

**DISTRIBUSI KANDUNGAN KARBON ORGANIK TOTAL (KOT) DAN  
BIOAVAILABLE PHOSPHATE(BAP) DALAM SEDIMENDI PERAIRAN SLUKE,  
REMBANG**

**Nurits Zahrul Aini Fitriyah, Sri Yulina Wulandari, Sugeng Widada**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698  
Email : nuritsfitriyah@gmail.com;yulina.wuland@gmail.com;s\_widada@yahoo.co.id

**Abstrak**

Sluke Rembang merupakan wilayah pesisir yang memiliki potensi hasil laut yang tinggi. Sungai di Sluke menjadi jalur bagi masukan limbah domestik dan industri ke laut, yang mengandung bahan organik dan nutrien yang berpengaruh terhadap kualitas perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi karbon organik total (KOT) dan bioavailable phosphate (BAP) dalam sedimen permukaan, serta mengetahui pengaruh arus dan ukuran butir sedimen terhadap penyebarannya. Metode yang digunakan metode kuantitatif dan analisa deskriptif. Hasil analisa menemukan bahwa sebaran kandungan KOT berfluktuatif, dengan kandungan berkisar 3,4% – 13,74%. Kandungan KOT yang tinggi ditemukan pada sedimen dengan persentase silt (lanau) yang tinggi. Secara garis besar sebaran KOT dalam sedimen di daerah sekitar muara dan pesisir lebih rendah dibanding yang di daerah menuju laut. Konsentrasi BAP berkisar 1,96 - 168,59  $\mu\text{g/g}$ . Konsentrasi BAP dalam sedimen permukaan, secara garis besar lebih tinggi di muara sungai / pesisir yang diduga sebagai sumber, serta lebih rendah ke arah lepas pantai. Distribusi KOT tidak dipengaruhi oleh arah maupun kecepatan arus, namun lebih dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen. Adapun distribusi BAP dipengaruhi oleh kecepatan arus, yang tinggi di daerah muara/pesisir yang merupakan sumber dan semakin menurun ke arah lepas pantai. Namun untuk ukuran butir sedimen tidak berpengaruh.

**Kata kunci:** Karbon Organik Total (KOT), *Bioavailable Phosphate* (BAP), Sluke Rembang.

**Abstract**

Sluke Rembang is one of the coastal areas that have a high potential for marine products. The river in Sluke is a pathway for the input of domestic and industrial waste into the sea, which contains organic matter and nutrients that effect to the water quality. The purpose of this study was to determine the distribution of KOT and BAP in the sediment surface, and determine the influence of currents and sediment grain size against the spread of KOT and BAP. The method used is quantitative method and descriptive analysis. The results of the analysis found the distribution of the concentrations KOT fluctuated, KOT concentrations ranged from 3,4% - 13,74%. The highest concentration of KOT in sediments found in the percentage of silt high. Overall, KOT distribution in sediments in the area around estuary and coastal lower than towards the sea. BAP concentrations ranged from 1,96 to 168,59  $\mu\text{g/g}$ . BAP concentration in surface sediments,

overall higher at estuary and coastal suspected as the source of BAP, and lower towards offshore. The distribution of KOT, the direction and flow velocity had no effect, but more influenced by the grain size of the sediment. As for distribution of BAP, influenced by the flow velocity, higher at estuary / coastal which as the source and decreasing towards offshore. But for the grain size of sediment had no effect.

**Keywords:** Total Organic Carbon (TOC), Bioavailable Phosphate (BAP), Sluke Rembang.

## **PENDAHULUAN**

Sluke merupakan salah satu wilayah pesisir di Kabupaten Rembang tepatnya di desa Leran. Secara geografis, Sluke terletak di Pantai Utara Jawa (Pantura) yang berhubungan langsung dengan Laut Jawa dan berdekatan dengan pemukiman warga, wilayah pertanian, industri pengolahan ikan, dan PLTU Rembang. Kestrategisan lokasi seperti pesisir ini biasanya dimanfaatkan dalam mobilitas produk maupun limbah yang dihasilkan (Mulyanto, 2010). Limbah yang dihasilkan antara lain air, buangan limbah deterjen, buangan pertambakan, dan buangan sisa pengolahan ikan. Salah satu sifat limbah domestik mengandung bahan organik dan nutrisi (Supriharyono, 2002) seperti karbon organik dan fosfat.

Bahan organik merupakan bahan yang dapat diurai oleh bakteri sebagai sumber molekul organik untuk proses fotosintesis sebagai sumber makanannya (Muchtasor, 2007). Hasil penguraian biasanya berupa karbon organik, Keberadaan kandungan bahan organik dalam sedimen dihitung sebagai nilai karbon organik total (KOT)(Blair dan Aller, 2012 dalam Meng *et al.*, 2014).

Pertumbuhan mikroorganisme laut juga membutuhkan nutrisi salah satunya berupa fosfat. Fosfat merupakan nutrisi pembatas bagi pertumbuhan organisme laut, salah satunya fitoplankton (Liu *et al.*, 2003; Meng *et al.*, 2014). Fitoplankton berperan penting dalam menentukan produktivitas primer suatu perairan (Santoso, 2007). Fosfat dalam bentuk inorganik yaitu orthofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) yang dimanfaatkan oleh fitoplankton (Dugan, 1972; Effendi, 2003). Orthofosfat paling banyak tersedia untuk proses biologis salah satunya untuk proses fotosintesis yaitu dalam bentuk *bioavailablephosphate* (BAP) (Hart *et al.*, 1995; Chiswell, 1995).

Limbah yang mengandung karbon organik total (KOT) dan *bioavailablephosphate* (BAP) dibuang melalui aliran sungai yang terbawa oleh arus, sehingga terbawa ke muara sampai ke laut lepas hingga akhirnya mengendap dalam sedimen. Hal inilah yang menyebabkan sedimen permukaan kaya akan zat hara dan nutrisi.

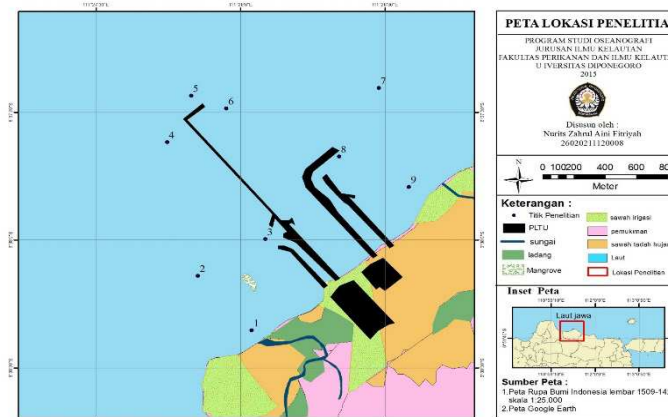
Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan mengetahui distribusi KOT dan BAP yang terkandung dalam sedimen di perairan Sluke, Rembang serta mengetahui pengaruh arus dan ukuran butir sedimen di dalam penyebarannya, yang diharapkan data yang diperoleh dapat dijadikan sebagai referensi bagi Pemerintahan Jawa Tengah dalam memperbaiki lingkungan.

## **MATERI DAN METODE PENELITIAN**

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh sedimen dasar yang diambil dari perairan Sluke Rembang dan data parameter kualitas perairan yang meliputi pH, Salinitas, Suhu, dan DO yang diukur secara *insitu* serta arus permukaan yang diperoleh dari hasil pendekatan pemodelan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan analisa deskriptif, yakni metode penelitian yang memberikan gambaran secara sistematis, faktual, akurat mengenai faktor-faktor dan sifat-sifat dari suatu daerah atau populasi (Suryabrata, 1987).

Adapun penentuan lokasi pengambilan sampel sedimen dasar ditetapkan dengan menggunakan alat berupa GPS (*Global Positioning System*) secara *purposive*, atau yang disebut *purposivesampling* yang artinya penentuan titik haruslah berdasarkan kondisi yang dapat mewakili kondisi daerah tersebut secara keseluruhan (Hadi, 2004). Penentuan titik sampel di lokasi penelitian terlihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Pengambilan sampel sedimen dasar menggunakan *grab sampler* yang terbuat dari *stainless steel*, banyaknya sedimen yang terambil sekitar 1 kg. Sampel sedimen dianalisa kandungan karbon organik total (KOT) dan ukuran butir sedimennya di Laboratorium Geologi Ilmu Kelautan UNDIP. Serta analisa *bioavailablephosphate* (BAP) di Laboratorium Kimia Kelautan UNDIP.

Adapun pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan secara *insitu* atau pada saat yang bersamaan ketika melakukan pengambilan sampel. Parameter tersebut meliputi pH alat yang digunakan yaitu pH meter, Salinitas dengan Refrakometer, Suhu menggunakan termometer, dan DO menggunakan DO meter. Kemudian semua data dicatat.

### Analisa Karbon Organik Total (KOT)

Analisa dilakukan dengan mengacu pada metode analisa total karbon dari *Institute of Marine Organic Geochemistry, Ocean University of China dalam Meng et al. (2014)*. Sampel sedimen diambil sebanyak 10 gr, direndam dengan HCl 6 M untuk menghilangkan *total inorganic carbon*, kemudian bilas dengan aquades untuk menghilangkan kandungan garam. Keringkan sampel sedimen dengan oven, setelah kering masukkan ke dalam *muffle furnace* 550<sup>0</sup> C selama 5-6 jam, dinginkan di dalam desikator. Kemudian timbang berat akhirnya sebagai *loss on ignition* karbon organik total (% KOT). Setelah diabukan dan didapatkan % *loss on ignition*, kemudian dihitung dengan rumus persamaan menurut Allen *et al. (1976)* dalam Supono (2004), yaitu sebagai berikut :

$$\% \text{ KOT} = (W_o - W_t) / W_o \times 100 \%$$

Keterangan :

KOT : Karbon Organik Total

W<sub>o</sub> : berat awal (gr)

W<sub>t</sub> : berat akhir (gr)

### Analisa Bioavailable Phosphate (BAP)

Sedimen ukuran <60µm sebanyak 0,5gr diekstrak menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,5 M sebanyak 15ml dan disaring, sehingga menjadi sampel cair. Menurut Murphy dan Riley (1962), ekstrak sampel cair tersebut diberi perlakuan dengan metode berdasarkan pada

reaksi ion fosfat dengan reagen molybdate yang diasamkan dengan asam askorbit dan potassium antimonitrat pada contoh air laut untuk menghasilkan phosphomolybdate kompleks yang kemudian membentuk warna biru. Akibat pemberian *mix reagent* yang mengandung pereduksi asam askorbit pada sampel, maka larutan tersebut tereduksi menjadi molybdenum biru. Jumlah kompleks biru molybdenum terbentuk sebanding dengan konsentrasi fosfor yang ada dalam sedimen sebagai ortofosfat. Intensitas yang terbentuk kemudian diuji dengan cara dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 885 nm. Metode ini sesuai dengan Muslim dan Jones (1994).

Penentuan nilai konsentrasi BAP dilakukan menggunakan spektrofotometer dengan mengukur absorbansi larutan blank dan larutan standard fosfat yang memiliki konsentrasi: 0,03, 0,84, 1,65, 2,46, 3,27, 4,08, 4,89  $\mu\text{Mol}$ . Metode ini sangat sensitif, yaitu dapat menganalisa pada konsentrasi 0,03 – 5  $\mu\text{Mol}$ , untuk itu dibuat larutan standard pada kisaran dalam konsentrasi tersebut. Menurut Muslim (2012), pada analisa ini terlebih dahulu dibuat larutan standart dan diukur absorbansinya, setelah itu dibuatlah kurva kalibrasi dengan mengplotkan konsentrasi larutan blank, larutan standard tersebut, dengan absorbansinya. Sehingga didapatkan persamaan regresinya. Penentuan penyebaran nilai konsentrasi larutan standard harus dalam kisaran di atas dan di bawah konsentrasi sampel, penentuan berdasarkan pada pengalaman atau pustaka yang ada, banyaknya larutan standard yang dibuat sebanyak 7 macam nilai konsentrasi yang berbeda. Kemudian dilanjutkan mencari nilai  $R^2$  berupa persamaan kurva regresi pada *microsoft excel*. Untuk menghitung konsentrasi sampel maka nilai absorbansi dimasukkan ke dalam persamaan garis kurva regresi tersebut, maka didapatlah persamaan ( $y=ax+b$ ), kemudian nilai x dari persamaan tersebut merupakan konsentrasi BAP yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Setelah didapatkan nilai x, maka selanjutnya digunakan rumus sebagai berikut untuk mendapatkan nilai konsentrasi BAP dalam sampel (SNI 06-6992.3-2004) :

$$\text{BAP} = C \cdot V \cdot \text{fp} / B (1 - \text{Ka}/100)$$

Keterangan :

- BAP = Kadar *bioavailable phosphate* dalam sedimen ( $\mu\text{g/g}$ )
- C = Kadar BAP yang diperoleh dari kurva kalibrasi (nilai x) ( $\mu\text{g/ml}$ )
- V = Volume Akhir (ml)
- B = Berat sampel (gr)
- Ka = Kadar Air (%)
- Fp = Faktor pengenceran (bila tidak ada maka  $\text{fp}=1$ )

Adapun analisa ukuran butir sampel sedimen dasar menggunakan metode Buchanan (1984) dalam Holme & McIntyre (1984). Analisa ukuran butir sedimen (*Granulometri*) dengan cara pengayakan dan pemipetan, hal dilakukan agar sampel sedimen dapat diklasifikasikan menurut ukuran butirnya.

Sampel sedimen yang sudah dikeringkan, kemudian diayak menggunakan *sieve shaker* yang bervariasi ukuran saringannya (2 mm, 1 mm, 0,5mm, 0,25 mm, 0,125 mm dan 0,063 mm), selanjutnya ditimbang berat masing-masing ukuran. Sampel sedimen yang lolos saringan berukuran 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) dilarutkan dengan aquades lalu dilakukan pemipetan di dalam gelas ukur dengan volume 1000 mL. Sampel diaduk hingga homogen dan dilakukan pemipetan sesuai dengan waktu dan kedalaman pipet terhadap muka air (Tabel 1).

Tabel 1. Jarak dan waktu pemipetan sedimen (Holme dan McIntyre, 1984)

Diameter (mm)	Jarak tenggelam	Waktu
------------------	--------------------	-------

	(cm)	Jam	Menit	Detik
<b>0.0625</b>	29			58
<b>0.0312</b>	10		1	56
<b>0.0156</b>	10		7	44
<b>0.0078</b>	10		31	0
<b>0.0039</b>	10	2	3	0

Hasil ukuran butir sedimen yang diperoleh dari analisa laboratorium, diolah dalam *software excel* kemudian diplotkan dalam *Sieve Graphs* serta diplotkan kedalam segitiga penamaan sedimen berdasarkan skala Wenworth (Shepard, 1954; Pettijohn, 1975). Pengolahan data arus menggunakan pendekatan pemodelan pada penelitian ini adalah data bathimetri yang didapat dari peta LPI (Lingkungan Pantai Indonesia) sebagai peta acuan dan diolah menggunakan *software SMS (Surface Water Modeling System)*. Hasil (*output*) pemodelan meliputi vektor arah dan kecepatan arus yang diintegrasikan menggunakan *ArcGIS 10.0*, sehingga didapat peta pola dan kecepatan arus.

Nilai kualitas perairan yang telah diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan, kemudian data disajikan dalam bentuk tabel, yang kemudian akan dianalisis secara deskriptif. Data kualitas perairan meliputi: suhu, salinitas, DO dan pH. Data faktor hidro oseanografi seperti arus, akan dijadikan data penunjang dalam menganalisis data primer, untuk menggambarkan kondisi distribusi kandungan karbon organik total (KOT) dan *bioavailable phosphate* (BAP).

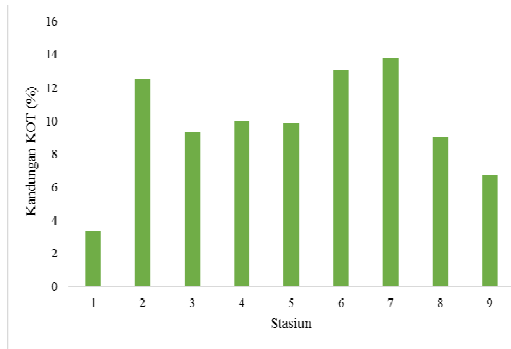
### HASIL DAN PEMBAHASAN.

Penelitian mengenai distribusi kandungan karbon organik total (KOT) dan *bioavailable phosphate* (BAP) dalam sedimen di Perairan Sluke Rembang ini, keseluruhan data yang diperoleh tersaji dalam tabel 2.

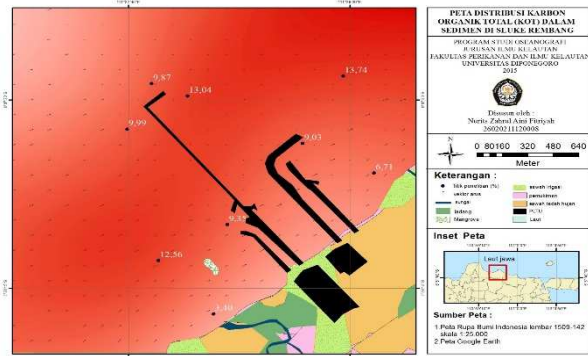
Tabel 2. Data Hasil Penelitian Keseluruhan

Stasiun	KOT (%)	BAP (µg/g)	Jenis Sedimen	Kedalaman (m)	Kecepatan Arus (m/s)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Salinitas (‰)
1	3,401	168,59	Sand	0,25	0,31	33,3	8,1	5,68	28
2	12,558	119,21	Silt	1,75	0,264	31	7,8	5,1	32
3	9,348	14,11	Silt	4,57	0,24	34,1	7,1	4,1	30
4	9,988	12,88	Clayey Silt	8	0,233	29,1	6,1	4,16	31
5	9,869	38,57	Silt	8,8	0,198	29	6,5	5,4	35
6	13,038	1,96	Silt	8,08	0,231	30	6,7	4,93	34
7	13,74	7,37	Silt	6,53	0,235	30,3	7,2	4,14	31
8	9,027	75,64	Silt	2,65	0,249	29,4	7,4	4,31	30
9	6,714	95,83	Sand	0,32	0,255	30	7,9	4,55	32

Kandungan rata-rata KOT dalam sedimen di perairan Sluke Rembang berkisar antara 3,4 – 13,74%. Nilai tertinggi KOT berada pada stasiun 7 (13,74%), terendah pada stasiun 1 (3,401%). Nilai kandungan KOT tersaji dalam tabel 2, adapun diagram batang hasil digambarkan dalam gambar 2, beserta peta distribusi KOT pada gambar 3

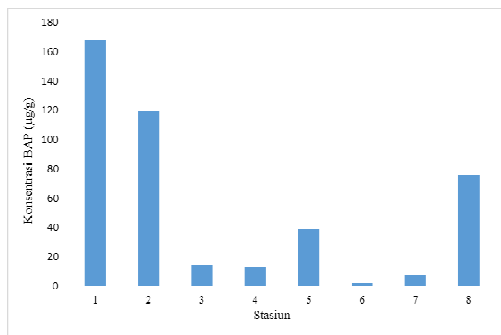


Gambar 2. Diagram Kandungan KOT dalam Sedimen di Perairan Sluke, Rembang

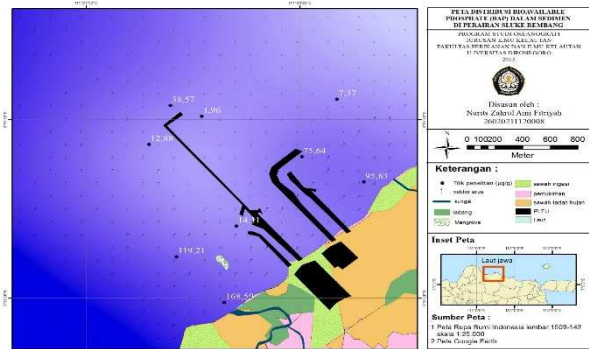


Gambar 3. Peta Distribusi KOT dalam Sedimen di Perairan Sluke, Rembang.

Konsentrasi BAP dalam sedimen di Perairan Sluke Rembang berkisar antara 1,96 – 168,59  $\mu\text{g/g}$ . Nilai konsentrasi BAP di stasiun 1 yang berada di muara sungai mempunyai nilai kandungan tertinggi yaitu 168,59  $\mu\text{g/g}$  dan di stasiun 6 mempunyai nilai kandungan terendah yaitu 1,96  $\mu\text{g/g}$ . Nilai konsentrasi BAP pada tiap stasiun pengamatan tersaji dalam tabel 2, adapun diagram batang hasil analisa BAP digambarkan dalam gambar 4, serta peta distribusi BAP pada gambar 5.



Gambar 4. Diagram Kosentrasi BAP dalam Sedimen di Perairan Sluke, Rembang.



Gambar 5. Peta Distribusi BAP dalam Sedimen di Perairan Sluke, Rembang.

Hasil pengamatan tekstur sedimen dasar di Perairan Sluke Rembang (Tabel 4.) memperlihatkan tekstur sedimen didominasi oleh *silt* (lanau) pada stasiun 2 sampai dengan stasiun 8, kecuali stasiun 4 *clayey silt* (lanau kelempungan), selain itu terdapat juga tekstur sedimen *sand* (pasir) pada stasiun 1 berada di muara sungai dan stasiun 9 berada dekat daratan. Hasil pengamatan ukuran butir sedimen masing – masing stasiun beserta persentasenya disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil Ukuran Butir Sedimen di Perairan Sluke, Rembang.

Stasiun	Persentase Butir Sedimen (%)			Jenis Sedimen
	Sand (Pasir)	Silt (Lanau)	Clay (Lempung)	
1	99,38	0,5	0,12	Sand(Pasir)
2	0	83,94	16,06	Silt (Lanau)
3	0	83,16	16,84	Silt (Lanau)
4	0	79,18	20,82	Clayey Silt (Lanau Kelempungan)
5	0	83,34	16,66	Silt(Lanau)
6	0	86,47	13,53	Silt(Lanau)
7	0	93,39	6,61	Silt(Lanau)
8	0	84,99	15,01	Silt(Lanau)

9	99,79	0,16	0,05	Sand(Pasir)
---	-------	------	------	-------------

Kecepatan arus pada saat pengambilan sampel (hasil pemodelan) bervariasi antara 0,21 - 0,31 m/s dengan kedalaman antara 0,25 - 8,08 m. Kecepatan arus permukaan tertinggi berada di stasiun 1 yang berlokasi di muara sungai dengan kecepatan 0,31 m/s dengan kedalaman 0,25 m, sedangkan kecepatan arus permukaan minimum berada di stasiun 5 dengan kecepatan 0,198 m/s pada kedalaman 8,08 m. Seiring bertambahnya kedalaman arus yang dihasilkan semakin kecil. Dilihat dari hasil pemodelan arus pada saat pengambilan sampel (Gambar 3 yang sudah dioverlay dengan peta kandungan KOT), hasil pengamatan arus di lapangan menunjukkan bahwa vektor arus dominan bergerak ke arah timur laut. Data arus permukaan pada saat pengambilan sampel disajikan dalam tabel 2.

Data parameter kualitas perairan yang dianalisis di Perairan Sluke Rembang meliputi suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO). Secara keseluruhan data kualitas perairan tidak terlalu berbeda secara signifikan pada setiap stasiun. Hasil pengukuran parameter kualitas Perairan Sluke Rembang dapat dilihat pada tabel 2.

<b>Kandungan</b>	<b>Karbon</b>	<b>Organik</b>	<b>Total</b>	<b>(KOT)</b>
------------------	---------------	----------------	--------------	--------------

Nilai rata-rata kandungan KOT dalam sedimen di Perairan Sluke Rembang sebesar 9,74 %, dengan nilai berkisar antara 3,4 – 13,7 % (Tabel 10.), nilai KOT di Sluke cukup berfluktuasi, namun secara garis besar, hasil analisa kandungan KOT di daerah muara dan pesisir lebih rendah dibandingkan dengan stasiun menuju laut.

Nilai KOT dalam sedimen di Perairan Sluke lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Patang (2009) di Pangkep yang hanya berkisar antara 1,23 - 1,56 %, dan juga di pesisir Changjiang dalam penelitian Meng *et al.* (2014), kandungan KOT berkisar antara 0,21 - 0,85 %. Tingginya nilai KOT di Sluke dipengaruhi oleh kondisi geografis yang berbeda dan menghasilkan ukuran sedimen yang berbeda pula, di Pangkep didominasi ukuran butir berupa pasir halus, dan di Changjiang didominasi oleh lumpur, sedangkan di Rembang mempunyai persentase *silt* (lanau) lebih tinggi. Lanau ukuran butirnya lebih halus dibanding pasir halus dan lumpur, sehingga penyerapan terhadap karbon organik lebih besar. Pembentukan jenis sedimen tentunya sangat dipengaruhi oleh peran arus yang mampu mengangkut material maupun zat kimia di perairan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, menunjukkan arah arus dominan ke arah timur laut dan kecepatan arus tinggi dari arah muara yang relatif dangkal dan semakin melemah kecepatannya seiring bertambahnya kedalaman ke arah lepas pantai. Namun, nilai dari KOT yang cukup berfluktuasi (Gambar 3), sehingga dapat disimpulkan bahwa arah arus permukaan yang dominan dan kecepatan arus tidak berpengaruh terhadap proses penyebaran KOT. Hal ini diduga karena pembentukan KOT dalam sedimen erat kaitannya dengan proses biogeokimia dan proses sedimentasi yang sangat kompleks dan berlangsung sangat lama, sehingga data arus saat pengambilan sampel tidak bisa dipakai untuk menginterpretasikan pergerakan KOT di sedimen.

Kandungan karbon organik total (KOT) tertinggi terdapat pada 3 stasiun antara lain: stasiun 2, 6, dan 7, hal ini diduga terkait dengan ukuran butir sedimen yang mendominasi di stasiun tersebut. Dapat dilihat pada tabel 4, nilai persentase *silt* (lanau) di stasiun tersebut merupakan nilai persentase *silt* yang tertinggi pula. Hal ini didukung dengan hasil uji korelasi antara kandungan KOT dengan persentase butir *silt* (Lanau) menunjukkan korelasi yang positif yaitu nilai R sebesar 0,7169. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Kinanti *et al.* (2014), bahwa tingginya kandungan bahan organik pada sedimen jenis lanau, yang memiliki butiran halus lebih dapat mengakumulasi bahan organik. Serta ditambah stasiun 2 letak lokasinya berdekatan dengan vegetasi mangrove yang menghasilkan serasah daun mangrove yang mengalami proses dekomposisi yang menjadi sumber dari bahan organik (Supriadi, 2001).

Stasiun dengan nilai KOT terendah berada pada stasiun 1 dan 2, yaitu 3,401% dan 6,71% hal ini diduga karena jenis ukuran butir sedimen di stasiun tersebut lebih besar ukurannya yaitu pasir (*sand*), sehingga daya serap terhadap KOT lebih kecil. Pada stasiun 3, 5, dan 8 juga didominasi oleh *silt*, namun nilai KOT tidak setinggi pada stasiun 2, 6, dan 7. Hal ini diduga karena pengaruh operasional industri PLTU yang dekat dengan stasiun penelitian. Pada stasiun 3 dekat dengan pipa pengambilan air untuk pendingin *reservoir* dan stasiun 8 dekat dengan lokasi pipa pembuangan air bahangnya, sehingga diduga seringnya terjadi pergerakan air yang tidak stabil yang menyebabkan pengadukan sehingga terlepasnya kandungan karbon organik di sedimen, sehingga naik ke kolom air. Sedangkan untuk stasiun 5 kandungan KOT tidak terlalu tinggi karena dekat dengan lokasi bongkar muat batubara ke PLTU, batubara ini mengandung karbon inorganik sehingga memungkinkan penyerapan karbon inorganik lebih besar dibandingkan karbon organiknya.

Hasil pengamatan oksigen terlarut (DO), suhu, salinitas, dan pH (Tabel 10.), relatif sama pada tiap stasiun, sehingga tidak terlalu berpengaruh pada kandungan KOT. Hal ini diduga karena KOT dalam sedimen yang proses pembentukannya lama dan kompleks akibat proses biogeokimia, sehingga tidak terpengaruh oleh nilai DO, suhu, salinitas, dan pH dalam air yang diukur pada badan air saat pengambilan sampel secara *insitu*, sehingga tidak mempengaruhi konsentrasi KOT dalam sedimen.

**Konsentrasi Bioavailable Phosphate (BAP)**

Berdasarkan hasil analisa kandungan BAP, diketahui bahwa kandungan BAP tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan nilai 168,59  $\mu\text{g/g}$ , sedangkan kandungan BAP terendah terdapat pada stasiun 6 dengan nilai 1,96  $\mu\text{g/g}$  (Gambar 11.). Tingginya kandungan fosfat yang berada di stasiun 1 diduga dipengaruhi oleh lokasi dari stasiun tersebut yang berada di dekat muara sungai. Sesuai dengan Pernyataan Wattayakorn (1988) dalam Ulqodry *et al.* (2010), muara sungai yang tidak jauh dari pemukiman warga dan lahan pertanian serta sungai yang merupakan akses lokasi pembuangan limbah cair utama dari warga sekitar, sehingga memungkinkan masukan BAP bersumber dari limbah darat seperti limbah domestik, sisa sabun, sisa pupuk pertanian, dan lain lain. Dan konsentrasi BAP terendah pada stasiun 6 (1,96  $\mu\text{g/g}$ ) yang berada cukup jauh dari pantai dan mengarah ke laut lepas, sehingga diduga karena pengaruh dari daratan yang semakin menurun. Namun, pada stasiun 5 (7,37  $\mu\text{g/g}$ ) yang lebih jauh dari stasiun 6, mempunyai nilai BAP lebih tinggi. Hal ini diduga karena di dekat stasiun 5 terdapat aktivitas bongkar muat batubara.

Secara keseluruhan nilai konsentrasi BAP dalam sedimen di Sluke Rembang relatif sangat tinggi yaitu berkisar antara 1,96 – 168,59  $\mu\text{g/g}$  jika dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Patang (2009) di Pangkep, yaitu berkisar antara 13,47 mg/kg – 18,56 mg/kg (13,47 – 18,56  $\mu\text{g/g}$ ). Tingginya nilai konsentrasi BAP diduga karena adanya sumber BAP yang berdekatan dengan titik sampling seperti pemukiman dan area pertanian.

Konsentrasi BAP dalam sedimen di Sluke Rembang relatif lebih rendah yaitu berkisar antara 1,96 – 168,59  $\mu\text{g/g}$  jika dibanding dengan hasil penelitian Meng *et al.* (2014) di pesisir Changjiang, konsentrasi orthofosfat berkisar 0,82- 4,27  $\mu\text{mol/g}$  (77,9– 405,65  $\mu\text{g/g}$ ) konsentrasi tertinggi berada dekat muara sungai. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan nilai konsentrasi BAP di Rembang, namun secara deskripsi secara garis besar cukup sama yaitu sama-samalebih tinggi di daerah muara dan lebih rendah di daerah jauh dari pantai. Hal ini tentunya berhubungan dengan kecepatan arus yang berperan dalam penyebarannya.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, menunjukkan arah arus dominan ke arah timur laut dan kecepatan arus tinggi dari arah muara yang relatif dangkal dan semakin melemah kecepatannya seiring bertambahnya kedalaman ke arah lepas pantai. Sehingga tinggi



rendahnya konsentrasi BAP juga dipengaruhi oleh kecepatan arus namun tidak dengan arah dominan arus, seperti terlihat dalam dapat dilihat bahwa nilai kecepatan arus terbesar terdapat pada stasiun dekat darat yaitu stasiun 1 dan 9 yang merupakan sumber BAP berasal, dan semakin ke arah laut lepas (*off shore*) semakin menurun seiring dengan semakin melemahnya kecepatan arus ke arah lepas pantai. Arus laut merupakan agen yang sangat berperan dalam distribusi suatu zat atau material disuatu perairan, karena arus mampu menggerakkan dan mengangkut massa air, termasuk mengangkut sedimen sehingga mempengaruhi ukuran butir yang terbentuk (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

Berdasarkan hasil uji statistik, konsentrasi BAP dalam sedimen dasar, tidak dipengaruhi oleh ukuran butir dapat dilihat bahwa konsentrasi BAP yang tinggi terdapat dalam jenis sedimen yang bervariasi *sand* (stasiun 1 dan 9) dan juga dalam jenis sedimen *silt* (stasiun 2). Hasil ini sama halnya terjadi pada penelitian Masluka (2013) di Banjar Kanal Barat yang menunjukkan, tidak selalu partikel yang lebih halus memiliki kandungan atau daya serap yang tinggi terhadap logam berat, selain karena faktor jarak dengan sumber, arus juga berpengaruh khususnya dalam proses laju pengendapan atau sedimentasi dan mempengaruhi ukuran butir sedimen yang terendapkan.

Hasil pengamatan oksigen terlarut (DO), suhu, salinitas dan pH relatif sama pada tiap stasiun, sehingga tidak terlalu berpengaruh pada konsentrasi BAP. Hal ini diduga karena BAP dalam sedimen yang proses pembentukannya lama dan kompleks akibat proses biogeokimia, sehingga tidak terpengaruh oleh nilai DO, suhu, salinitas dan pH yang diukur pada saat pengambilan sampel secara *insitu* di air, sehingga tidak mempengaruhi konsentrasi BAP dalam sedimen.

### **Kesimpulan**

Kandungan karbon organik total (KOT) berkisar antara 3,401 – 13,74 %. KOT dalam sedimen di Perairan Sluke, Rembang berfluktuatif, namun secara garis besar lebih tinggi ke arah laut dan lebih rendah di daerah sekitar muara sungai dan pesisir. Konsentrasi *bioavailablephosphate* (BAP) berkisar antara 1,96 - 168,59 µg/g. Distribusi konsentrasi BAP dalam sedimen di Perairan Sluke, Rembang secara garis besar, lebih tinggi di daerah muara sungai dan lebih rendah ke arah laut.

Distribusi karbon organik total (KOT) tidak dipengaruhi oleh arah maupun kecepatan arus, namun lebih dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen. Sedangkan distribusi *bioavailablephosphate* (BAP) hanya dipengaruhi oleh kecepatan arus yang tinggi dari muara/ pesisir (sumber BAP) dan semakin melemah ke arah lepas pantai (*off shore*), sedangkan untuk ukuran butir tidak berpengaruh.

### **Daftar Pustaka**

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Cara Uji Timbal (Pb) Secara Destruksi Asam dengan Spektrofotometer. SNI 06-6992.3-2004.
- Chiswell, R. 1995. An Investigation of the Behaviour of Phosphorus in the Marine Environment. [Honours]. James Cook University of Northern Queensland Townsville, Australia.
- Hadi, S. 2004. Metodologi Research. Jilid 1. Andi Offset, Yogyakarta.
- Holme, M. G. and N.D. McIntyre. 1984. Methods for Study of Marine Benthos, 2nd edition. Blackwell Scientific Publication, Oxford.

- Kinanti, T.E. S. Rudiyantri dan F. Purwanti. 2014. Kualitas Perairan Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan Ditinjau dari Faktor Fisika Kimia Sedimen dan Kelimpahan Hewan Makrobentos. *Diponegoro Journal of Maquares.*, 3(1): 16-167.
- Maslukeh, L. 2013. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina.*, (2): 56-63.
- Meng, J., P. Yao, Z. Yua, T. S. Bianchie, B. Zhaoa, H. Pan and D. Lia. 2014. Speciation, Bioavailability and Preservation of Phosphorus in Surface Sediments of the Changjiang Estuary and Adjacent East China Sea inner shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 144:27 – 38.
- Muchtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Mulyanto, H.R. 2010. *Prinsip Rekayasa Pengendalian Muara dan Pantai*. Graha Ilmu, Semarang.
- Murphy, J., dan J.P. Riley. 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphorus in Natural Waters: *Analytica Chimica Acta.*, (27): 31-36.
- Muslim and G. Jones. 1994. The Variation and Flux of Phosphate, Nitrogen, Silicate and Several Trace Element of Fringing Coral Reef in Nelly Bay in the Central Great Barrier Reef. Paper presented at the Sixth Pasific Congres on Marine Science and Technology, held at James Cook University of North Queensland Townsville, Australia.
- Muslim. 2012. *Uv-Vis Spektrofotometer: Teori, Konsep dan Penggunaannya untuk Analisa Kimia Laut*. UNNES Press, Semarang.
- Patang. 2009. Kajian Kualitas air dan Sedimen di Sekitar Padang Lamun Kabupaten Pangkep. *Jurnal Agrisistem.*, 5(2): 73- 82.
- Pettijohn, F. J. 1975. *Sedimentary Rock*. Halper and R Brother, New York.
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Santoso, A.D. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Teknik Lingkungan.*, 8(3):207-210
- Supono. 2004. Analisis Diatom Epipellic Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Tambak untuk Budidaya Udang. UNDIP, Semarang
- Supriadi, I. 2001. Dinamika Estuari Tropik. *Oseana.*, 26(4): 1-11.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suryabrata. 1987. *Metodologi Penelitian*. Rajawali, Jakarta.