

KARAKTERISTIK UKURAN BUTIR SEDIMEN DI KEPESISIRAN PARANGTRITIS YOGYAKARTA

Bachtiar W. Mutaqin^{1*}, Anisa Octa Nur'aini¹, Fabia Hulwa Shelvia Putri¹

¹Coastal and Watershed Research Group, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada 55281, Yogyakarta, Indonesia

*Email Koresponden: mutaqin@ugm.ac.id

Diterima: 02-01-2025, Revisi: 25-01-2025, Disetujui: 31-01-2025

©2025 Universitas Hamzanwadi

Abstrak. Kepesisiran Parangtritis memiliki karakteristik yang unik karena adanya kombinasi proses geomorfologi yang kompleks antara proses vulkanik, fluvial, aeolian dan marin. Oleh karena itu, informasi spasial ukuran butir sedimen sangat diperlukan untuk memberikan gambaran asal sedimen, proses transportasi, deposisi sedimen, serta menganalisis faktor-faktor yang berperan dalam distribusi sedimen di kepesisiran Parangtritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara multivariat komposisi sedimen di wilayah kepesisiran Parangtritis. Sebanyak 20 sampel diambil secara *purposive* di sepanjang kepesisiran Parangtritis. Data dari setiap lokasi pengambilan sampel kemudian dianalisis di laboratorium menggunakan *sieve shaker* untuk mengetahui kondisi fisik sedimen dan material yang terlibat dalam pengendapan sedimen. Analisis granulometri dilakukan menggunakan metode statistik dengan perangkat lunak Gradistat untuk mendapatkan nilai *mean*, sortasi, *skewness*, dan kurtosis. Metode statistik untuk menganalisis sedimen sangat membantu untuk memahami dan mengetahui perubahan faktor energi dan fluiditas, yang berhubungan erat dengan berbagai proses sedimentasi dan tatanan pengendapan. Secara umum, karakteristik ukuran butir di kepesisiran Parangtritis didominasi oleh pasir medium (*medium sand*) dan pasir halus (*fine sand*), tersortasi sedang (*moderately sorted*) hingga tersortasi dengan sangat baik (*very well sorted*), kemencengan condong sangat halus (*very fine skewed*) hingga condong sangat kasar (*very coarse skewed*), dan *platykurtic* hingga *very leptokurtic*. Proses sedimen dan pengaturan pengendapan di lokasi kajian didominasi oleh lingkungan gisik dan endapan gisik serta endapan laut dangkal disertai proses turbiditas yang lebih dominan dibandingkan proses fluvial.

Kata kunci: granulometri; distribusi; sedimen; penilaian multivariat; Parangtritis

Abstract. Parangtritis coastal areas have unique characteristics due to a combination of complex geomorphological processes between volcanic, fluvial, aeolian, and marine processes. Therefore, spatial information on sediment grain size is essential to provide an overview of sediment origin, transportation process, sediment deposition, and to analyze factors that play a role in sediment distribution in the Parangtritis coastal areas. This study aims to multivariately assess the coastal sediment composition in the coastal area of Parangtritis. A total of 20 samples were collected *purposively* along the Parangtritis coastal area. Data from each sampling location were then analyzed in the laboratory using a sieve shaker to determine the physical condition of the sediments and the materials involved in the deposition of sediments. Granulometric analysis was performed using statistical methods with Gradistat software to obtain the mean, skewness, sorting, and kurtosis values. The statistical method of linear discriminant analysis (LDA) for analyzing sediment is very helpful for understanding and figuring out changes in energy and fluidity factors, which are closely connected to different sedimentary processes and depositional settings. In general, the grain size characteristics of the Parangtritis coastal area are dominated by medium sand and fine sand, moderately sorted to very well sorted, very fine skewed to very coarse skewed, and platykurtic to very leptokurtic. Sedimentary processes and depositional arrangements at the study site are dominated by the beach/littoral environment and shallow marine environments with turbidity processes are more dominant than fluvial processes.

Keywords: granulometry; distribution; sediment; multivariate assessment; Parangtritis

PENDAHULUAN

Kompleks Parangtritis terbagi menjadi empat satuan geologi: Aluvium, Endapan Vulkanik Muda Gunung Merapi (keduanya berumur Holosen), Formasi Wonosari dari Pliosen, dan Formasi Nglanggran dari Miosen (Rahardjo *et al.*, 1977; Alwi & Mutaqin 2022). Aluvium tersusun dari material

lempung dan kerikil hasil pelapukan material batuan di sekitarnya (Idral *et al.*, 2003), sedangkan endapan vulkanik muda Gunung Merapi tersusun dari ekstrusi lava (PGSP, 2016). Aluvium dapat ditemukan di Parangtritis bagian barat, sedangkan endapan vulkanik muda Merapi dapat ditemukan di Parangkusumo (Rahardjo *et al.*, 1977; Idral *et al.*, 2003; PGSP, 2016).

Formasi Wonosari tersusun atas material batugamping berlapis, sedangkan Formasi Nglanggran tersusun atas material breksi vulkanik dan aglomerat (Surono, 2009). Formasi Nglanggran dan Wonosari terdapat di perbukitan sebelah timur Parangtritis. Bentuklahan di Parangtritis secara umum terdiri atas bentuklahan proses fluvial khususnya di bagian barat, bentuk lahan proses marin di bagian selatan, bentuklahan proses angin di bagian tengah, dan bentuklahan proses solusional di bagian timur (PGSP 2016; Alwi & Mutaqin 2022). Berbagai macam material sedimen tersebut terendapkan dengan baik di wilayah darat, pantai, dan sebagian masuk ke dalam perairan di sekitarnya serta dapat memengaruhi ekosistem kepesisiran. Di sisi lain, distribusi besar butir sedimen sangat dipengaruhi oleh jenis dan keberadaan material sumber sedimen dan proses yang terjadi di mana material sedimen tersebut terbawa (Friedman & Sanders, 1978; Putra & Nugroho, 2017; Mutaqin *et al.*, 2024). Analisis besar butir sedimen selain dilakukan untuk identifikasi tipe sedimen dan distribusinya, juga dapat digunakan untuk mengetahui dinamika dan kondisi energi lingkungan pengendapannya (Carranza-Edwards *et al.*, 2005; Opreanu *et al.*, 2007; Putra & Nugroho, 2017; Randa *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024).

Wilayah kepesisiran Parangtritis mempunyai karakteristik yang unik apabila dibandingkan dengan kepesisiran lainnya. Hal tersebut dikarenakan adanya gabungan berbagai macam proses geomorfologi yang berpotensi mengendapkan sedimen (Rahardjo *et al.*, 1977; Idral *et al.*, 2003; Surono, 2009; PGSP, 2016; Alwi & Mutaqin, 2022). Proses pengendapan sedimen dapat diperkirakan melalui penyebaran ukuran butir sedimen (Mutaqin *et al.*, 2024). Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian terkait analisis distribusi ukuran butir untuk memberikan penjelasan tentang perubahan spasial, proses pengendapan, karakteristik lingkungan sedimen, distribusi ukuran butir, proses sortasi, dan mengidentifikasi sumber sedimen suspensi (Cheng *et al.*, 2004; Le Roux & Rojas, 2007; Purkait, 2010; Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho, 2017; Mutaqin *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024).

Analisis perubahan spasial dalam parameter ukuran butir, seperti rata-rata, sortasi, *skewness*, dan kurtosis, merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk identifikasi jalur transportasi sedimen dengan menggunakan metode analisis granulometri (Putra & Nugroho, 2017; Randa *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024). Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menafsirkan sebaran, mekanisme pengangkutan, dan pengendapan sedimen di suatu kawasan (Putra & Nugroho, 2017; Korwa *et al.*, 2013; Mutaqin *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024). Parameter ukuran butir telah berhasil digunakan pada berbagai lingkungan pengendapan sedimen. Cheng *et al.* (2004) menjelaskan penggunaan analisis tren ukuran butir pada area yang berskala besar, seperti pada landas kontinen. Dalam praktiknya, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain adalah metode pengambilan sampel dan kepadatan sampel, pilihan tipe tren ukuran butir, bobot relatif parameter ukuran butir, dan interpretasi hasil (Le Roux & Rojas, 2007). Selain itu, kriteria utama untuk pengembangan distribusi normal adalah tidak adanya fraksi yang miring dan konsentrasi fraksi berukuran sedang dan sempit dalam distribusi ukuran butir akhir (Purkait, 2010).

Distribusi ukuran butir sedimen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis agen transportasi, gelombang, pasang surut, angin lokal, dan badai episodik, yang masing-masing memiliki karakteristik spasial dan temporal sendiri (Liu *et al.*, 2000; Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho, 2017; Mutaqin *et al.*, 2024). Faktor oseanografi yang berperan dalam distribusi sedimen di suatu perairan salah satunya adalah arus, khususnya terhadap sedimen tersuspensi (*suspended sediment*) (Darlan, 1996; Nugroho & Basit, 2014; Purnawan *et al.*, 2015). Secara umum, pola distribusi sedimen dasar laut didominasi oleh ukuran lempung – pasir dan lebih didominasi oleh kecepatan arus (Nugroho & Basit, 2014). Perubahan pola tekstur yang menunjukkan perbedaan fisik sedimen merupakan hasil interaksi antara proses pengendapan dan aktivitas laut, sehingga kelimpahan pasir kasar hingga sedang menunjukkan proses umum pengendapan sedimen yang diendapkan pada energi sedang hingga rendah (Nugroho & Putra, 2018).

Pada daerah dengan turbulensi tinggi, fraksi yang memiliki kenampakan makroskopis seperti kerikil dan pasir akan lebih cepat mengendap dibandingkan fraksi yang berukuran mikroskopis seperti lumpur. Mekanisme distribusi sedimen ini sangat tergantung dari dua faktor yang saling bergantung yaitu penyortiran hidrolis (*hydrolic sorting*) dan pengendapan (Wenno & Witasari, 2001; Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho, 2017). Respon sedimen terhadap kedua faktor tersebut berbeda-beda sesuai dengan besarnya ukuran butir (Nugroho & Basit, 2014; Mutaqin et al., 2024).

Kepesisiran Parangtritis memiliki karakteristik yang unik karena adanya kombinasi proses geomorfologi yang kompleks antara proses vulkanik, fluvial, aeolian, dan marin. Hingga saat ini, belum ada informasi terkait dengan karakteristik ukuran butir sedimen dan analisis detil turunannya. Di sisi lain, informasi spasial ukuran butir sedimen sangat diperlukan untuk memberikan gambaran asal sedimen, proses transportasi, deposisi sedimen, serta menganalisis faktor-faktor yang berperan dalam distribusi sedimen di kepesisiran Parangtritis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan granulometri sedimen secara spasial sehingga dapat memberikan gambaran sumber sedimen, proses transportasi, dan deposisi sedimen, serta menganalisis faktor-faktor yang berperan dalam distribusi sedimen di kepesisiran Parangtritis.

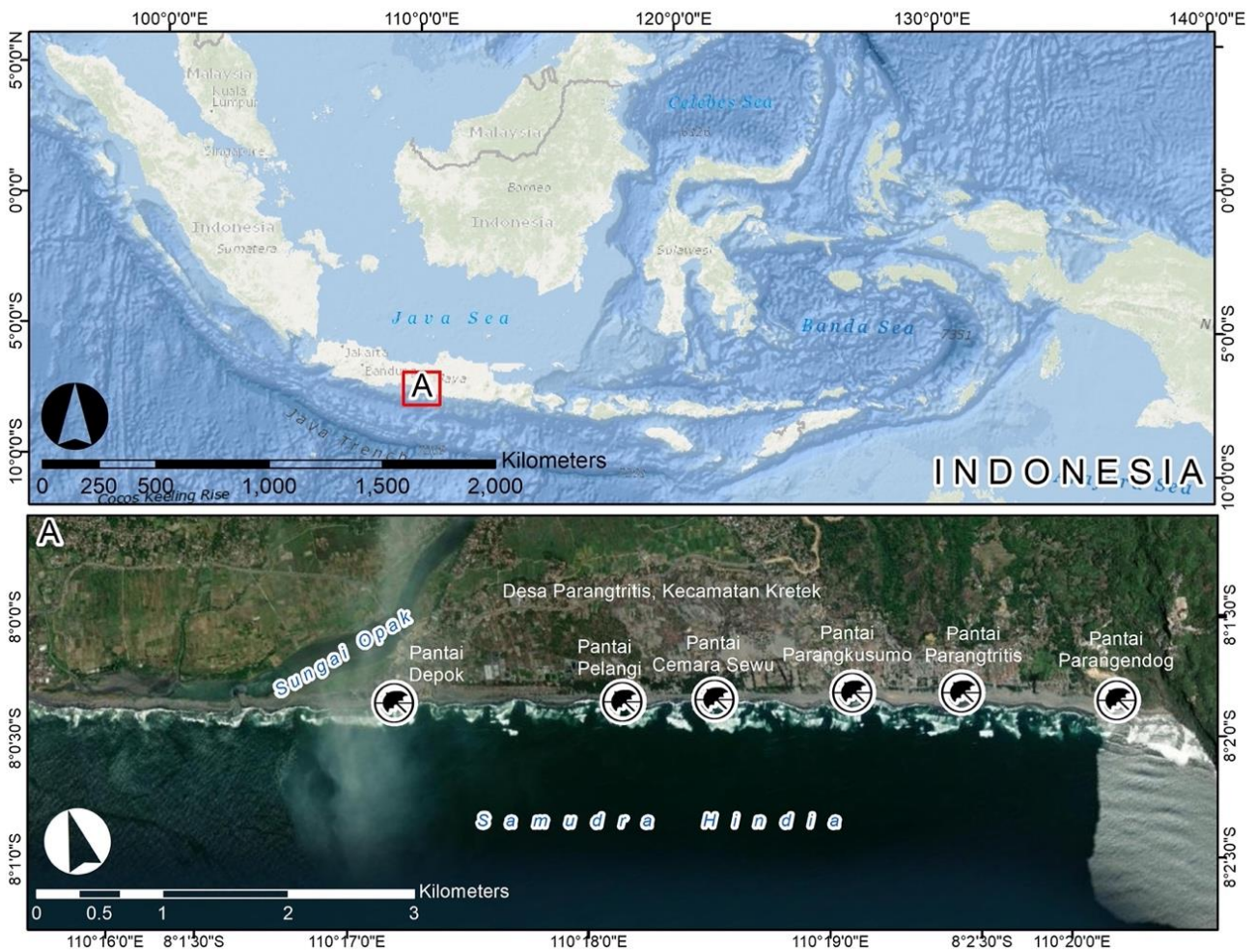
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kepesisiran Parangtritis (**Gambar 1**) dan sebanyak 20 sampel dikumpulkan secara purposif di sepanjang kepesisiran Parangtritis. Data dari tiap lokasi pengambilan sampel kemudian dianalisis di laboratorium. Sampel sedimen dikeringkan terlebih dahulu lalu setiap sampel diambil 100 gram untuk diayak. Selanjutnya sedimen tersebut dipisahkan berdasarkan ukuran butirnya dengan menggunakan *sieve shaker* yang memiliki diameter mata ayakan 0,5; 0,3; 0,21; 0,15; 0,105; 0,075 mm untuk mengetahui kondisi fisik dari sedimen serta material yang turut dalam penyusunan sedimen tersebut. Sedimen yang tertinggal pada masing masing ayakan ditimbang dan hasilnya dianalisis menggunakan metode statistik dengan perangkat lunak Gradistat untuk memperoleh nilai *mean*, *skewness*, sortasi, dan kurtosis (Blott & Pye, 2001).

Parameter *mean* atau rata-rata ukuran butir sedimen menunjukkan ciri energi pengendapan oleh agen transpor sedimen (Persamaan 1). Sortasi merupakan penyebaran ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata yang menunjukkan keanekaragaman ukuran butir, tipe dan karakteristik, serta lamanya sedimentasi dari suatu sedimen (Persamaan 2). *Skewness* adalah penyimpangan distribusi ukuran butir terhadap distribusi normal (Persamaan 3). Kurtosis atau keruncingan (Persamaan 4) menunjukkan kedataran maupun kepuncakan dari distribusi dalam perbandingan kepada distribusi normal (Mutaqin et al., 2024).

Hasil yang diperoleh diklasifikasikan berdasarkan distribusi ukuran butir menurut metode Folk & Ward (1957) untuk sortasi, kemencengan, dan kurtosis (Tabel 1). Parameter *mean* diklasifikasikan menggunakan modifikasi dari Udden (1914) dan Wenworth (1922) yang diadopsi dalam program Gradistat. Analisis deskriptif dilakukan untuk membandingkan perbedaan ukuran butir sedimen di sepanjang kepesisiran Parangtritis, serta faktor-faktor yang dapat memengaruhinya.

Metode statistik analisis diskriminan linier digunakan untuk memahami dan mengetahui perubahan faktor energi dan fluiditas, yang terkait erat dengan berbagai proses sedimen dan pengaturan pengendapan (Sahu, 1964; Nugroho & Putra, 2018). Untuk mengetahui apakah sedimen terendapkan dalam kondisi arus tenang ataukah arus kuat, dan dalam laju yang lambat, ataukah cepat pengendapannya, maka dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (5) - (8).



Gambar 1. Lokasi penelitian di kepesisiran Parangtritis yang mempunyai banyak atraksi wisata Pantai
(Sumber: Rancangan Peneliti, 2024)

$$\text{Mean (M)} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Sortasi (Sr)} = \frac{\phi_{84} + \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} + \phi_5}{6.6} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Skewness (Sk)} = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{34} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Kurtosis (K)} = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})} \dots\dots\dots (4)$$

$$Y1 = -3,5688M + 3,7016Sr^2 - 2,0766Sk + 3,1135K \dots\dots\dots (5)$$

$$Y2 = 15,6534M + 65,709Sr^2 + 18,1071Sk + 18,5043K \dots\dots\dots (6)$$

$$Y3 = 0,2852M - 8,7604Sr^2 - 4,8932Sk + 0,0482K \dots\dots\dots (7)$$

$$Y4 = 0,7215M + 0,403Sr^2 + 6,7322Sk + 5,2927K \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan (Sahu, 1964; Nugroho & Putra, 2018):

Y1 < -2,7411 : lingkungan aeolian

Y1 > -2,7411 : lingkungan gisik (*beach*)

Y2 < 65,3650 : endapan gisik

- Y2 > 65,3650 : lingkungan laut dangkal yang terganggu (*shallow agitated marine environments*)
 Y3 < -7,419 : endapan sungai
 Y3 > -7,419 : endapan laut dangkal
 Y4 < 9,8433 : proses turbiditas
 Y4 > 9,8433 : proses sungai

Tabel 1. Kategori ukuran butir berdasarkan sortasi, *skewness*, dan kurtosis

Kelas sortasi	Nilai sortasi	Kelas <i>skewness</i>	Nilai <i>skewness</i>	Kelas kurtosis	Nilai kurtosis
Very well sorted	<0,35	Very fine skewed	+0,3 - +1,0	Very platykurtic	<0,67
Well sorted	0,35 - 0,50	Fine skewed	+0,1 - +0,3	Platykurtic	0,67 - 0,90
Moderately well sorted	0,50 - 0,70	Symmetrical	+0,1 - -0,1	Mesokurtic	0,90 - 1,11
Moderately sorted	0,70 - 1,00	Coarse skewed	-0,1 - -0,3	Leptokurtic	1,11 - 1,50
Poorly sorted	1,00 - 2,00	Very coarse skewed	-0,3 - -1,0	Very leptokurtic	1,50 - 3,00
Very poorly sorted	2,00 - 4,00			Extremely leptokurtic	>3,00
Extremely poorly sorted	>4,00				

Sumber : Folk & Ward, 1957.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ukuran butir pada 20 lokasi dapat mengungkapkan tingkat variabilitas yang substansial dalam distribusi, tekstur, dan karakteristik statistik (*mean*, sortasi, *skewness*, dan kurtosis) dalam lingkungan sedimen. Parameter yang terkait dengan ukuran butir dan tekstur umumnya digunakan untuk mengklasifikasikan lingkungan sedimen dan memperoleh wawasan tentang mekanisme transportasi, karena informasi tersebut memberikan wawasan tentang sejarah pengendapan sedimen dan moda transportasi sedimen di lingkungan pengendapan sedimen (Mutaqin *et al.*, 2024). Data granulometri yang menggambarkan berbagai parameter ukuran butir dan interpretasi fundamentalnya disajikan pada **Tabel 2**. Variabel yang mencirikan distribusi ukuran butiran sedimen menunjukkan perbedaan dalam komposisi struktural dan sifat sedimen, yang akan berfungsi sebagai kriteria penting untuk membedakan berbagai jenis sedimen.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dan disajikan pada **Tabel 2**, diperoleh data bahwa nilai rata-rata ukuran sedimen masuk dalam kategori pasir medium (*medium sand*) dan pasir halus (*fine sand*) dengan rentang nilai antara 1,145 – 2,114. Ukuran butir rata-rata (*mean*) berkorelasi dengan ukuran rata-rata aritmatika diameter sedimen dan dapat dikaitkan dengan indeks kondisi energi yang mengendapkan sedimen tersebut (Mutaqin *et al.*, 2024). Ukuran butir sedimen dapat dipengaruhi oleh jenis material maupun keberadaan sedimen, dan juga proses pengangkutannya (Friedman & Sanders, 1978; Liu *et al.*, 2000; Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho 2017; Mutaqin *et al.*, 2024).

Sortasi diukur dengan simpangan baku (*standard deviation*), yang memperkirakan penyortiran atau keseragaman distribusi ukuran butir. Ukuran butir sedimen dengan kategori pasir medium (*medium sand*) hingga pasir halus (*fine sand*) biasanya berkorelasi dengan sedimen yang tersortasi dengan baik (Griffiths, 1967; Nugroho & Putra 2018; Mutaqin *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024). Hal ini terbukti dengan nilai sortasi yang termasuk dalam kategori tersortasi sedang (*moderately sorted*) hingga tersortasi dengan sangat baik (*very well sorted*) dengan rentang nilai antara 0,324 hingga 0,771.

Ukuran simetri distribusi, atau proporsi fraksi sedimen berbutir kasar hingga halus, memberikan wawasan tentang kemiringan distribusi ukuran butir saat rata-rata (*mean*) menyimpang dari median. Nilai kemiringan (*skewness*) berkisar antara -0,315 hingga 0,724 dan termasuk dalam kategori condong sangat halus (*very fine skewed*) hingga condong sangat kasar (*very coarse skewed*). Kemiringan dengan nilai positif menunjukkan penurunan energi secara bertahap, sementara kemiringan negatif menandakan penurunan yang cepat dalam energi lingkungan pengendapan sedimen (Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho,

2017). Sementara itu, kurtosis, yang mengukur tingkat distorsi atau ketidaksimetrian, pada dasarnya mengkarakterisasi bentuk puncak distribusi ukuran butir sedimen. Nilai kurtosis sampel sedimen yang telah diambil mempunyai rentang antara 0,710 hingga 1,526 dan dapat dikategorikan antara *platykurtic* hingga *very leptokurtic* (**Tabel 2**). Selanjutnya, proses sedimen dan pengaturan pengendapan pada masing-masing lokasi pengambilan sampel disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Hasil analisis ukuran butir

Nomor sampel	Mean	Kelas	Sortasi	Kelas	Skewness	Kelas	Kurtosis	Kelas
1	1,788	Medium sand	0,324	Very well sorted	0,660	Very fine skewed	0,967	Mesokurtic
2	1,784	Medium sand	0,416	Well sorted	0,333	Very fine skewed	1,368	Leptokurtic
3	1,773	Medium sand	0,423	Well sorted	0,336	Very fine skewed	1,460	Leptokurtic
4	1,734	Medium sand	0,730	Moderately sorted	0,194	Fine skewed	1,526	Very leptokurtic
5	1,532	Medium sand	0,572	Moderately well sorted	-0,039	Symmetrical	1,048	Mesokurtic
6	1,457	Medium sand	0,570	Moderately well sorted	-0,013	Symmetrical	0,940	Mesokurtic
7	1,540	Medium sand	0,603	Moderately well sorted	-0,011	Symmetrical	0,710	Platykurtic
8	2,092	Fine sand	0,639	Moderately well sorted	-0,025	Symmetrical	0,923	Mesokurtic
9	1,498	Medium sand	0,609	Moderately well sorted	0,036	Symmetrical	0,972	Mesokurtic
10	1,504	Medium sand	0,599	Moderately well sorted	0,010	Symmetrical	0,935	Mesokurtic
11	1,790	Medium sand	0,444	Well sorted	0,367	Very fine skewed	1,453	Leptokurtic
12	1,503	Medium sand	0,553	Moderately well sorted	-0,079	Symmetrical	0,915	Mesokurtic
13	1,503	Medium sand	0,584	Moderately well sorted	-0,024	Symmetrical	0,974	Mesokurtic
14	1,350	Medium sand	0,441	Well sorted	-0,285	Coarse skewed	0,753	Platykurtic
15	1,167	Medium sand	0,448	Well sorted	0,679	Very fine skewed	0,757	Platykurtic
16	1,739	Medium sand	0,771	Moderately sorted	0,173	Fine skewed	0,974	Mesokurtic
17	1,363	Medium sand	0,442	Well sorted	-0,315	Very coarse skewed	0,769	Platykurtic
18	1,654	Medium sand	0,752	Moderately sorted	0,191	Fine skewed	0,851	Platykurtic
19	1,145	Medium sand	0,445	Well sorted	0,724	Very fine skewed	0,787	Platykurtic
20	2,114	Fine sand	0,603	Moderately well sorted	-0,116	Coarse skewed	1,020	Mesokurtic

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2024.

Analisis besar butir sedimen tidak hanya dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis sedimen dan distribusinya, tetapi juga dapat digunakan untuk mengetahui dinamika dan kondisi energi lingkungan yang terlibat dalam pengendapannya (Carranza-Edwards *et al.*, 2005; Opreanu *et al.*, 2007; Putra & Nugroho, 2017; Randa *et al.*, 2021; Mutaqin *et al.*, 2024). Analisis Diskriminan Linier (*Linear Discriminant Analysis* - LDA), yang diperkenalkan oleh Sahu (1964) telah diterapkan dalam penilaian multivariat komposisi sedimen sungai dan kepeesisiran (Mutaqin *et al.*, 2024). Pendekatan statistik untuk analisis sedimen ini memainkan peran penting dalam memahami dan menginterpretasikan variasi faktor energi dan fluiditas, yang terkait erat dengan berbagai proses sedimen dan pengaturan pengendapan

sedimen tersebut. Persamaan (5)-(8) telah digunakan untuk menghitung parameter grafis guna membedakan kondisi lingkungan pada masa lampau (Sahu, 1964).

Tabel 3. Proses sedimen dan pengaturan pengendapan di lokasi kajian

Nomor sampel	Y1	Kelas1	Y2	Kelas2	Y3	Kelas3	Y4	Kelas4
1	-4,35224	A	64,73049	A	-3,5926	B	10,89364	B
2	-2,15839	B	70,64055	B	-2,57074	B	10,83913	B
3	-1,81719	B	72,61099	B	-2,63557	B	11,34069	B
4	0,132624	B	93,90966	B	-5,04961	B	10,84855	B
5	-0,91236	B	64,16627	A	-2,18799	B	6,521387	A
6	-1,04341	B	61,31451	A	-2,3218	B	6,06978	A
7	-1,91659	B	60,93749	A	-2,65811	B	4,941407	A
8	-3,02881	A	76,20407	B	-2,8136	B	6,390788	A
9	-1,02164	B	66,45705	B	-2,95114	B	6,617136	A
10	-1,14898	B	64,60176	A	-2,71816	B	6,245729	A
11	-1,89663	B	74,50525	B	-2,94225	B	11,53194	B
12	-1,21902	B	59,12244	A	-1,81969	B	5,518632	A
13	-1,01907	B	63,52613	A	-2,39475	B	6,215377	A
14	-1,16169	B	42,68446	A	0,112145	B	3,119127	A
15	-2,47496	B	57,75805	A	-4,71141	B	9,500612	A
16	-1,33246	B	87,4371	B	-5,51115	B	7,814009	A
17	-1,0927	B	42,69883	A	0,255685	B	3,011579	A
18	-1,55657	B	82,25504	B	-5,3759	B	7,211197	A
19	-2,4064	B	58,60759	A	-4,91297	B	9,945389	B
20	-2,78185	A	73,75763	B	-1,96567	B	6,289404	A

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2024.

Keterangan:

Kelas1: lingkungan aeolian (A); lingkungan gisik (B)

Kelas2: endapan gisik (A); lingkungan laut dangkal yang terganggu (B)

Kelas3: endapan sungai (A); endapan laut dangkal (B)

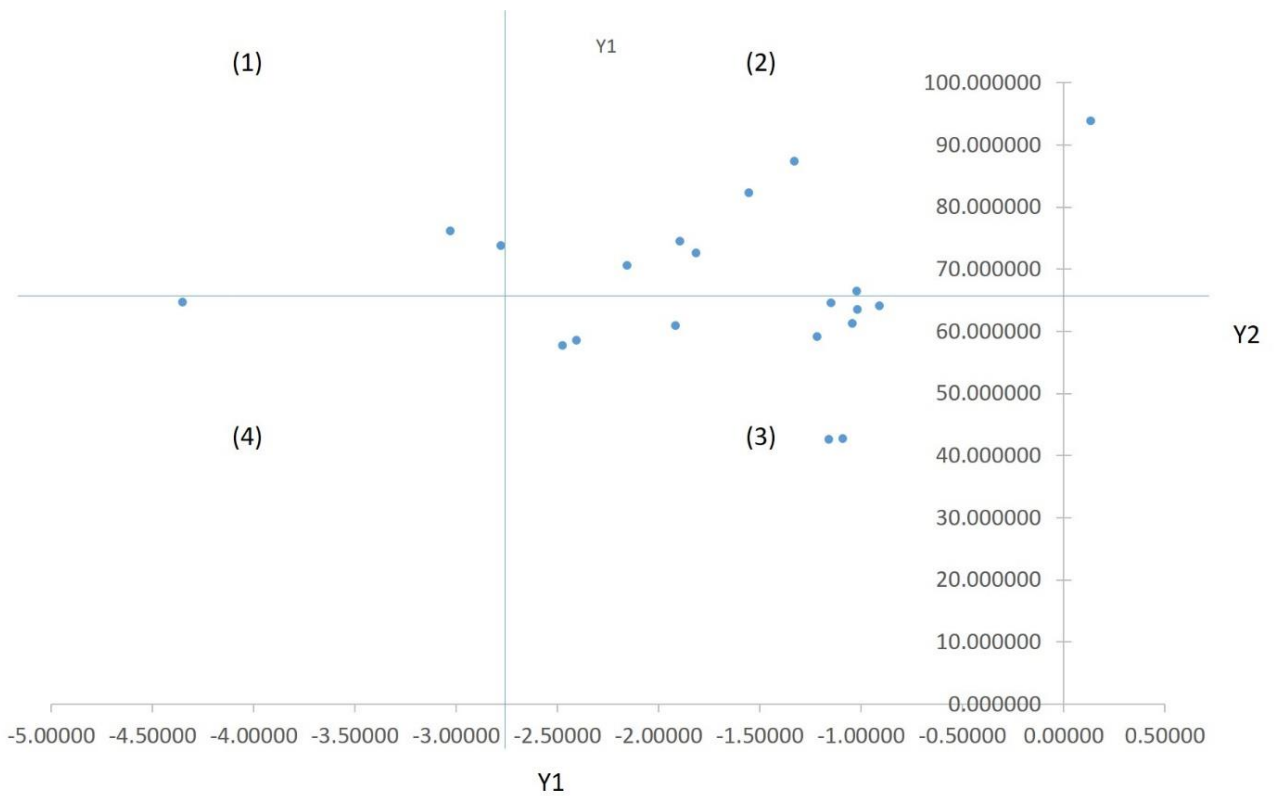
Kelas4: proses turbiditas (A); proses sungai (B)

Sumber: Pengolahan Data, 2024.

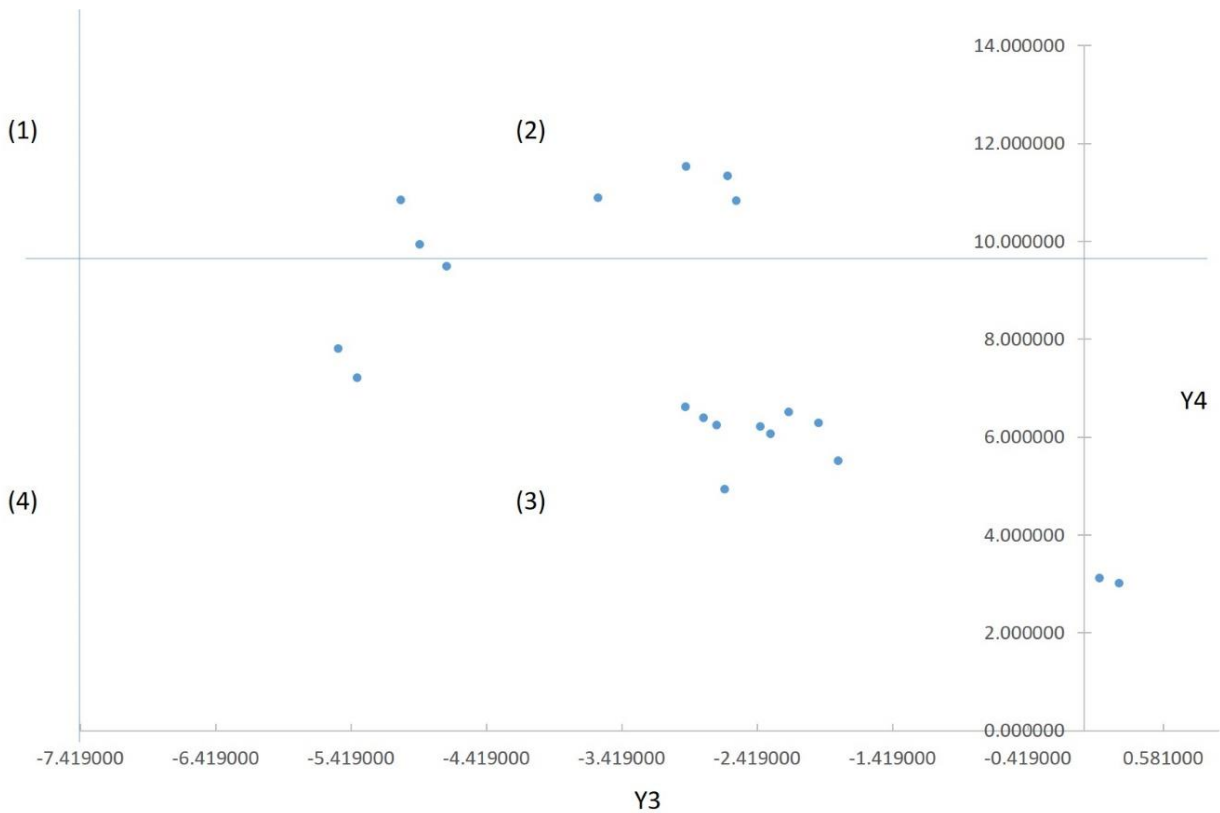
Berdasarkan parameter statistik yang dihitung dan penerapan persamaan (5)-(8) (Tabel 3), nilai Y1 dan Y2 dari semua sampel masing-masing berkisar dari -4,35224 hingga 0,132624 dan dari 42,68446 hingga 93,90966. Rentang nilai ini menunjukkan bahwa ketika mempertimbangkan nilai Y1, 85% sampel termasuk dalam kategori proses pengendapan gisik (*beach environment*) dan 15% diidentifikasi sebagai hasil proses aeolian. Sedimen yang merupakan hasil proses aeolian biasanya ditemukan pada lokasi pasang tertinggi dan zona transisi antara pasang tertinggi dan surut terendah (Nugroho & Putra, 2018). Berdasarkan nilai Y2, diperoleh informasi bahwa 55% sedimen berasal dari endapan lingkungan gisik dan dominan ditemukan pada bagian ujung gisik tanduk, sedangkan 45% berasal dari lingkungan laut dangkal yang terganggu (*shallow agitated marine environment*) dengan nilai Y2 lebih dari 65,3650.

Gambar 2 menggambarkan hubungan antara nilai Y1 dan Y2 yang membedakan empat plot: (1) proses aeolian/lingkungan laut dangkal yang terganggu, (2) lingkungan gisik/lingkungan laut dangkal yang terganggu, (3) lingkungan gisik dan endapan gisik, dan (4) proses aeolian/endapan gisik. Plot data ini mencerminkan bahwa mayoritas sedimen di kepesisiran Parangtritis berada di kuadran 3, yaitu lingkungan gisik dan endapan gisik.

Berdasarkan nilai Y3, sampel yang dianalisis secara keseluruhan menggambarkan kondisi yang terkait dengan lingkungan perairan yang dangkal (*shallow marine deposits*). Nilai Y4 menunjukkan bahwa sedimen di lokasi penelitian dominan disebabkan karena proses turbiditas (70%). **Gambar 3** menggambarkan hubungan antara nilai Y3 dan Y4 yang membedakan empat plot: (1) endapan sungai/proses sungai, (2) endapan laut dangkal/proses sungai, (3) endapan laut dangkal/proses turbiditas, dan (4) endapan sungai/proses turbiditas. Setelah mengamati plot korelasi antara penentuan fungsional Y3 dan Y4 (**Gambar 3**), dapat disimpulkan bahwa sampel sedimen di lokasi penelitian dominan berasal dari endapan laut dangkal dan disebabkan karena proses turbiditas.



Gambar 2. Plot korelasi antara penentuan fungsional Y1 dan Y2 yang menunjukkan pembagian lingkungan sedimen (Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2024)



Gambar 3. Plot korelasi antara nilai penentuan fungsional Y2 dan Y3 yang menunjukkan asal atau sumber partikel sedimen (Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2024)

Hal ini sangat bertolak belakang dengan penelitian Nugroho & Putra (2018) yang menyebutkan bahwa wilayah pada pasang tertinggi, zona transisi, maupun surut terendah lebih didominasi oleh proses sungai. Secara umum, fraksi makroskopis seperti kerikil dan pasir akan mengendap lebih cepat di daerah dengan turbulensi tinggi daripada fraksi mikroskopis seperti lumpur (Wenno & Witasari, 2001; Nugroho & Basit, 2014; Putra & Nugroho, 2017).

SIMPULAN

Di kepepesisiran Parangtritis, karakteristik ukuran butir didominasi oleh pasir medium (*medium sand*) dan pasir halus (*fine sand*), tersortasi sedang (*moderately sorted*) hingga tersortasi dengan sangat baik (*very well sorted*), kemencengan condong sangat halus (*very fine skewed*) hingga condong sangat kasar (*very coarse skewed*), dan *platykurtic* hingga sangat *leptokurtic*. Di lokasi penelitian, proses sedimen dan pengendapan didominasi oleh lingkungan gisik dan endapan gisik serta berasal dari laut dangkal dan proses turbiditas lebih mendominasi daripada proses fluvial. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah lokasi pengambilan sampel sedimen masih didasarkan pada morfologi gisik dan belum dibagi berdasarkan parameter yang lain, seperti zona pasang surut maupun kedalaman perairan. Meskipun demikian, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu dasar dalam upaya pengelolaan wilayah kepepesisiran yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ali Fathur Rahman dan Ana Susanti di Laboratorium Geomorfologi Lingkungan dan Mitigasi Bencana, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, yang telah membantu selama proses analisis laboratorium. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Michael John Burkett dan teman-teman di NOFX atas dukungannya selama proses penulisan artikel ini. Penelitian ini dibiayai oleh Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada melalui skema Hibah Penelitian Mandiri Dosen tahun 2024 dengan nomor kontrak 304/UN1/GE/KPT/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi M., Mutaqin B.W. (2022) Geospatial mapping of tsunami susceptibility in Parangtritis coastal area of Yogyakarta – Indonesia. *Arabian Journal of Geosciences*. 15(15), 1332 <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10608-2>
- Blott SJ, Pye K (2001) Gradstat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237-1248. <http://doi.org/10.1002/esp.261>
- Carranza-Edwards A, Rosales-Hoz L, Urrutia-Fucugauchi J, Sandoval-Fortanel A, de la Garza EM, Cruz RLS (2005) Geochemical distribution pattern of sediments in an active continental shelf in Southern Mexico. *Continental Shelf Research* 25:521–537. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2004.09.013>
- Cheng P, Gao S, Bokuniewicz H (2004) Net sediment transport patterns over the Bohai Strait based on grain size trend analysis. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 60:203– 212. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2003.12.009>
- Darlan Y (1996) *Geomorfologi wilayah pesisir. Aplikasi untuk penelitian wilayah pantai*. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung. 96p.
- Folk RL, Ward WC (1957) Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Friedman GM, Sanders JE (1978) *Principles of sedimentology*. John Wiley and Sons, NY. 792p.
- Griffiths IC (1967). *Scientific methods in the analysis of sediments*. New York: McGraw-Hill.
- Idral A., Suhanto E., Sumardi E., Kusnadi D., Situmorang T. (2003). Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Parangtritis, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral* 35:1–10

- Korwa JIS, Opa ET, Djamaludin R (2013) Karakteristik sedimen litoral di pantai Sindulang Satu. *J. Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):48–54. <https://doi.org/10.35800/jplt.1.1.2013.1630>
- Le Roux JP, Rojas EM (2007) Sediment transport patterns determined from grain size parameters: Overview and state of the art. *Sedimentary Geology*. 202(1), 473-488. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.014>
- Liu JT, Huang JS, Hsu RT, Chyan JM (2000) The coastal depositional system of a small mountainous river: a perspective from grain-size distributions. *Marine Geology*, 165(1-4), 63–86. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(99\)00131-0](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(99)00131-0)
- Mutaqin B.W., Isnain M.N., Ningsih R.L., Darmawan H., Suratman. (2024). Grain size and depositional process of sediments in the coastal area of Anak Krakatau – Lampung. *Results in Earth Sciences*. 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.rines.2024.100018>
- Mutaqin BW, Lavigne F, Wassmer P, Trautmann M, Joyontono P, Gomez C, Septiangga B, Komorowski JC, Sartohadi J, Hadmoko DS (2021) Evidence of unknown paleo-tsunami events along the Alas Strait, West Sumbawa, Indonesia. *Geosciences*. 11(2), 1-20, 46. <https://doi.org/10.3390/geosciences11020046>
- Nugroho SH, Basit A (2014) Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 229-240. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v6i1.8644>
- Nugroho SH, Putra PS (2018) Spatial distribution of grain size and depositional process in tidal area along Waikelo Beach, Sumba. *Marine Georesources & Geotechnology*, 36(3), 299-307. <https://doi.org/10.1080/1064119X.2017.1312649>
- Opreatu G, Oaie G, Păun F (2007) The dynamic significance of the grain size of sediments transported and deposited by the Danube. *Geo-eco-mar*, No 13/2007, 111–119. <https://doi.org/10.5281/zenodo.57352>
- Parangtritis Geomaritime Science Park (PGSP). (2016). *Buku Deskripsi Peta Desa Parangtritis* (W Ambarwulan & TR Wulan, Eds.). Badan Informasi Geospasial, Cibinong. 231p.
- Purkait B (2010) The use of grain-size distribution patterns to elucidate Aeolian processes on a transverse dune of Thar Desert, India. *Earth Surface Processes Landforms*, 35(5), 525–530. <https://doi.org/10.1002/esp.1939>
- Purnawan S, Haridhi HA, Setiawan I, Marwantim (2015) Parameter statistik ukuran butiran pada sedimen berpasir di Muara Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 7(1). <https://doi.org/10.29244/jitkt.v7i1.9739>
- Putra PS, Nugroho SH (2017) Distribusi Sedimen Permukaan Dasar Laut Perairan Sumba, Nusa Tenggara Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2(3), 49-63. <http://doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.118>
- Rahardjo W, Sukandarrumidi, Rosidi HMD. (1977). *Geologic map of the Yogyakarta Quadrangle, Java - Scale of 1:100,000*. Geological Survey of Indonesia. Bandung
- Randa AM, Patandianan EA, Marisan I (2021) Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Ukuran Butir di Sepanjang Sungai Nuni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. *Jurnal Maritim*. 3(1), 8-17. <https://doi.org/10.51742/ojsm.v3i1.412>
- Sahu BK (1964) Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 34(1), 73–83. <https://doi.org/10.1306/74D70FCE-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Surono. (2009). Litostratigraf Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. *JSDG* 19(3):209–221

- Udden JA (1914) Mechanical Composition of Clastic Sediments. *Geological Society of America Bulletin*, 25, 655-744. <http://dx.doi.org/10.1130/GSAB-25-655>
- Wenno L, Witasari Y (2001) *Distribusi Ukuran Butir Pasir di Pantai Parangtritis, Yogyakarta*. In *Pesisir dan Pantai Indonesia* (pp. 95–103). LIPI.
- Wentworth CK (1922) A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392. <https://doi.org/10.1086/622910>