*, 7(3): 193-200.
- Yahra, S., Harahap, Z. A., Yusni, E., dan Leidonald, R. 2020. Analisis Kandungan Nitrat dan Fosfat Serta Keterkaitannya dengan Kerapatan Mangrove di Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Enggano Vol, 5(3)*: 350-366.
- Yulma, Y., Weliyadi, E., dan Yulinar, R. 2019. Kandungan Bahan Organik Fosfor (P) Pada Sedimen Berdasarkan Kedalaman Di Hutan MangroveMamburungan Kota Tarakan. *Jurnal Borneo Saintek*, 2(1), 46-55.