

DISTRIBUSI BAHAN ORGANIK DAN FRAKSI SEDIMEN DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG

Alvianita Rika Putri Kusumaningsih^{1*}, Tri Prartono², Alan Frendy Koropitan²,
Mohammad Khotib³, Mochamad Tri Hartanto²

¹Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana-IPB, Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

³Departemen Kimia, FMIPA-IPB, Bogor

*Korespondensi: alvianita42@yahoo.com

(Diterima 21-06-2023; Direvisi 01-02-2024; Disetujui 27-03-2024)

ABSTRAK

Deposisi sedimen di perairan sangat dipengaruhi oleh proses-proses pantai yang menyebabkan variasi karakteristik fisik dan kimiawinya. Penelitian ini mengungkap komposisi ukuran sedimen dan bahan organik di sedimen Teluk Lampung untuk menduga proses deposisi. Analisis fraksi sedimen dilakukan berdasarkan pada American Society for Testing and Materials (ASTM) standards D422-63, sedangkan bahan organik dilakukan dengan menggunakan metode loss on ignition (LOI). Fraksi pasir lanau (75,95-78,73%) dan fraksi lempung (18,27-20,28%) memiliki persentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi pasir (3,00-3,81%). Kandungan organik di sedimen perairan Teluk Lampung berkisar antara 10,67-13,48%. Distribusi fraksi sedimen dan bahan organik di perairan Teluk Lampung tidak berbeda signifikan antar stasiun, yang artinya stasiun yang berada di dekat kepala teluk (TL 1 dan TL 2) memiliki persentase fraksi sedimen dan bahan organik yang tidak berbeda signifikan dengan stasiun yang berada di tengah atau ke arah mulut teluk (TL 3-TL5).

Kata kunci: bahan organik, fraksi sedimen, sedimen, Teluk Lampung

Distribution of Sediment Fractions and Organic Matter in Lampung Bay

ABSTRACT

Sediment deposition in waters is considerably influenced by coastal processes causing variations in their physical and chemical characteristics. This study reveals the size composition of sediments and organic matter in Lampung Bay sediments how deposition processes occur. Analysis of the sediment fraction was carried out based on the American Society for Testing and Materials (ASTM) standards D422-63, while the organic matter was carried out using the loss on ignition (LOI) method. The silt sand fraction (75.95-78.73%) and clay fraction (18.27-20.28%) have a higher percentage than the sand fraction (3.00-3.81%). Then, the organic content in the sediments of Lampung Bay waters ranges from 10.67-13.48%. The distribution of sediment and organic matter fractions in the waters of Lampung Bay was not significantly different between stations, which means that stations near the head of the bay (TL 1 and TL 2) had a percentage of sediment and organic matter fractions that were not significantly different from stations in the middle or towards the mouth of the bay (TL 3-TL5).

Keywords: organic matter, sediment fraction, sediment, Lampung Bay

PENDAHULUAN

Pola distribusi dan tipe sedimen pada perairan dangkal memiliki karakteristik yang berbeda dengan sedimen di laut dalam. Hal ini bergantung pada sumber dan kondisi lingkungan. Proses deposisi dan distribusi fraksi sedimen dipengaruhi oleh faktor oseanografi lingkungan perairan seperti arus dan gelombang (Nugroho dan Basit, 2014). Teluk Lampung merupakan

perairan dangkal dengan kedalaman perairan kurang dari 60 m, dimana arus pasang surut dan arus residu sangat stabil sepanjang tahun dan pola aliran dari arus residu M2 berperan penting dalam *transport* material di perairan Teluk Lampung (Koropitan *et al.*, 2006). Arus bergerak dari Selat Sunda menuju ke arah utara atau masuk ke dalam perairan Teluk Lampung pada saat pasang, sebaliknya arus

bergerak keluar dari perairan Teluk Lampung menuju ke arah selatan yaitu Selat Sunda pada saat surut (Milasari *et al.*, 2021). Tinggi gelombang di perairan Teluk Lampung relatif lemah (Achiari *et al.*, 2021), dan hal ini dapat memberikan pengaruh terhadap distribusi fraksi sedimen.

Sedimen berperan penting dalam dinamika nutrisi ekosistem perairan karena mengandung bahan organik (Yang *et al.*, 2010; Maslukah *et al.*, 2017; Barus *et al.*, 2020). Bahan organik di sedimen permukaan pada wilayah pesisir dapat berasal dari input terestrial atau diproduksi oleh fitoplankton (Lu *et al.*, 2020). Adanya kegiatan antropogenik seperti pemukiman, pelabuhan, rumah tangga, industri serta budidaya perairan dapat memberikan sumbangan bahan organik dalam sedimen (Yoswaty *et al.*, 2021). Bahan organik terutama yang berasal dari sedimen sungai diyakini sebagai sumber hidrokarbon dan berperan penting dalam mengikat unsur-unsur mayor dan *trace element* dalam sedimen (Venkatramanan *et al.*, 2010).

Wilayah pesisir termasuk muara dan teluk merupakan wilayah penting, tidak hanya sebagai produksi pangan, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai rekreasi serta menambah nilai estetika dari suatu wilayah (Lu *et al.*, 2020). Penumpukan bahan organik yang terlalu tinggi di dasar perairan atau sedimen dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dasar perairan (Mufaidah *et al.*, 2016). Tipe sedimen perairan dapat mempengaruhi kandungan bahan organik, dimana sedimen berbutir halus mampu menyerap/ sebagai substrat bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sedimen berbutir kasar (Simanjuntak *et al.*, 2020; Barus *et al.*, 2020; Yoswaty *et al.*, 2021). Sehingga, kajian terkait dengan lingkungan perairan penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengkaji distribusi fraksi sedimen dan bahan organik di sedimen perairan Teluk Lampung.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di perairan Teluk Lampung pada tanggal 13 November 2021 5 stasiun pengambilan sampel (Gambar 1). Stasiun TL 1 terletak pada kedalaman sekitar 11,9 m, stasiun TL 2 terletak pada kedalaman sekitar 24,1 m, stasiun TL 3 terletak pada kedalaman sekitar 27,3 m, stasiun TL 4 terletak pada kedalaman sekitar 23 m, dan stasiun TL 5 terletak pada kedalaman sekitar 22,3 m dan stasiun TL 6 yang terletak pada kedalaman sekitar 33,4 m (Tabel 1). Pemilihan titik pengambilan sampel dilakukan dari kepala teluk menuju ke arah mulut teluk, hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fraksi sedimen dan bahan organik di sedimen perairan Teluk Lampung, dari dekat pantai, tengah, hingga ke mulut teluk.

Analisis Fraksi Sedimen

Analisis fraksi sedimen dilakukan dengan metode *sieving* dengan menggunakan ayakan ABM *test sieve analysis* sesuai dengan *American Society for Testing and Materials (ASTM) standards D422-63* (2002). Sedimen diklasifikasikan berdasarkan 3 fraksi yaitu fraksi pasir (2-0,06 mm), fraksi lanau (0,06-0,002 mm), dan fraksi lempung (<0,002 mm). Metode ini diawali dengan mengeringkan sampel sedimen pada suhu $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230\pm 10^{\circ}\text{F}$) dengan menggunakan oven hingga massa sampel konstan. Kemudian sampel sedimen yang telah dikeringkan tersebut gerus dengan menggunakan mortar dan selanjutnya diayak dengan menggunakan ukuran pori 2-0,06 mm, 0,06-0,002 mm dan <0,002 mm. Sedimen yang telah diayak akan terpisah sesuai dengan klasifikasi fraksi yang telah ditentukan dan kemudian ditimbang.

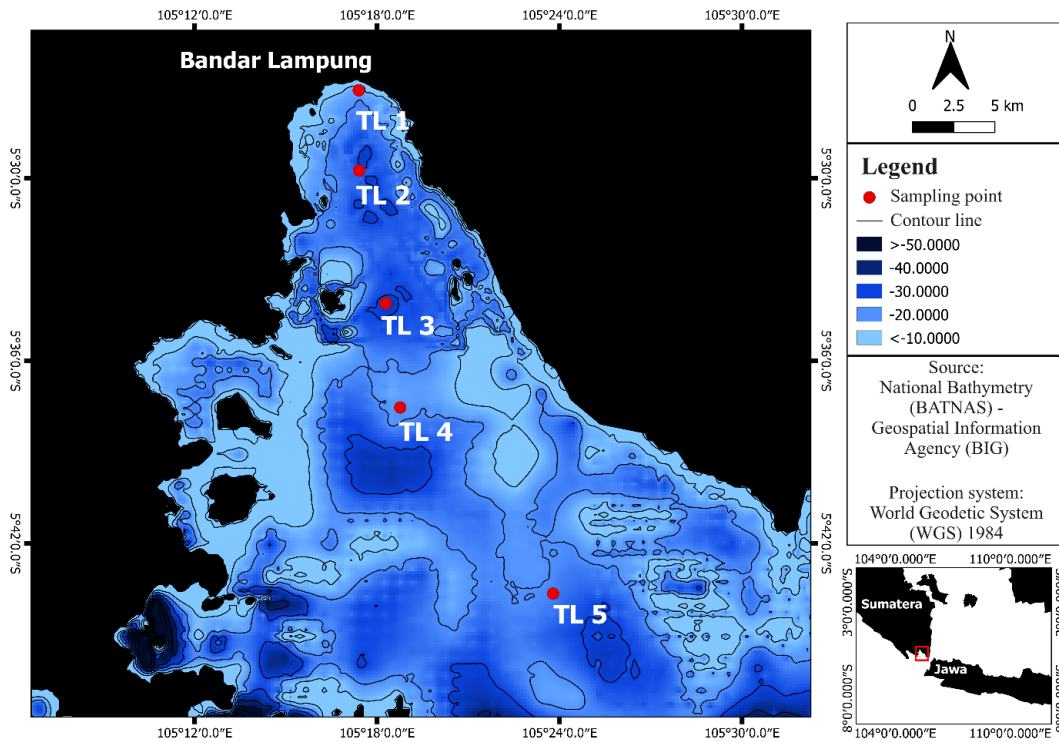


Figure 1. Map of sampling locations in Lampung Bay.
 Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Teluk Lampung.

Tabel 1. Data koordinat dan kedalaman pada tiap stasiun pengambilan sampel sedimen di perairan Teluk Lampung

Table 1. Coordinate and depth data at each sediment sampling station in the waters of Lampung Bay

Station	Coordinate		Depth (m)
	Longitude (°)	Latitude (°)	
TL 1	105°17'23.64"E	5°27'6.59"S	11.9
TL 2	105°17'24.29"E	5°29'45.02"S	24.1
TL 3	105°18'16.67"E	5°34'6.42"S	27.3
TL 4	105°18'45.47"E	5°37'31.98"S	23.0
TL 5	105°23'47.07"E	5°43'38.93"S	22.3

Analisis Bahan Organik

Pada penelitian ini analisis bahan organik dilakukan dengan menggunakan metode *Loss on Ignition* (LOI) berdasarkan pada *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) *Designation: T 267-86* (2008) dan Bensharada *et al.* (2022). Pada tahap pertama analisis LOI, sebanyak 30 g sampel sedimen dioven pada suhu 110±5°C hingga

berat konstan dan ditimbang beratnya (Wo). Selanjutnya, sedimen ditanur pada suhu 550°C hingga massa konstan dan ditimbang beratnya (Wt). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai %LOI adalah sebagai berikut (Howard *et al.*, 2014).

$$\%LOI = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksi Sedimen

Analisis sedimen menghasilkan tiga fraksi berdasarkan pada analisis ukuran butir *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) yaitu pasir (2-0,06 mm), lanau (0,06-0,002 mm) dan lempung (<0,002 mm). Distribusi fraksi sedimen tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar stasiun (Gambar 2). Komposisi sedimen pada stasiun dekat dengan kepala teluk hingga stasiun ke arah mulut teluk memiliki persentase yang hampir sama. Fraksi sedimen permukaan secara umum menunjukkan bahwa fraksi lanau lebih dominan dibandingkan dengan fraksi

lempung dan fraksi pasir. Fraksi pasir berkisar antara 3,00-3,81%, fraksi lanau berkisar antara 75,95-78,73% dan fraksi lempung berkisar antara 18,27-20,28% (Gambar 3). Berdasarkan pada segitiga tekstur tanah *United States Department of Agriculture* (USDA), sedimen perairan Teluk Lampung secara umum diklasifikasikan sebagai lempung berdebu (*silt loam*). Barus et al. (2018) melakukan penelitian fraksi sedimen pada wilayah bagian Timur Teluk Lampung, secara umum fraksi sedimen bervariasi dari pasir sangat kasar hingga lumpur halus di semua stasiunnya, tetapi komposisinya tidak seragam dan komposisi lumpur tertinggi terdapat pada stasiun yang terletak di dekat muara sungai.

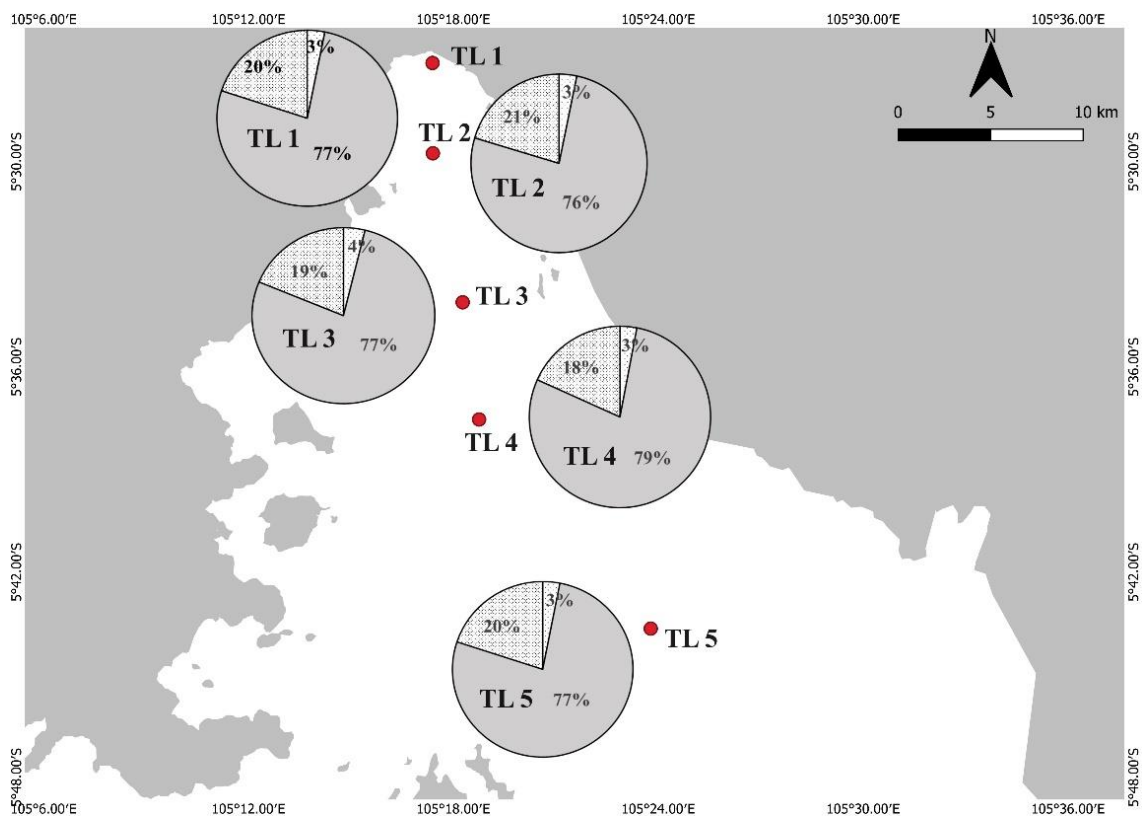


Figure 2. Sediment fraction composition based on observation location in Lampung Bay sediments.

Gambar 2. Komposisi fraksi sedimen berdasarkan lokasi pengamatan di sedimen Teluk Lampung.

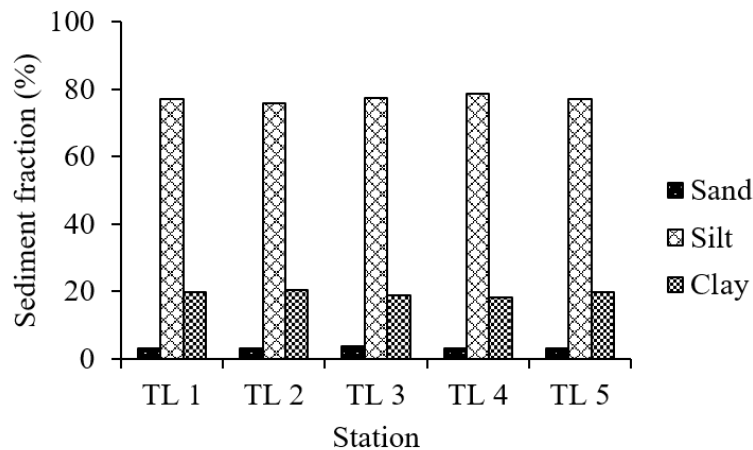


Figure 3. Sand fraction (2-0.06 mm), silt fraction (0.06-0.002 mm), clay fraction (<0.002), in sediments in Lampung Bay.

Gambar 3. Fraksi pasir (2-0,06 mm), fraksi lanau (0,06-0,002 mm), fraksi lempung (<0,002), pada sedimen di Teluk Lampung.

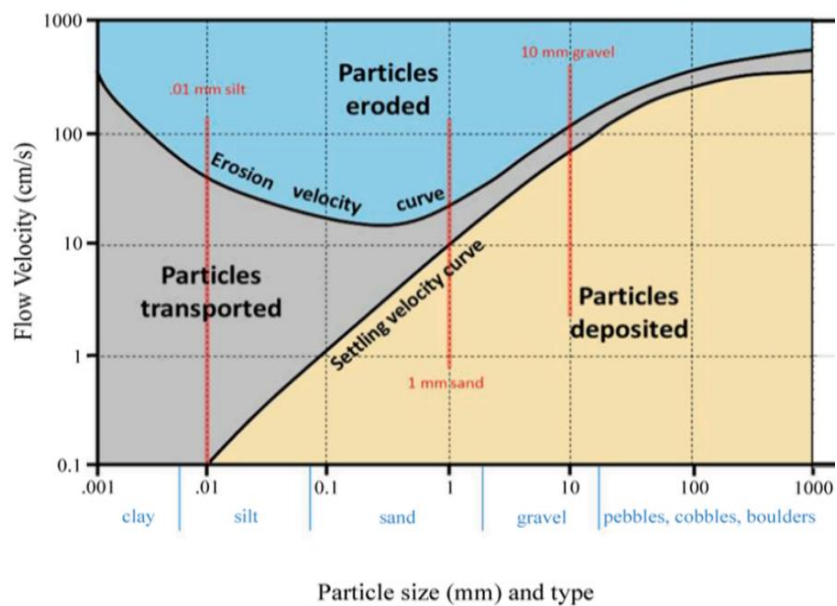


Figure 4. The Hjulstrom curve is the relationship between erosion, transport and sediment deposition in water flows (Crawford et al., 2022).

Gambar 4. Kurva hjulstrom hubungan antara erosi, transportasi, dan deposisi sedimen pada aliran air (Crawford et al., 2022).

Fraksi sedimen pada stasiun TL 1 hingga TL 5 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar stasiunnya. Berdasarkan kurva hjulstorm (Gambar 4), fraksi lanau dan lempung yang tinggi diperkirakan terdeposisi pada kecepatan arus <1 cm/s. Sehingga, diperkirakan proses deposisi sedimen di perairan Teluk Lampung terjadi

pada kecepatan arus <1 cm/s. Arus, gelombang dan pasang surut dapat memberikan pengaruh terhadap persebaran serta jenis dari sedimen di suatu wilayah perairan. Sedimen halus umumnya diendapkan pada arus dan gelombang yang tenang. Arus permukaan dominan di perairan Teluk Lampung dihasilkan oleh

pasang surut dengan persentase arus pasang surut sebesar 89,09 % dengan kecepatan arus maksimum 0,168 m/s dan arus minimum 0,017 m/s, arus bergerak dari Selat Sunda menuju ke arah utara atau masuk ke dalam perairan Teluk Lampung pada saat pasang dan arus bergerak keluar dari perairan Teluk Lampung menuju ke arah selatan yaitu Selat Sunda pada saat surut (Gambar 5) (Milasari *et al.*, 2021). Pada saat surut, sedimen yang berada di dekat kepala teluk dapat terbawa ke arah luar teluk, sedangkan pada saat pasang dapat membawa material yang berasal dari Sunda Sunda dan yang berada di mulut teluk untuk dapat masuk ke dalam perairan Teluk Lampung.

Arus residu M2 dapat berperan dalam transpor material untuk kurun waktu yang panjang (Koropitan *et al.*, 2006). Proses deposisi sedimen dipengaruhi oleh arus yang berada di dekat dasar perairan dibandingkan dengan kecepatan arus di permukaan (Gambar 6), kecepatan arus residu M2 maksimum di dekat dasar perairan adalah 0,0455 m/s (4,5 cm/s) dan pada stasiun pengambilan sampel memiliki kecepatan arus yang kurang dari 4,5 cm/s. Pola arus residu M2 berpengaruh terhadap

proses deposisi sedimen, hal ini dikarenakan pola ini akan terjadi secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang. Pola arus residu M2 ini akan stabil sepanjang tahun karena arus pasang surut juga stabil (Koropitan *et al.*, 2010). Arus residu M2 merupakan arus yang disebabkan oleh arus pasang surut yang tidak linier dalam kaitannya dengan geometri batas horizontal dan topografi dasar dan pada perairan Teluk Lampung konstanta M2 memiliki amplitudo tertinggi dibandingkan dengan konstanta pasut lainnya (Koropitan *et al.*, 2010).

Kajian model simulasi karakteristik gelombang untuk perairan di dalam Teluk Lampung termasuk lemah dengan tinggi gelombang 0 – 1,25 m (Achiari *et al.*, 2021). Pada musim hujan maupun musim kemarau gelombang di Teluk Lampung dipengaruhi oleh tinggi gelombang dari Samudera Hindia. Tinggi gelombang perairan yang relatif lemah diperkirakan karena banyaknya pulau-pulau kecil sebagai pemecah gelombang alami yang berada di muara dan di dalam Teluk (Achiari *et al.*, 2021). Lemahnya gelombang memungkinkan untuk sedimen dengan fraksi halus dapat terdeposisi.

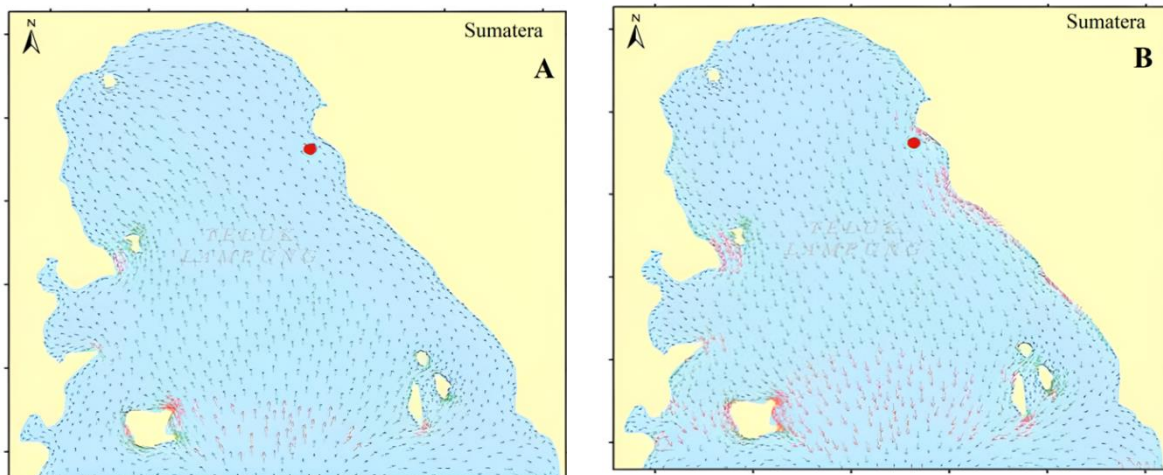


Figure 5. Current patterns during (a) highest tide and (b) lowest ebb (Milasari *et al.*, 2021).
Gambar 5. Pola arus pada saat (a) pasang tertinggi dan (b) surut terendah (Milasari *et al.*, 2021).

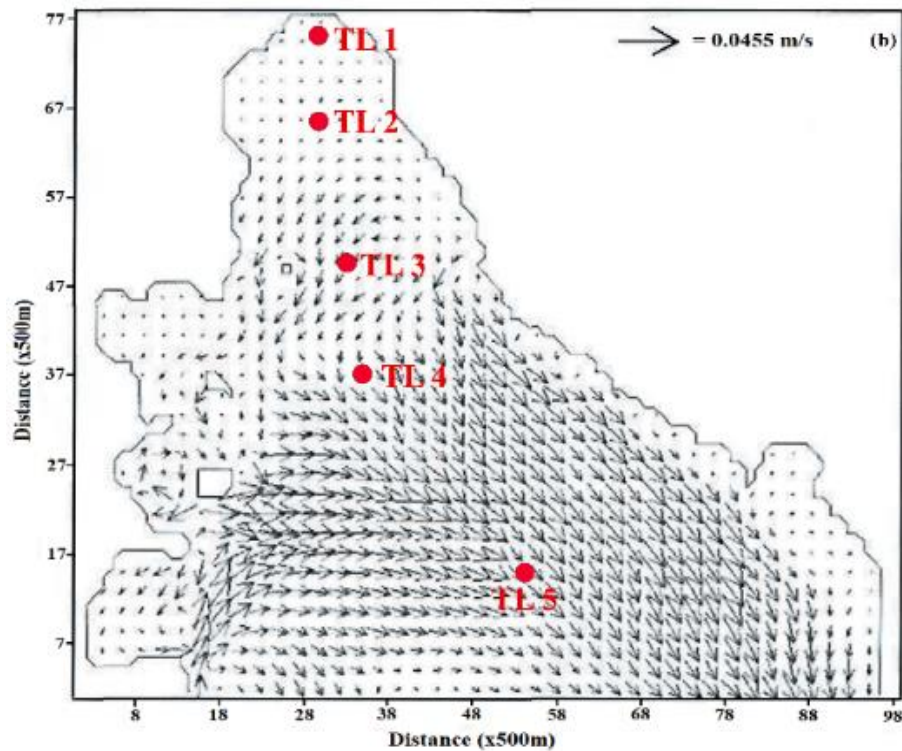


Figure 6. Current pattern of residual M2 layers near the bottom of the waters (Koropitan et al., 2006) and depiction of sediment sampling stations in Lampung Bay.

Gambar 6. Pola arus residu M2 lapisan di dekat dasar perairan (Koropitan et al., 2006) dan penggambaran stasiun pengambilan sampel sedimen di Teluk Lampung.

Bahan Organik

Kandungan bahan organik di sedimen permukaan berkisar antara 10,67-13,48%, dimana kandungan bahan organik yang diperoleh pada stasiun TL 1 yaitu 12,24%, stasiun TL 2 yaitu 13,48%, stasiun TL 3 yaitu 12,20%, stasiun TL 4 yaitu 10,67% dan stasiun TL 5 yaitu 10,72% (Gambar 7). Stasiun yang berada di dekat kepala teluk (TL 1 – TL 3) memiliki kandungan bahan organik sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang berada di tengah dan ke arah mulut teluk (TL 4 dan TL 5). Berdasarkan pada batimetri Teluk Lampung (Gambar 1) terdapat *small basin* yang terletak di dekat kepala teluk, sehingga diperkirakan tingginya bahan organik pada stasiun TL 2 dan TL 3 dipengaruhi oleh adanya *small basin* tersebut.

Bahan organik merupakan akumulasi partikel organik dalam sedimen yang dapat

berasal dari inputan terestrial. Bahan organik yang masuk ke dalam lingkungan perairan melalui *run off* dan aliran sungai dapat meningkat akibat sumbangan dari aktivitas antropogenik (Yoswaty et al., 2021). Pada umumnya, fraksi sedimen halus dapat menjerap bahan organik lebih banyak dibandingkan dengan fraksi pasir, hal ini disebabkan karena fraksi sedimen halus memiliki luas permukaan spesifik yang lebih besar (Khan et al., 2020). Keterkaitan kandungan bahan organik dan ukuran sedimen sangat penting untuk memahami proses fisik yang mengontrol akumulasi dan pengawetan karbon (Hussain dan Al-Ramadan, 2022). Keberadaan bahan organik di suatu perairan bergantung terhadap pola oseanografi seperti pasang surut yang dapat menghasilkan arus yang menggerakkan massa air serta membawa material padatan tersuspensi (Haryono et al., 2020). Kecepatan arus minimum pada

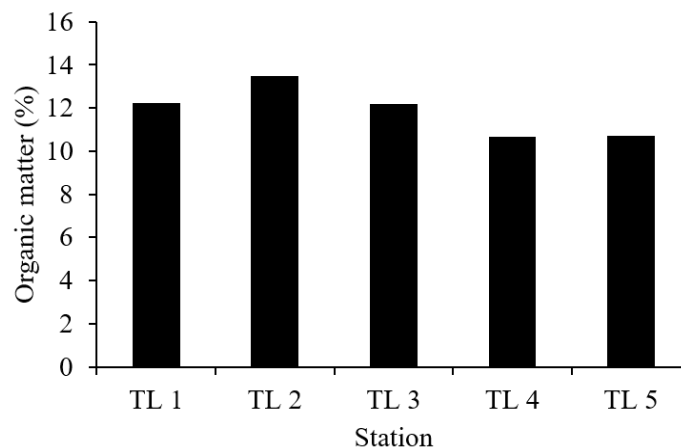


Figure 7. Organic material content in the sediments of Lampung Bay waters.

Gambar 7. Kandungan bahan organik di sedimen perairan Teluk Lampung.

perairan Teluk Lampung pada musim peralihan II diperkirakan sebesar 0,017 m/s (1,7 cm/s) (Milasari *et al.*, 2021), pada kecepatan tersebut dapat menyebabkan *transport* sedimen dan bahan organik. Selain dapat memindahkan partikel sedimen, arus juga dapat menyebabkan perpindahan dari bahan organik yang berada di perairan Teluk Lampung.

KESIMPULAN

Secara umum distribusi fraksi sedimen dan bahan organik di perairan Teluk Lampung relatif seragam dari stasiun dekat dengan kepala teluk hingga ke stasiun yang berada di tengah dan ke arah mulut teluk. Secara umum fraksi sedimen berbutir halus lebih dominan dibandingkan dengan fraksi sedimen berbutir kasar. Berdasarkan pada fraksi sedimen tidak menunjukkan perbedaan komposisi fraksi sedimen yang signifikan dari stasiun TL 1 hingga TL 5 sehingga diperkirakan proses deposisi sedimen yang terjadi dipengaruhi oleh proses yang relatif sama antar stasiunnya. Stasiun TL 1 hingga TL 3 memiliki kandungan bahan organik yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun TL 4 dan TL 5, hal ini diperkirakan karena letak stasiun tersebut dekat dengan sungai, pemukiman dan aktivitas masyarakat. Adany *small basin*

yang terletak di stasiun TL 2 dan TL 3 diperkirakan juga menjadi penyebab adanya perbedaan kandungan bahan organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Peneliti Teluk Lampung program *Matching Fund* Kedaireka Tahun 2021 yang didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achiari, H., N. Nurisman, A.L. Ahmad, dan E. Setiawati. 2021. The coastal hydrodynamics analysis in the Lampung Bay. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 830: 1-12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012037>
- Barus, B.S., R.Y Munthe, dan M. Bernado. 2020. Kandungan karbon organik total dan fosfat pada sedimen di perairan muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12: 395-406. <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.28211>

- Bensharada, M., R. Telford, B. Stern, dan V. Gaffney. 2022. Loss on ignition versus thermogravimetric analysis: a comparative study to determine organic matter and carbonate content in sediments. *J Paleolimnol.* 67: 191-197. <https://doi.org/10.1007/s10933-021-00209-6>
- Crawford, E.B., B.K. Arbic, N.D. Sheldon, J.K. Ansong, dan P.G. Timko. 2022. Investigating the behavior of mid-Archean tides and potential implications for biogeochemical cycling. *Precambrian Research.* 380: 1-17.
- Haryono, F.E.D., Z.Y. Illahi, dan R. Dewi. 2020. Investigation of total organic matter [TOM] content during high and low water in inter-tidal zone sediment at Teluk Penyau Coast, Cilacap, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 746: 1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/746/1/012030>
- Howard, J., S. Hoyt, K. Isensee, M. Telszewski, dan E. Pidgeon. 2014. Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses (eds. ed.). Arlington, Virginia, USA: Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature.
- Hussain, A. dan K. Al-Ramadan. 2022. Organic Matter Burial in Deep-Sea Fans: A Depositional Process-Based Perspective. *Journal of Marine Science and Engineering.* 10: 1-15. <https://doi.org/10.3390/jmse10050682>
- Khan, W.R., S.Z. Zulkifli, M.R.M. Kasim, M. Zimmer, A.M. Pazi, N.A. Kamrudin, F. Rasheed, Z. Zafar, R. Mostapa, dan M. Nazre. 2020. Risk assessment of heavy metal concentrations in sediments of Matang Mangrove Forest Reserve. *Tropical Conservation Science.* 0: 1-12. <https://doi.org/10.1177/1940082920933122>
- Koropitan, A.F., S. Hadi, dan I.M. Radjawane. 2006. Three-Dimensional simulation Of Tidal Current In Lampung Bay Diagnostic Numerical Experiments. *Remote Sensing and Earth Sciences.* 3: 41-50.
- Lu, X., F. Zhou, F. Chen, Q. Lao, Q. Zhu, Y. Meng, dan C. Chen. 2020. Spatial and seasonal variations of sedimentary organic matter in a subtropical bay: implication for human interventions. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17:1-20. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041362>
- Maslukah, L., S.Y. Wulandari, dan A. Yasrida. 2017. Rasio Organik Karbon Terhadap Fosfor Dalam Sedimen Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina.* 6: 39-45.
- Milasari, A.,D.H. Ismunarti, E. Indrayanti, F. Muldiyatno, A. Ismanto, dan A. Rifai. 2021. Model Arus Permukaan Teluk Lampung pada Musim Peralihan II dengan Pendekatan Hidrodinamika. *Buletin Oseanografi Marina.* 10: 259-268. <https://doi.org/10.14710/bulomaa.v10i3.38293>
- Mufaidah, Z., Supriharyono, dan M.R. Muskananfola. 2016. Hubungan kandungan bahan organik dengan total bakteri di sedimen muara Sungai Wisu, Jepara. *Management of Aquatic Resources.* 5: 265-274.
- Nugroho, S.H. dan A. Basit. 2014. Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara.

- Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6: 229-240.
- Periakali, P., S. Eswaramoorthi, dan S. Subramanian. 1999. Deposition, Degradation and Preservation of Organic Carbon in the Pulicat Lake, Tamil Nadu, East Coast of India: Preliminary Results. Volume 53 (2).
- Simanjuntak, S.L., M.R. Muskananfolo, dan W.T. Taufani. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobentos di muara Sungai Jajar, Demak. *Journal of Marqueres*. 7(4): 423:430.
- Venkatramanan, S., T. Ramkumar, dan A. Mary. 2010. Textural characteristics
- Yoswaty, D., B. Amin, Nursyirwani, H. Winanda, D.D. Sianturi, dan A. Lestari A. 2021. Analysis of organic matter content in water and sediment in the coastal waters of Bengkalis Island, Riau Province. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 934: 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/934/1/012055>
- and organic matter distribution patterns in Tirumalairajanar river Estuary, Tamilnadu, East Coast of India. *International Journal of Geomatics and Geosciences*.1: 552-562.
- Yang, X., B. Xiong, dan M. Yang. 2010. Relationships among Heavy Metals and Organic Matter in Sediment Cores from Lake Nanhu, an Urban Lake in Wuhan, China. *Jurnal of Freshwater Ecology*. 25: 243-249. <https://doi.org/10.1080/02705060.2010.9665074>