

Karakteristik dan Distribusi Spasial Bahan Organik Pada Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan Jawa Timur

Alindya Eka Puspita Dewi ^{a*}, Zainul Hidayah ^{*a,b}, Akhmad Farid ^b, Dwi Budi Wiyanto ^c

^a Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Jawa Timur-Indonesia

^b Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Jawa Timur-Indonesia

^c Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan Perikanan, Universitas Udayana, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-812-1688-7899

Alamat e-mail: zainulhidayah@trunojoyo.ac.id

Diterima (received) 25 Oktober 2022; disetujui (accepted) 28 November 2022; tersedia secara online (available online) 1 Desember 2022

Abstract

Pacitan Bay is one of the semi-enclosed waters on East Java's south coast. This area is well-known for having a large fishing port as well as a beach tourism area. The dynamics of Pacitan Bay's waters due to the influence of currents, waves, and the input of water masses from the mainland are thought to affect the characteristics of the waters' bottom sediments. The objective of this study was to map the characteristics of bottom sediments and the distribution of organic substance. This research also analyzed the relationship between sediment characteristics and the concentration of organic substance in the sediment. The sediment's characteristics were determined using granulometric analysis, and the organic matter content was determined using the Loss of Ignition (LOI) method. The analysis results show that sandy substrates dominate the bottom sediments of Pacitan Bay by an average of 82.22%. The distribution of sandy substrate dominates the bay's north and west. Distance from the shoreline has a significant effect on organic substance distribution (One Way ANOVA, $F = 6.05$; $p < 0.05$). The organic matter content of sediments dominated by sand is lower ($R^2 = 0.76$) compared to substrates with softer grain size (silt or mud) and tighter pores, making organic matter efficient to precipitate.

Keywords: *sediment; Pacitan Bay; organic substance; grain size; sand*

Abstrak

Teluk Pacitan adalah salah satu perairan semi tertutup yang terletak di pantai selatan Jawa Timur. Kawasan ini terkenal karena memiliki pelabuhan perikanan yang cukup besar dan juga menjadi kawasan wisata pantai. Dinamika perairan Teluk Pacitan akibat pengaruh arus, gelombang dan masukan massa air dari daratan diduga berpengaruh terhadap karakteristik sedimen dasar perairan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan secara spasial karakteristik sedimen dasar perairan dan sebaran bahan organik. penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara karakter sedimen dengan konsentrasi bahan organik yang terkandung di dalamnya. Analisis granulometri digunakan untuk mengetahui karakteristik sedimen sedangkan kandungan bahan organik diukur menggunakan metode Loss of Ignition (LOI). Hasil analisis menunjukkan bahwa sedimen dasar perairan Teluk Pacitan didominasi substrat berpasir dengan rata-rata persentase sebesar 82,22%. Sebaran substrat berpasir mendominasi bagian utara dan barat teluk. Jarak dari garis pantai berpengaruh signifikan terhadap sebaran bahan organik (One Way ANOVA, $F = 6,05$; $p < 0,05$) Kandungan bahan organik dalam sedimen yang didominasi pasir lebih rendah ($R^2 = 0,76$) dibandingkan dengan substrat dengan ukuran butir yang lebih lembut (lanau atau lumpur) yang memiliki pori-pori lebih rapat sehingga mudah mengendapkan bahan organik.

Kata Kunci: *sedimen, Teluk Pacitan, bahan organik, ukuran butir, pasir*

1. Pendahuluan

Teluk Pacitan merupakan salah satu teluk yang menjadi pusat kegiatan perikanan yang sangat

ramai khususnya di pesisir selatan Jawa Timur. Kawasan ini memiliki pelabuhan perikanan pantai yang menjadi pendaratan berbagai jenis ikan terutama cakalang, tuna, lobster dan bawal.

Karakteristik perairan Teluk Pacitan yang tenang dan terlindung serta keberadaan pantai berpasir menjadikan lokasi ini sebagai tempat wisata yang cukup populer (Setyawan dkk., 2017).

Posisi Teluk Pacitan termasuk perairan terbuka yang langsung berhadapan dengan Samudera Hindia, sehingga energi gelombang yang besar sangat berpengaruh terhadap dinamika pantai (Wahyuningsih dkk., 2012). Terpaparnya kawasan Teluk Pacitan oleh energi gelombang dapat menyebabkan terjadinya abrasi dan sedimentasi di lokasi-lokasi tertentu. Hal ini dapat timbul akibat pengaruh arus sejajar pantai (*longshore current*). Lebih lanjut, gelombang yang terjadi di pesisir pantai berpengaruh besar terhadap pembentukan morfologi dan karakteristik pantai khususnya ukuran sedimen (Kalay dkk., 2018). Selain itu, suplai sedimen dari daratan yang terbawa aliran sungai juga merupakan faktor penentu karakteristik sedimen yang terakumulasi di pantai maupun dasar perairan (Hidayah *et al.*, 2022).

Sebaran sedimen di perairan dapat berbentuk menyebar ke arah laut, sejajar dengan garis pantai atau melintang di muara sungai tergantung energi yang dominan (Gemilang dkk., 2018). Pengaruh laut dapat berupa gelombang, arus, pasang surut, angin, bathimetri dan adanya karang pantai serta vegetasi, sedangkan pengaruh darat berupa morfologi, litologi dan pasukan sedimen sungai. Sebaran sedimen dapat menggambarkan kondisi lingkungan pengendapan dari beberapa faktor oseanografi yang mempengaruhi karakteristik sedimen di sekitarnya (Atmodjo, 2010).

Menurut Maslukah (2013) bahan organik di perairan dan sedimen dapat ditemukan dalam bentuk partikel tersuspensi, bahan organik yang mengalami perubahan dan bahan organik yang berasal dari daratan dan terbawa oleh aliran sungai. Bahan organik dapat berasal dari tumbuhan atau biota akuatik, baik yang hidup maupun yang mati menjadi detritus atau berasal dari limbah industri dan domestik. Kandungan bahan organik yang berlebih akan membuat proses dekomposisi berjalan terus menerus sehingga menyebabkan kandungan oksigen terlarut semakin tipis dan akhirnya habis (Barus dkk., 2020). Akibatnya proses kimiawi dalam perairan kemudian beralih ke proses anaerob. Apabila di perairan tidak terdapat oksigen dan nitrat, maka sulfat berperan

sebagai sumber oksigen dalam proses oksidasi yang dilakukan oleh bakteri anaerob, sehingga pada kondisi tersebut dapat terbentuk hidrogen sulfide (H_2S). Gas H_2S timbul akibat perombakan bahan organik yang tertimbun dalam sedimen. Gas H_2S adalah gas yang beracun. Apabila kadar gas ini berlebihan di suatu perairan maka dapat membahayakan bagi kehidupan biota di lingkungan tersebut (Yudha dkk., 2020).

Studi tentang karakteristik sedimen cukup banyak dilakukan di berbagai lokasi perairan di Indonesia antara lain di pantai utara Jawa Tengah, Teluk Papela Nusa Tenggara Timur, Kepulauan Riau dan pesisir Sumatera Barat (Gemilang dkk., 2018; Pambudi dan Armi, 2022; Zuraida dkk., 2018). Namun penelitian-penelitian tersebut lebih mengarah pada karakteristik ukuran butir sedimen pantai, sementara ulasan mengenai karakter sedimen dasar perairan dan kondisi bahan organik belum banyak diteliti. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan di Teluk Pacitan ini bertujuan untuk memetakan secara spasial karakteristik sedimen dasar perairan dan sebaran bahan organik. Selanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara karakter sedimen dengan konsentrasi bahan organik yang terkandung di dalamnya.

2. Metode Penelitian

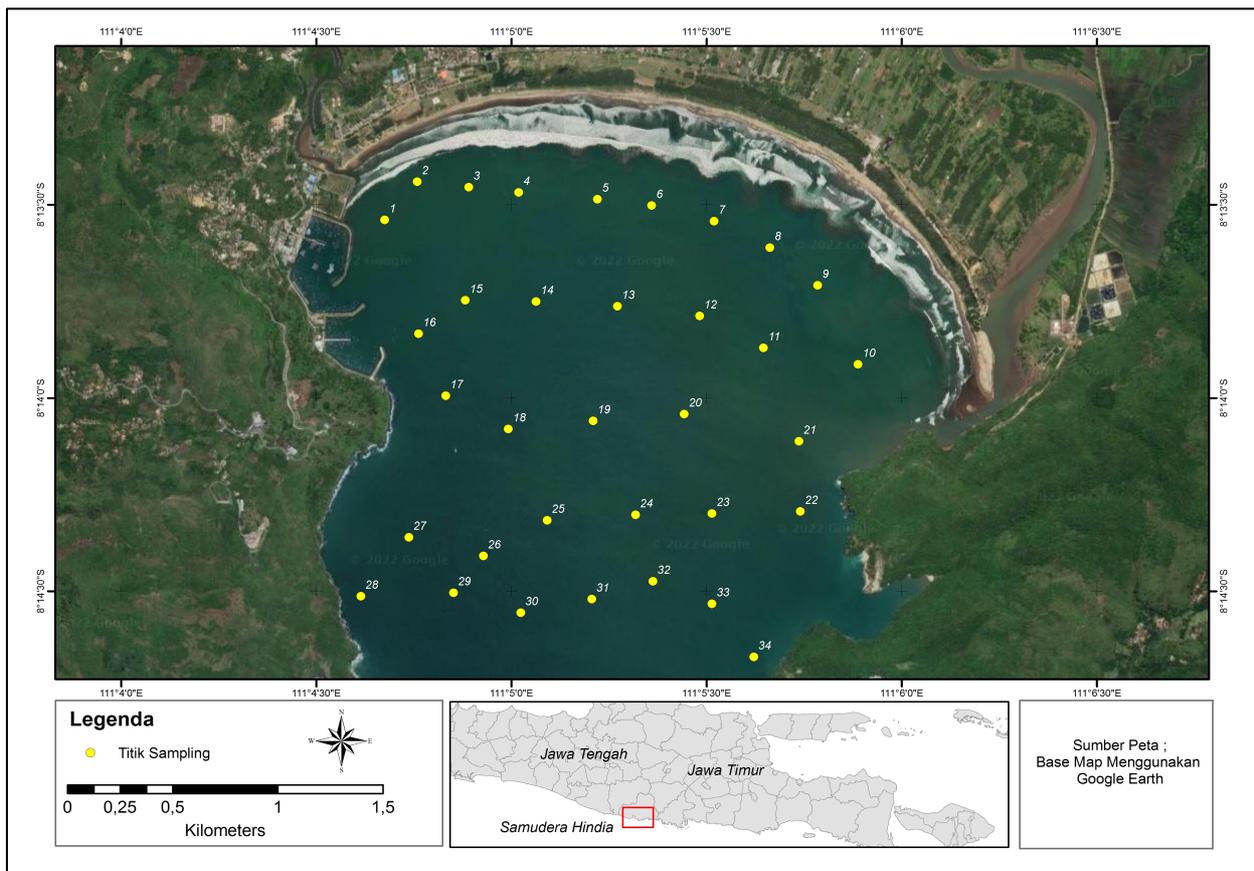
2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data untuk penelitian ini dilaksanakan pada bulan November – Desember 2021. Analisa sampel sedimen dilakukan pada bulan Januari – Februari 2022 di Laboratorium Oseanografi dan Laboratorium Biologi Laut Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura.

2.2 Pengambilan dan Analisis Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan alat grab sampler di 34 titik masing-masing dengan 3 kali ulangan. Titik-titik pengamatan diatur berdasarkan jarak dari garis pantai yaitu 0-300 m, 301-600 m, 601-900 m dan lebih dari 900 m (Gambar 1). Analisis granulometri dilakukan untuk menentukan ukuran butir sedimen. Analisis basah dilakukan pada sedimen tekstur halus, sementara analisis kering dilakukan pada sedimen bertekstur kasar.

2001). Metode ini dilakukan dengan menggunakan



Gambar 1. Peta Sebaran Titik Pengambilan Sample Sedimen.

Hasil analisis granulometri digunakan untuk mengetahui komposisi sedimen (% pasir, % lanau dan % lempung) dan parameter statistik sedimen yaitu rata-rata ukuran butir sedimen (mean), sortasi, skewness dan kurtosis. Perhitungan parameter statistik sedimen mengikuti formula sebagai berikut dengan Q adalah nilai kuartil (Boggs, 1995).

$$Mean = \frac{Q_{16} + Q_{50} + Q_{84}}{3} \tag{1}$$

$$Sortasi = \frac{Q_{84} - Q_{16}}{4} + \frac{Q_{95} - Q_5}{6,6} \tag{2}$$

$$Skewness = \frac{Q_{84} + Q_{16} - 2Q_{50}}{2(Q_{84} - Q_{16})} + \frac{Q_{95} + Q_5 - 2Q_{50}}{2(Q_{95} - Q_5)} \tag{3}$$

$$Kurtosis = \frac{Q_{95} - Q_5}{2,44(Q_{75} - Q_{25})} \tag{4}$$

2.3 Analisis Bahan Organik dalam Sedimen

Analisis bahan organik dalam sedimen dilakukan dengan metode LOI (Loss of Ignition) (Heiri dkk.,

alat pengabuan (*furnace*) yang suhunya mencapai 550°C. Persentase kandungan bahan organik dalam sedimen dihitung dengan menggunakan persamaan matematika sebagai berikut:

$$Bahan\ Organik\ (\%) = \frac{(Wt-C) - (Wa-C)}{Wt-C} \times 100\ \% \tag{5}$$

Tabel 1
Klasifikasi Kandungan Bahan Organik.

No.	Klasifikasi	Keterangan
1.	< 3.5%	Sangat rendah
2.	3.5 - 7 %	Rendah
3.	7 - 17 %	Sedang
4.	17 - 35 %	Tinggi
5.	> 35 %	Sangat tinggi

Sumber : Anugrah dkk., 2014

Pada persamaan tersebut *Wt* adalah berat total (*crucible* + sampel sedimen) sebelum dibakar.

Sementara W_a adalah berat total setelah dibakar dengan C adalah berat *crucible* kosong (65 gr). Selanjutnya, hasil kadar bahan organik ini diklasifikasikan seperti yang dijelaskan pada Tabel 1.

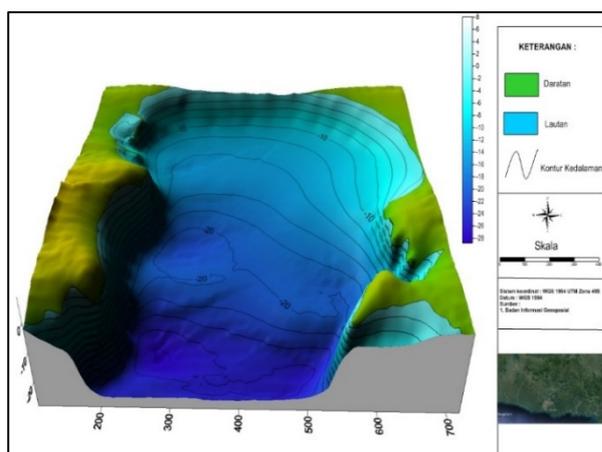
2.4 Uji Statistik

Hasil analisis kandungan bahan organik dalam sedimen dilakukan dengan menggunakan *descriptive statistic* dan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh jarak dari garis pantai. Selanjutnya untuk menganalisis hubungan antara kandungan bahan organik dengan jenis/ fraksi sedimen dilakukan analisis Regresi Linear Sederhana.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Batimetri Teluk Pacitan

Profil 3D kedalaman perairan Teluk Pacitan yang dibuat berdasarkan peta batimetri Pusat Hidro-Oceanografi (Pushidros) TNI AL disajikan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa kedalaman perairan Teluk Pacitan berkisar antara 0-20 meter. Seperti pada umumnya perairan dalam teluk yang semi tertutup, perairan dangkal terletak dekat dengan garis pantai sementara di bagian tengah semakin dalam. Garis kontur 5-10 meter yang lebih rapat menunjukkan bahwa perairan Teluk Pacitan memiliki pantai relatif landai, namun semakin ke menjauhi garis pantai kedalaman bertambah.



Gambar 2. Profil Batimetri Perairan Teluk Pacitan.

3.2 Tekstur Sedimen

Hasil analisis tekstur sedimen dasar perairan Teluk Pacitan disajikan pada Tabel 2. Sebanyak 24 titik

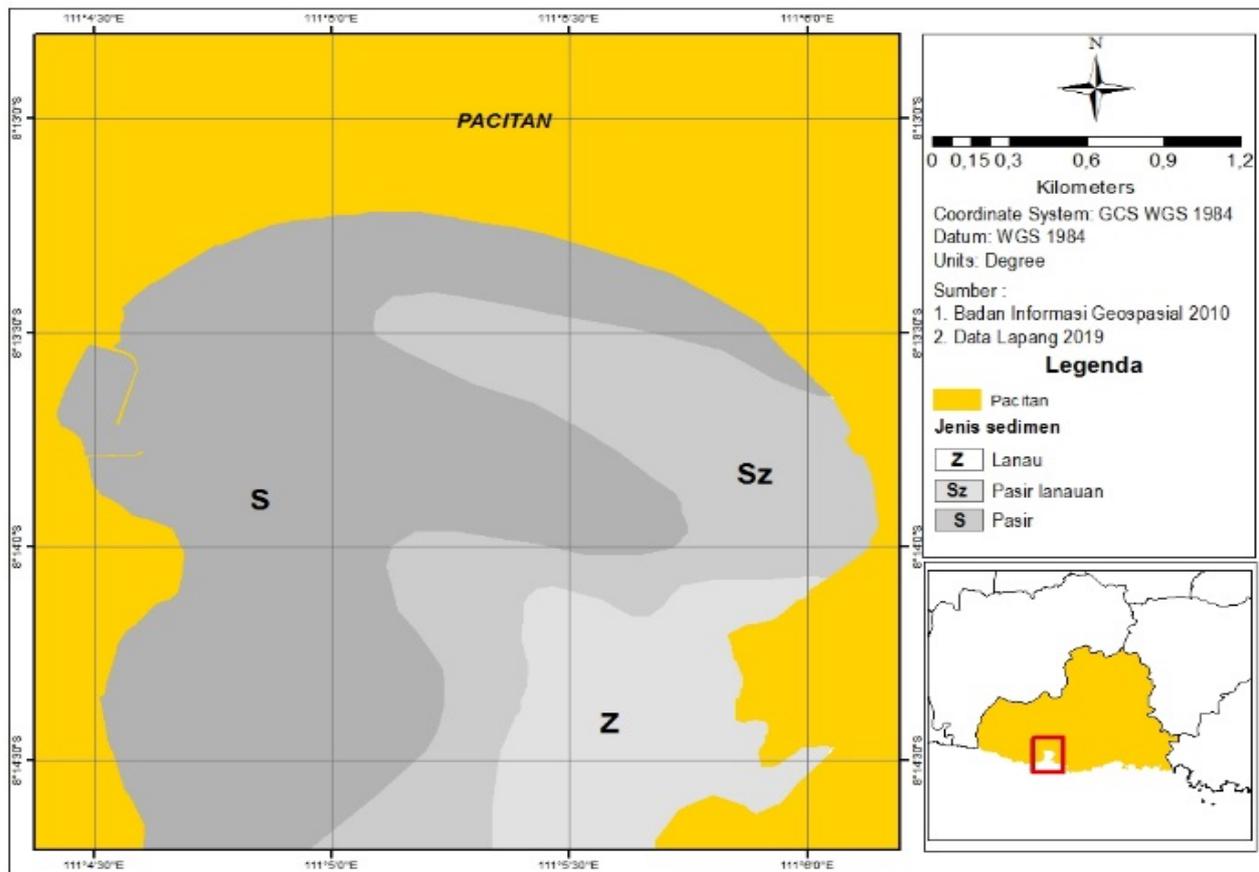
sampel memiliki butiran kasar sehingga dilakukan analisis basah, sedangkan sisanya dilakukan analisis kering.

Tabel 2

Hasil Analisis Tekstur Sedimen.

N o	% Pasir	% Lanau	% Lempung	Jenis Sedimen
1	89,13	10,12	0,74	Pasir
2	86,57	13,17	0,25	Pasir
3	91,65	7,7	0,63	Pasir
4	71,23	27,98	0,78	Pasir lanauan
5	73,91	25,62	0,45	Pasir lanauan
6	65,93	33,28	0,78	Pasir lanauan
7	68,32	31,27	0,39	Pasir lanauan
8	67,22	32,1	0,67	Pasir lanauan
9	73,49	26,07	0,43	Pasir lanauan
10	94,69	5,18	0,12	Pasir
11	96,98	2,77	0,23	Pasir
12	97	2,9	0,08	Pasir
13	86,81	12,88	0,3	Pasir
14	84,06	15,59	0,33	Pasir
15	91,86	7,92	0,2	Pasir
16	94,74	5,05	0,21	Pasir
17	93,08	6,62	0,3	Pasir
18	88,14	11,5	0,36	Pasir
19	50,97	48,67	0,35	Pasir lanauan
20	-	97,57	2,42	Lanau
21	-	98,92	1,07	Lanau
22	-	99,87	0,12	Lanau
23	-	99,78	0,21	Lanau
24	-	99,18	0,81	Lanau
25	91,04	8,59	0,36	Pasir
26	60,63	34,16	5,19	Pasir lanauan
27	92,91	6,8	0,28	Pasir
28	78,29	20,22	1,47	Pasir
29	84,78	13,72	1,48	Pasir
30	-	99,66	0,34	Lanau
31	-	96,01	3,99	Lanau
32	-	99,07	0,93	Lanau
33	-	99,14	0,86	Lanau
34	-	98,99	1	Lanau

Berdasarkan hasil analisis (Tabel 2) terlihat bahwa sedimen jenis pasir mendominasi hampir seluruh bagian teluk, baik jenis pasir maupun pasir lanauan. Jenis pasir terdapat pada lokasi yang mendekati garis pantai terutama di bagian barat dekat dengan Dermaga Tamperan. Satuan pasir mempunyai perluasan penyebaran hampir setengah dari bagian teluk dengan kedalaman sampai 20 m (Gambar 3). Satuan tersebut memiliki



Gambar 3. Peta Distribusi Fraksi Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan.

komposisi sedimen pasir dengan kisaran 78,29% - 97,007%, lanau kisaran 2,77% - 20,22% dan lempung kisaran 0,08% - 1,48%. Satuan pasir lanauan tersebar di daerah dekat muara sungai sampai bagian tengah teluk. Satuan ini memiliki komposisi sedimen pasir dengan kisaran 50,97% - 73,91%, lanau kisaran 25,62% - 48,67% dan lempung berkisar antara 0,35% - 5,19%. Satuan lanau memiliki penyebaran yang paling sempit, tersebar di sekitar bukit sebelah timur pada kedalaman kurang lebih 4 meter sampai dengan kurang lebih 20 meter. Komposisi sedimen dari satuan ini yaitu lanau 96,01% - 99,87% dan lempung 0,12% - 3,98%.

Sedimen dengan ukuran butir yang besar berukuran besar (misalnya : pasir kasar, pasir) cenderung resisten terhadap gerakan arus. Jika kekuatan arus cukup besar, sedimen tersebut cenderung terangkut dengan kontak yang kontinu (menggelinding, meluncur atau melompat) dengan dasar perairan. Hal tersebut juga dimungkinkan karena adanya pengaruh gelombang. Endapan sedimen ini dipengaruhi oleh energi gelombang

yang membesar ketika gelombang mendekati garis pantai, sehingga jenis sedimen yang mendekati garis pantai memiliki ukuran butir yang lebih kasar dibandingkan sedimen yang berada pada lokasi menjauhi garis pantai (Arisa dkk., 2014).

Seperti yang dijelaskan pada Gambar 3, daerah lepas pantai bagian barat teluk didominasi oleh jenis sedimen bertekstur pasir, sementara bagian tengah dominan pasir lanauan, dan sedikit daerah bagian timur memiliki jenis sedimen lanau. Artinya, makin ke tengah teluk, jenis sedimennya makin beragam dan makin halus ukurannya. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh arus yang lemah Material sedimen yang berukuran lebih kecil dari pasir seperti lanau dan lumpur akan mengendap bila arus di perairan mulai melemah (Putra dan Nugroho, 2017). Lebih lanjut, arus bersifat sebagai penyeleksi ukuran butir sedimen yang menyebabkan adanya variasi ukuran butir dalam suatu lingkungan pengendapan. Adanya sedimen berukuran kasar yang terendapkan menunjukkan adanya arus dan gelombang yang relatif kuat dan

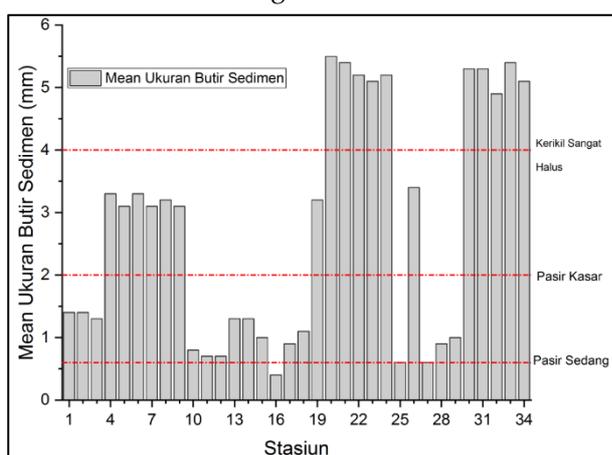
umumnya berada terjadi di perairan terbuka (dekat dengan laut lepas). Sedangkan sedimen yang berukuran halus akan terendapkan pada daerah dengan perairan tenang (Nugroho dan Basit, 2014).

3.3 Parameter Statistik Sedimen

3.3.1. Rata-Rata Ukuran Butir Sedimen (Mean)

Ukuran butir sedimen yang berasal dari lokasi penelitian berkisar antara 0,4 sampai dengan 5,5 mm dengan rata-rata $2,75 \pm 1,8$ mm dan didominasi fraksi pasir. Analisis lebih lanjut menjelaskan bahwa terdapat 16 titik sampling yang memiliki jenis sedimen termasuk kategori pasir kasar (0,4 – 1,4 mm). Sementara itu terdapat 8 titik sampling dengan kategori sedimen pasir halus (3,1 – 3,4 mm) dan 10 titik sampling yang memiliki kategori sedimen kerikil sangat halus (4-8 mm). Karakterisasi titik sampling menurut rata-rata ukuran butir sedimen dapat dilihat pada Gambar 4.

Dasar perairan yang didominasi oleh partikel sedimen pasir sedang hingga kasar menggambarkan perairan tersebut memiliki gelombang dan arus yang kuat. Sebaliknya jika didominasi oleh partikel partikel yang halus maka perairan dalam kondisi tenang dengan arus yang lemah (Pawitra dkk., 2022). Pernyataan tersebut sesuai dengan kondisi arus di perairan Teluk Pacitan. Titik sampling yang masuk dalam kategori pasir memiliki arus yang lebih kuat dibandingkan dengan titik sampling yang masuk dalam kategori sedimen yang didominasi kerikil sangat halus.



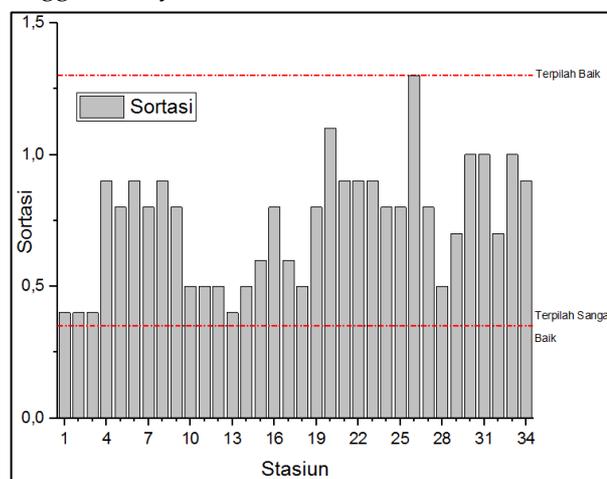
Gambar 4. Sebaran Rataan Ukuran Butir Sedimen.

3.3.2. Sortasi

Nilai sortasi (koefisien pilah) adalah parameter yang menunjukkan tingkat keseragaman butir

sedimen. Hasil perhitungan parameter koefisien pilah berkisar antara 0,4 sampai 1,3 dengan nilai sortasi rata – rata 0,74 yang masuk dalam kategori terpilah baik (Gambar 5). Pada grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa hanya ada satu kenaikan nilai sortasi yang menonjol yaitu dari sampel 25 ke sampel 26. Namun dari kedua sampel ini masih dalam satu kategori terpilah baik. Pengukuran nilai sortasi ini menggambarkan kondisi pengendapan sedimen. Nilai sortasi masuk kategori terpilah baik, dapat terlihat dari nilai mean (rata – rata) sedimen yang berjarak sedang, tidak pendek juga tidak terlalu jauh yang berada dalam dua golongan yaitu pasir kasar dan pasir halus.

Berdasarkan hasil perhitungan sortasi, menunjukkan bahwa sedimen dasar perairan Teluk Pacitan telah mengalami penyortiran oleh gelombang dan arus dalam jangka waktu yang lama. Partikel-partikel sedimen yang secara alami terpisah berdasarkan ukuran butir menunjukkan pengaruh arus dan gelombang yang berinteraksi langsung dengan dasar perairan. Hal ini umumnya ditemukan di perairan dangkal. Sementara itu untuk perairan dalam cenderung memiliki sortasi yang lebih buruk dan terdiri dari sedimen dengan ukuran butir yang berbeda dengan variasi yang tinggi (Hasriyanti, 2015).



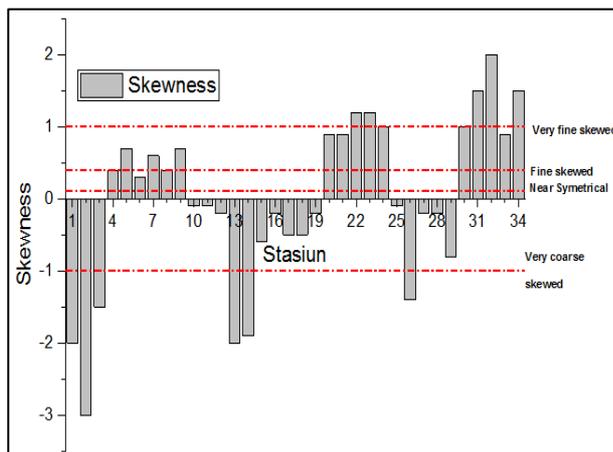
Gambar 5. Sortasi Ukuran Butir Sedimen.

3.3.3. Skewness

Skewness mencirikan arah dominan ukuran butir dari suatu populasi tersebut : mungkin simetri, condong ke arah sedimen berbutir halus atau condong ke arah sedimen berbutir kasar. Hasil perhitungan skewness pada 34 titik sampling ditampilkan pada Gambar 6 di bawah ini. Adanya perbedaan nilai dari skewness dari lokasi

pengambilan sampel kemungkinan dikarenakan oleh energi gelombang maupun arus laut di daerah tersebut kurang stabil. Dari hasil perhitungan nilai skewness berkisar antara -3 sampai 2 dengan rata-rata -0,00882. Dari hasil ini dapat diketahui ada 4 kategori klasifikasi skewed, yaitu *very coarse skewed*, *very fine skewed*, *near symmetrical* dan *coarse skewed*.

Nilai positif menunjukkan sedimen di daerah tersebut condong ke arah ukuran butir halus, sebaliknya *skewness* negatif menunjukkan sedimen condong ke arah ukuran butir kasar (Warsidah dkk., 2021). *Skewness* yang bernilai positif biasanya menunjukkan kondisi perairan dengan arus dan gelombang yang cukup tenang. Untuk perairan Teluk Pacitan nilai *skewness* negatif lebih banyak dibandingkan nilai *skewness* positif, artinya sedimen di lokasi ini condong ke arah ukuran butir yang kasar. Titik sampling yang memiliki nilai *skewness* positif memiliki arus dengan kecepatan rendah dan sebaliknya.

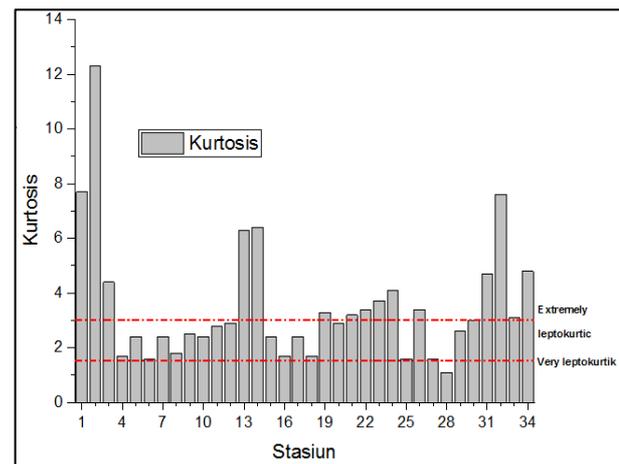


Gambar 6. Skewed Ukuran Butir Sedimen.

3.3.4. Kurtosis

Nilai *kurtosis* ditentukan dengan pengukuran puncak dari kurva dan berhubungan dengan distribusi normal. Hasil perhitungan *kurtosis* 34 sampel sedimen berkisar antara 1,1 sampai 12,3 dengan rata-rata 3,526. Nilai tertinggi terdapat pada titik 2 dan terendah pada titik 28 (Gambar 7). Terdapat 3 kategori klasifikasi dari hasil perhitungan *kurtosis* ini yaitu kategori *extremely leptokurtic*, *very leptokurtic* dan *leptokurtic*. Sementara kategori yang mendominasi adalah *very leptokurtic*, dengan demikian nilai *kurtosis* dari hasil pengukuran menunjukkan distribusi ukuran butir sedimen pada Teluk Pacitan ini didominasi oleh ukuran tertentu, jika dilihat dari rata-rata ukuran

sedimen yang mendominasi yaitu berjenis pasir kasar (*coarse sand*).



Gambar 7. Kurtosis Ukuran Butir Sedimen.

3.4 Kandungan Bahan Organik pada Sedimen

Pengujian jumlah kandungan bahan organik dalam sedimen di perairan Teluk Pacitan dilakukan pada 34 sampel sedimen. Hasil analisa jumlah kandungan bahan organik pada sedimen dasar perairan Teluk Pacitan termasuk dalam kategori sangat rendah hingga sedang yaitu kisaran 2,46% - 15,34%. Sebaran spasial kandungan bahan organik dalam sedimen disajikan pada Gambar 8.

Tabel 3

Rata-rata dan Standar Deviasi Kandungan Bahan Organik.

Jarak (m)	Jumlah Stasiun	Rata-Rata	Simpangan Baku
0-300	8	4,97 ^a	1,12
301-600	9	4,36 ^a	0,96
601-900	9	7,75 ^b	3,16
>900	8	9,08 ^b	4,02

Persentase bahan organik sangat rendah terdeteksi pada 3 titik sampling, yaitu pada titik 7, 9 dan 10. Ketiga titik ini berada di dekat garis pantai dan memiliki jenis sedimen pasir dan pasir lanauan. Pada ketiga stasiun ini ukuran butir lebih besar dan kasar. Rendahnya kandungan bahan organik pada titik ini mungkin dikarenakan oleh sedikitnya angkutan atau masukan muatan organik serta sedikitnya suplai material organik dari laut menuju pantai. Kategori kandungan bahan organik rendah mendominasi hasil pengukuran di perairan Teluk

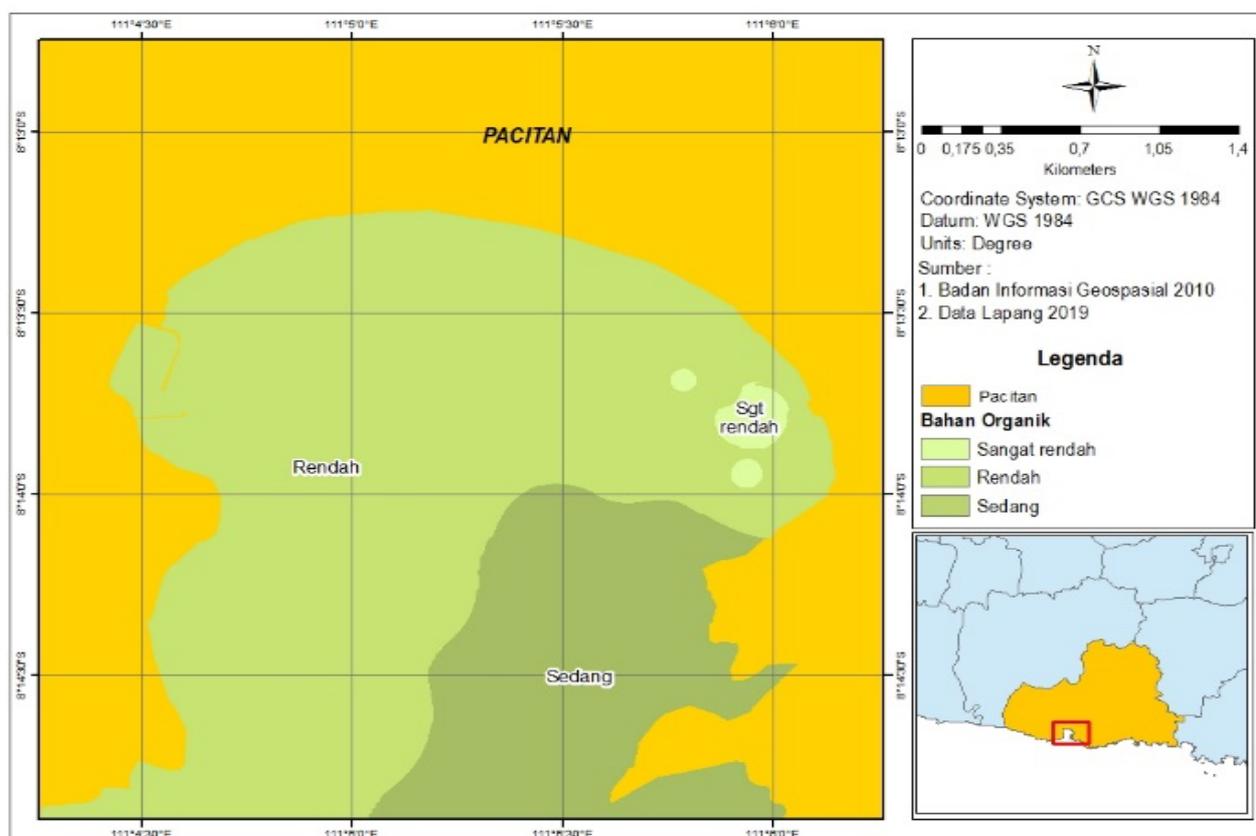
Pacitan. Lokasi dengan kategori kandungan bahan rendah ini terdapat dan menyebar di daerah yang menjauhi garis pantai. Jumlah persentase kandungan bahan organik kategori sedang berkisar antara 3,60% - 6,19%. Secara keseluruhan ukuran butir sedimen yang mengandung bahan organik rendah sedikit lebih halus dibandingkan dengan ukuran butir sedimen yang mengandung bahan organik kategori sangat rendah.

Persentase bahan organik yang masuk kategori sedang terdapat pada 10 titik lokasi, yaitu titik 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32, 33, dan 34. Untuk persentase

berasal dari tumbuhan atau biota akuatik, baik yang hidup maupun yang mati menjadi detritus.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa jarak titik sampling berpengaruh terhadap perbedaan kandungan bahan organik di dasar perairan Teluk Pacitan (*One Way ANOVA*, $F = 6,05$; $p < 0,05$). Tabel 3 dibawah ini menjelaskan perbedaan rata-rata kandungan bahan organik berdasarkan jarak.

Berdasarkan pada diagram box plot kandungan bahan organik pada sedimen (Gambar 9) terlihat jelas bahwa lokasi yang menjauhi garis pantai memiliki rata-rata dan median kandungan bahan

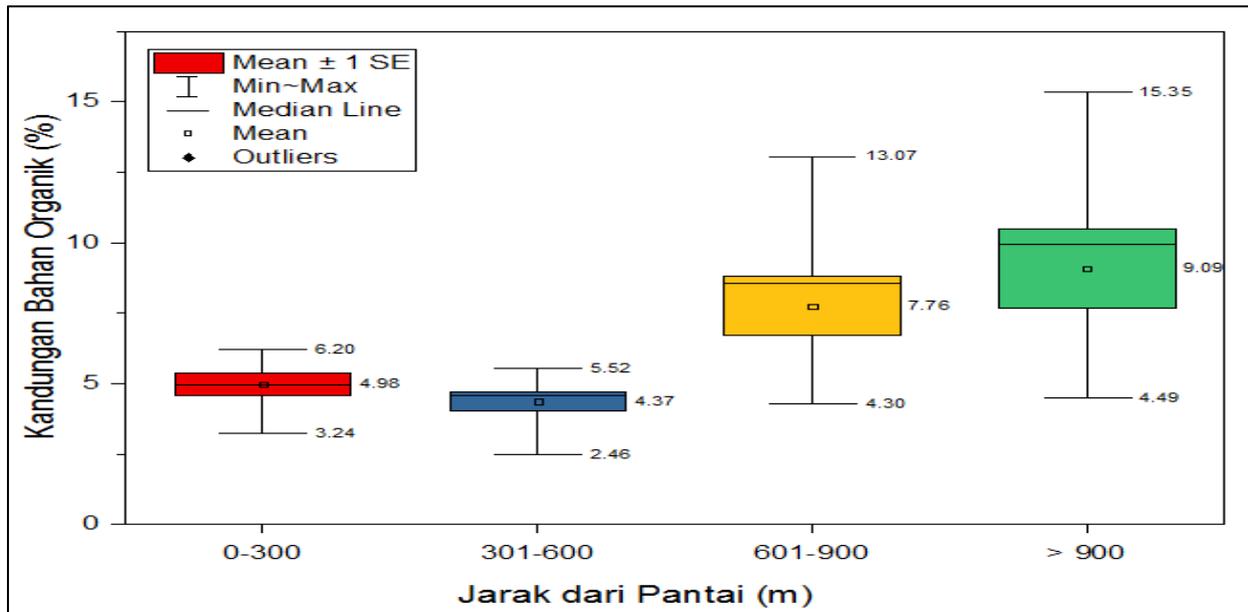


Gambar 8. Sebaran Kandungan Bahan Organik Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan.

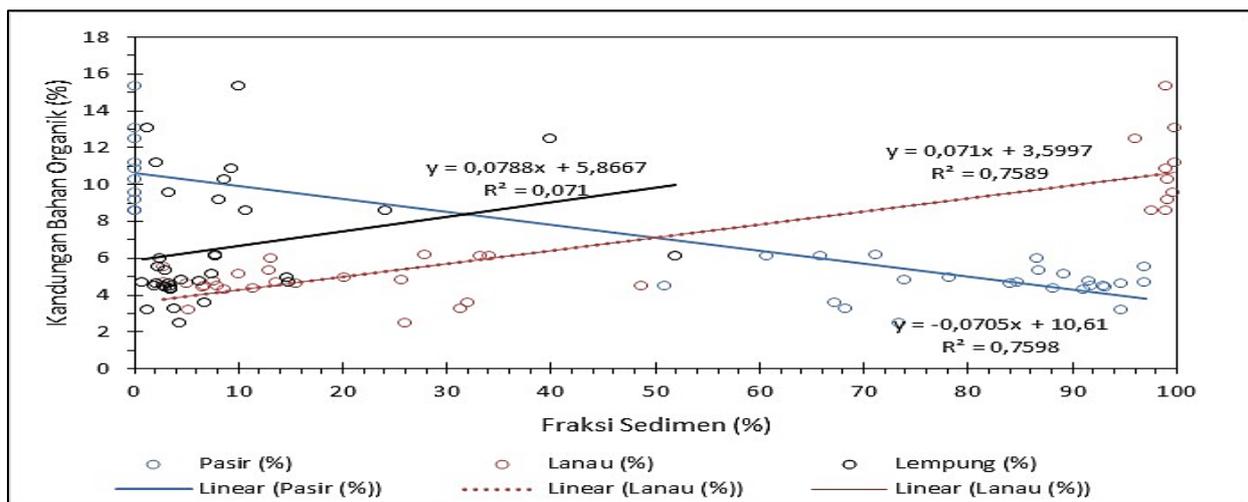
bahan organik kategori sedang ini semuanya terdapat pada sedimen jenis lanau. Persentase tertinggi terdapat pada titik 34 sebesar 15,34%. Ukuran butir sedimen pada titik ini relatif lebih kecil dan halus dibandingkan dengan ukuran butir sedimen yang mengandung bahan organik kategori sangat rendah dan rendah. Kandungan bahan organik pada sampel ini dimungkinkan dipengaruhi oleh penguraian tubuh biota benthos. Hal ini diperkuat dengan ditemukannya agregat berupa pecahan – pecahan cangkang pada sampel sedimen. Bahan organik yang ada di perairan dapat

organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang terletak dekat dengan garis pantai, namun dengan standar deviasi yang lebih luas. Hal ini dimungkinkan karena pengaruh arus yang membawa bahan organik dari daratan sebagai dampak aktivitas manusia menuju perairan terbuka dan terendapkan dalam sedimen yang jauh dari pantai.

Hubungan setiap fraksi sedimen dengan kadar bahan organik dapat diketahui menggunakan analisa regresi linear sederhana (Gambar 10). Bahan organik akan cenderung terendapkan pada sedimen yang memiliki fraksi halus. Sementara



Gambar 9. Diagram Box Plot Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan.



Gambar 10. Regresi Linear antara Fraksi Sedimen (X) dengan Kandungan Bahan Organik (Y).

untuk fraksi kasar seperti pasir kadar bahan organik cenderung rendah (Arisa dkk., 2014; Choirudin dkk., 2014). Temuan di lokasi penelitian mengkonfirmasi pernyataan tersebut. Hasil analisis regresi menunjukkan kandungan bahan organik semakin rendah pada titik-titik sampling yang memiliki fraksi pasir tinggi ($Y = 10,61 - 0,0705x$, $R^2 = 0,76$, $p < 0,05$).

Selanjutnya, terdapat hubungan yang positif antara persentase fraksi sedimen yang lebih halus (lanau dan lempung) dengan kandungan bahan organik. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 10, hasil regresi antara persentase fraksi sedimen lanau

tampak lebih signifikan ($R^2 = 0,758$) dibandingkan dengan persentase fraksi lempung ($R^2 = 0,078$). Berdasarkan hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin halus ukuran butir sedimen maka, kemampuannya akan semakin besar dalam mengikat bahan organik (Alkautsar dkk., 2022; Dewanti dkk., 2019).

Penelitian ini mengkonfirmasi hubungan negatif antara persentase fraksi pasir dengan kandungan bahan organik. Hasil analisis regresi pada penelitian di perairan Teluk Pacitan ini memiliki koefisien determinasi lebih tinggi ($R^2 = 0,76$) apabila dibandingkan penelitian-penelitian

sebelumnya antara lain yang dilakukan di Pantai Kartini Jepara ($R^2=0,60$) dan Pantai Slamaran Pekalongan ($R^2=0,58$) dengan trend regresi yang sama (Arisa dkk., 2014; Yudha dkk., 2020). Sementara itu hubungan positif antara persentase fraksi lanau dan lempung pada penelitian ini sesuai dengan hasil pada penelitian di perairan Morodemak ($R^2=0,79$) dan perairan Pulau Tikus Bengkulu ($R^2=0,44$) (Alkautsar dkk., 2022; Hakim dkk., 2015).

Faktor lingkungan perairan yang mempengaruhi endapan bahan organik yang tinggi pada sedimen dengan butiran yang lebih halus (lanau dan lumpur) salah satunya adalah arus. Pergerakan arus laut yang lemah menyebabkan partikel-partikel sedimen dengan ukuran butir yang kecil mudah mengendap. Partikel-partikel yang mengendap kebanyakan bersifat organik. Sedimen pasir sedikit mengandung bahan organik dikarenakan memiliki struktur butiran yang lebih besar dari jenis sedimen lanau, kerapatannya rendah, permeabilitas yang tinggi, dan mudah mengalami pencucian akibat pasang surut, sehingga sulit untuk menyimpan bahan organik yang terlarut (Hakim dkk., 2016; Yudha dkk., 2020). Selanjutnya menurut Taqwa dkk., (2014) rendahnya kandungan bahan organik dalam sedimen yang banyak mengandung pasir adalah karena substrat pasir yang partikel dan pori-porinya lebih besar menyebabkan bahan organik mudah terbawa arus atau sulit mengendap, dibandingkan dengan substrat lumpur yang memiliki pori-pori lebih rapat sehingga mudah mengendapkan bahan organik.

Faktor lain yang menyebabkan kandungan bahan organik lebih tinggi adalah deposit dari sisa-sisa biota laut (detritus) benthos yang terakumulasi dalam sedimen. Temuan pada penelitian ini dapat digunakan untuk menduga bahwa kelimpahan benthos dalam sedimen perairan Teluk Pacitan yang terletak jauh dari pantai lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi dekat garis pantai. Hal ini didukung oleh penjelasan Rustam dkk., (2019) dan Yudha dkk., (2020) yang menyebutkan bahwa endapan bahan organik yang terakumulasi dalam sedimen yang didominasi lanau atau lempung berasal dari pecahan batuan dan potongan-potongan kulit serta sisa rangka organisme laut ataupun dari detritus organik daratan yang telah terangkut oleh air maupun angin dan terendapkan di dasar laut dalam kurun waktu yang cukup lama.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sedimen dasar perairan Teluk Pacitan didominasi oleh substrat berpasir dengan rata-rata persentase fraksi sebesar 82,22%. Sementara persentase fraksi lainnya yaitu lanau (41,12%) dan lempung (0,82%). Distribusi spasial substrat berpasir terletak di bagian barat dan sepanjang garis pantai bagian utara teluk, sementara substrat lanau dan lempung tersebar di bagian timur perairan teluk. Jarak dari garis pantai berpengaruh signifikan terhadap kandungan bahan organik dalam sedimen. Lokasi yang dekat dengan garis pantai (0-300 m hingga 301-600 m) cenderung memiliki kandungan bahan organik lebih rendah dibandingkan lokasi yang jauh dari garis pantai. Kandungan bahan organik pada substrat berpasir lebih rendah bila dibandingkan dengan kandungan bahan organik pada sedimen dengan ukuran butir yang lebih halus. Paragraf teks utama setelah paragraf pertama setelah bab/sub-bab/sub-sub-bab.

Daftar Pustaka

- Alkautsar, M. D., Suryono, C. A., & Pratikto, I. (2022). Korelasi antara ukuran butir sedimen non pasir dengan kandungan bahan organik di Perairan Morodemak, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, *11*(3), 391–398.
- Anugrah, D. P., Pribadi, R., & Suryono, S. (2014). Studi ukuran butir dan bahan organik pada Kawasan Mangrove Kelurahan Karanganyar dan Tambakharjo Kota Semarang. *Journal of Marine Research*, *3*(4), 658–666.
- Arisa, R. R. P., Kushartono, E. W., & Atmodjo, W. (2014). Sebaran sedimen dan kandungan bahan organik pada sedimen dasar perairan Pantai Slamaran Pekalongan. *Journal of Marine Research*, *3*(3), 342–350.
- Atmodjo, W. (2010). Sebaran sedimen di Perairan Delta Sungai Bodri, Kendal, Jawa Tengah. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, *15*(1), 53–58.
- Barus, B. S., Munthe, R. Y., & Bernando, M. (2020). Kandungan karbon organik total dan fosfat pada sedimen di perairan muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, *12*(2), 395-406.
- Boggs, S. (1995) Principles of sedimentology and

- stratigraphy. (2nd ed). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Choirudin, I. R., Supardjo, M. N., & Muskananfolo, M. R. (2014). Studi hubungan kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, *3*(3), 168–176.
- Dewanti, N. P., Muslim, & Prihatingsih, W. R. (2019). Analisis kandungan karbon organik total (KOT) dalam sedimen di Perairan Sluke Rembang. *Journal of Oseanography*, *5*(2), 202–210.
- Gemilang, W. A., Wisna, U. J., Rahmawan, G. A., & Dhiauddin, R. (2018). Karakteristik sebaran sedimen Pantai Utara Jawa studi kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, *1*(2), 65–74.
- Hakim, A. R., Muslim, & Makmur, M. (2015). Hubungan ukuran butir sedimen dengan kandungan total organik carbon pada sedimen Perairan Pulau Tikus, Bengkulu. *Journal of Oceanography*, *4*(3), 585–589.
- Hakim, M. A., Martuti, N. K. T., & Irsadi, A. (2016). Estimasi stok karbon mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Life Science*, *5*(2), 87–94.
- Hasriyanti. (2015). Analisis sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir dan nilai sortasi di perairan Pulau Dutungan Kabupaten Barru Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknosains*, *9*(1), 69–80.
- Heiri, O., Lotter, A. F., & Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: Reproducibility and comparability of results.. *Journal of Paleolimnology*, *25*(1), 101–110.
- Hidayah, Z., Rohmah, N. N., & Wardhani, M. K. (2022). Coastal vulnerability study on potential impact of tsunami and community resilience in Pacitan Bay East Java. *Forum Geografi*, *36*(1), 66–79.
- Kalay, D. E., Lopulissa, V. F., & Noya, Y. A. (2018). Analisis kemiringan lereng pantai dan distribusi sedimen Pantai Perairan Negeri Waai Kecamatan Salahutu Provinsi Maluku. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, *14*(1), 10–18.
- Maslukah, 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*(3), 55–62.
- Nugroho, S. H., & Basit, A. (2014). Sediment distribution based on grain size analyses in Weda Bay, Northern Maluku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, *6*(1), 229–240.
- Pambudi, P., & Armi, I. (2022). Identifikasi sedimen Perairan Pantai Sambungo Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Geomatika dan Ilmu Alam*, *1*(1), 16–21.
- Pawitra, M. D., Indrayanti, E., Yusuf, M., & Zainuri, M. (2022). Sebaran sedimen dasar perairan dan pola arus laut di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, *4*(3), 22–32.
- Putra, P. S., & Nugroho, S. H. (2017). Distribusi sedimen permukaan dasar laut Perairan Sumba, Nusa Tenggara Timur. *OLDI: Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, *2*(3), 49–63.
- Rustam, A., Prabawa, F. Y., & Tussadiah, A. (2019). Kualitas perairan Teluk Kayeli, Kabupaten Buru, Propinsi Maluku, Untuk budidaya laut dan wisata bahari. *Jurnal Segara*, *15*(1), 55–65.
- Setyawan, R., Setiyono, H., & Rochaddi, B. (2017). Studi RIP current di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan. *Journal of Oceanography*, *6*(4), 639–649.
- Taqwa, R. N., Muskananfolo, M. R., & Ruswahyuni. (2014). Studi hubungan substrat dasar dan kandungan bahan organik dalam sedimen dengan kelimpahan hewan makrobenthos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, *3*(1), 125–133.
- Wahyuningsih, I., Sugianto, D. N., & Helmi, M. (2012). Analisa perubahan garis pantai di Teluk Pacitan Jawa Timur. *Journal of Oceanography*, *1*(1), 49–57.
- Warsidah, Risiko, R., Saputra, D. W., Muliadi, M., Zibar, Z., & Susiati, H. (2021). Sebaran sedimen berdasarkan analisis parameter ukuran butir di Perairan Muara Sungai Sambas Kalimantan Barat. *Jurnal Geologi Kelautan*, *19*(2), 61–71.
- Yudha, G. A., Suryono, C. A., & Santoso, A. (2020). Hubungan antara jenis sedimen pasir dan kandungan bahan organik di Pantai Kartini, Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, *9*(4), 423–430.
- Zuraida, R., Gerhaneu, N. Y., & Sulistyawan, I. H.

(2018). Karakteristik sedimen pantai dan dasar laut di Teluk Papela, Kabupaten Rote, Provinsi NTT. *Jurnal Geologi Kelautan*, **15**(2), 81–94.

© 2022 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).