

## Kajian awal granulometri pada kawasan lamun dan terumbu karang: studi kasus di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

### *Preliminary study of granulometri on seagrass and coral reef areas: a case study of Pari Island, Seribu Islands*

Syahrul Purnawan\*

---

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh; \*Email korespondensi: [syahrulpurnawan@yahoo.com](mailto:syahrulpurnawan@yahoo.com)

---

**Abstract.** *Granulometric study is considered as a tool to predict sediment formation process in an aquatic environment. This paper discusses brief assessment of granulometri studies on seagrass and coral reef areas in Indonesia by collecting samples at Pari Island waters. Sediment samples were taken in May 2008 near the coral reefs and seagrass area in the cluster of Pari Island waters, Seribu Islands, Jakarta. The wet sieving method was done to separate the sediment samples based on grain size. Statistical analysis i.e., mean, sorting, skewness, and kurtosis at both locations showed a considerably complex energy works on the sediment distribution in these locations.*

**Keywords:** *granulometry; sediment; coral reef; seagrass*

**Abstrak.** Studi granulometri dapat menjadi alat penduga proses terbentuknya sedimen di suatu lingkungan perairan. Tulisan ini membahas kajian ringkas studi granulometri pada kawasan lamun dan terumbu karang di Indonesia dengan mengambil contoh di perairan Pulau Pari. Sampel sedimen diambil pada Mei 2008 di kawasan terumbu karang dan lamun pada perairan gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. Metode ayak basah dilakukan untuk memisahkan sampel sedimen berdasarkan ukuran butir. Hasil analisis statistik ukuran butiran berupa *mean*, *sorting*, *skewness*, dan *kurtosis* pada kedua lokasi mengindikasikan fungsi energi yang cukup kompleks bekerja terhadap sebaran sedimen di lokasi tersebut.

**Kata kunci:** granulometri; sedimen; terumbu karang; padang lamun

---

### Pendahuluan

Suatu sampel sedimen dapat dijadikan bukti kuat untuk menerjemahkan peristiwa yang terjadi di lingkungan sekitarnya (Holtz dan Kovacs, 1981). Proses Klasifikasi sedimen dapat memberikan informasi asal usul sedimen tersebut, termasuk sumber batuan litologi, kandungan mineral, dan pola transport (Mason and Folk, 1958; Webster et al., 2003; D'Haen et al., 2012; Saniah et al., 2014; Neopane dan Surendra, 2013; Armstrong-altrin et al., 2014). Ukuran butiran (granulometri) menjadi salah satu parameter terpenting untuk memahami kondisi lingkungan pengendapan (Friedman and Sanders, 1978; Weltje dan von Eynatten, 2004; Folk dan Robles, 1964; Purnawan et al., 2012; Purnawan et al., 2015a). Populasi ukuran butiran memiliki sejumlah faktor penentu proses pengangkutan sedimen, apakah secara *rolling*, *suspension*, dan *saltation* (Dyer, 1986; Folk, 1974; Purnawan et al., 2015b).

Kajian utama mengenai ukuran sedimen diawali dengan penentuan skala klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran butirnya (Udden, 1914; Wentworth, 1922; Krumbein, 1934). Kajian lainnya adalah keterkaitan antara ukuran butiran sedimen terhadap kondisi lingkungan perairan yang menjadi tempat pengendapan sedimen berbasis statistik seperti frekuensi sebaran (Inman, 1952), berbasis sebaran distribusi ukuran butiran sedimen seperti *mean*, *sorting*, *skewness*, dan *kurtosis* (Folk dan Ward, 1957), metode momen (*moment method*) serta analisis aritmetika (Friedman, 1961). Keakuratan metode grafik sangat dipengaruhi oleh ketelitian dalam pembuatan dan penentuan plot pada grafik, sementara analisis aritmetika statistik dari Friedman membutuhkan kalkulasi yang rumit (Wachecka-Kotkowska dan Kotkowski, 2011; Boggs, 2009).

Dasar laut memiliki peran yang sangat terkait dengan distribusi organisme bentik dan nilainya menjadi variabel keterwakilan dalam pemetaan habitat dan pendugaan biotop (Howell, 2010). Hal ini diperkuat oleh sejumlah kajian pendugaan habitat bentik menggunakan metode hidro-akustik (Stepens dan Diesing, 2014; Kostylev et al., 2001; Purnawan, 2009; Deswati, 2009; Manik et al., 2006a; Manik et al., 2006b; Pujiati et al., 2010). Padang lamun dan terumbu karang merupakan jenis habitat yang umumnya ditemukan di perairan laut, khususnya kawasan pesisir (Dahuri et al., 1996). Padang lamun (*seagrass*) memiliki peran sebagai area perangkap bagi sedimen sebelum memasuki kawasan terumbu karang (Hutomo dan Azkab, 1987; Fonseca, 1989). Di sisi lain, kawasan terumbu karang diindikasikan memiliki fungsi sebagai peredam energi yang berasal dari laut lepas

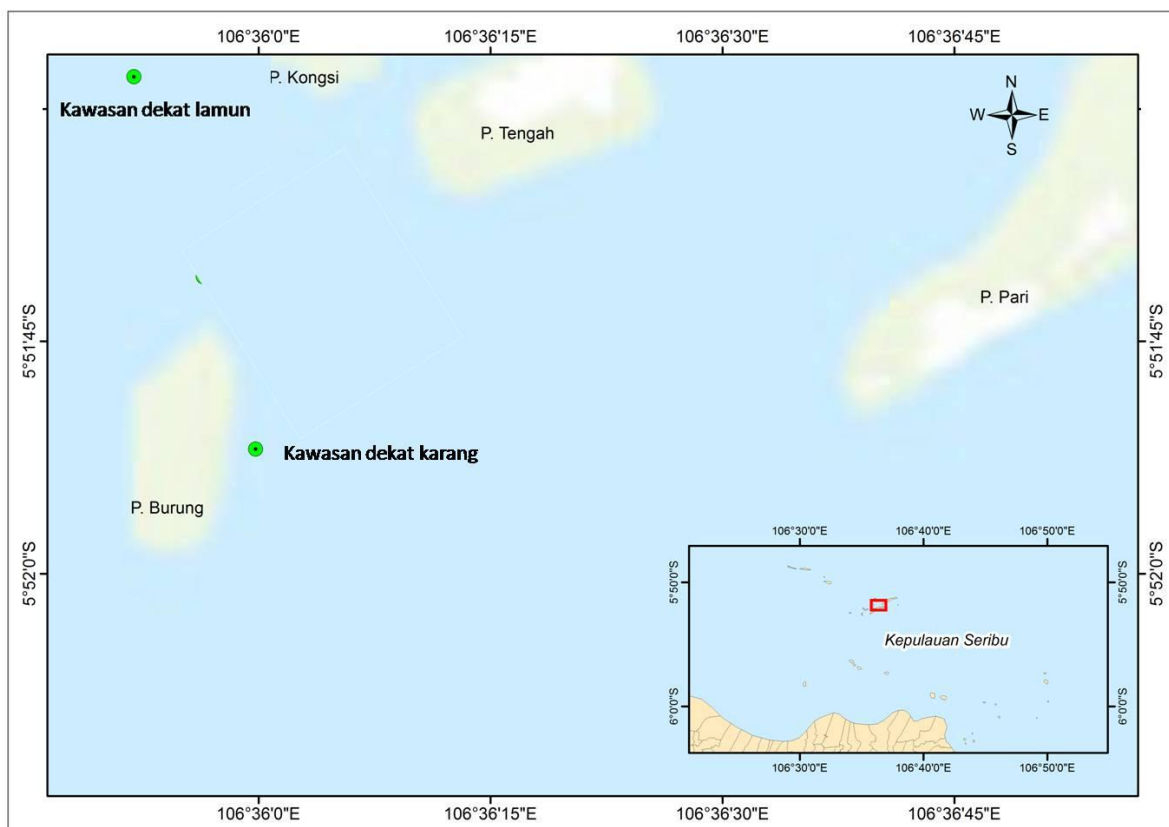
(Hardy dan Young, 1996). Perbedaan kondisi perairan antara kawasan terumbu karang dan padang lamun kemudian diduga memberikan variasi distribusi frekuensi ukuran butiran pada sedimen di kedua kawasan tersebut.

Kajian distribusi ukuran butiran sedimen pada daerah terumbu karang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti kaitannya dengan aspek kajian fisik lingkungan, geologi, dan ekologi (Folk dan Cotera, 1971; Pereira et al., 2013; Yamano et al., 2005), keterkaitan antara ukuran butiran dengan vegetasi (Loyarte, 2003), hubungannya dengan sebaran vegetasi lamun (De Falco et al., 2006), dan struktur sedimen pada kawasan padang lamun di Australia (Mellors et al., 2002). Namun, informasi tentang pola transport dan kondisi sedimen di padang lamun dan terumbu karang masih sangat terbatas. Tulisan ini membahas kondisi sedimen di sekitar kawasan terumbu karang dan padang lamun menggunakan pendekatan statistik terhadap distribusi ukuran butiran sedimen, merujuk pada Friedman (1961). Sehingga diharapkan mengungkap peran penting aspek geofisik terhadap keberadaan ekosistem padang lamun dan terumbu karang yang luas di Indonesia.

## Bahan dan Metode

### Lokasi dan waktu pengambilan sampel

Studi ini mencoba memaparkan analisis dari dua sampel sedimen yang telah diambil pada Mei 2008 di kawasan sekitar terumbu karang ( $5^{\circ}51'52''$  LS:  $106^{\circ}35'59''$  BT) dan padang lamun ( $5^{\circ}51'22''$  LS:  $106^{\circ}35'49''$  BT). Lokasi kedua titik pengambilan sampel terletak tidak berjauhan yang berada pada wilayah perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 1). Pengambilan sampel sedimen dilakukan secara *coring* menggunakan pipa PVC berdiameter 2,5 inci, dengan ketebalan lapisan sampel sedimen sekitar 20 cm.



Gambar 1. Lokasi pengambilan data pada dua lokasi yang berada pada perairan gugusan Pulau Pari. Inset pada peta menunjukkan lokasi Pulau Pari perspektif dari Kepulauan Seribu, Jakarta.

### Analisis statistik ukuran butiran

Analisis sampel sedimen dilakukan pada Laboratorium Geologi, Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI), Jakarta. Seluruh sampel dibawa dalam keadaan *undisturbed*. Masing-masing sampel diaduk merata, kemudian dikeringkan menggunakan oven untuk menghilangkan kandungan air dalam sedimen. Analisis ukuran butiran dilakukan dengan metode ayak basah merujuk pada standar *American*

*Society for Testing and Materials* (ASTM). Sekitar 100 gram berat kering sampel diayak dengan seperangkat ayakan bertingkat Sembilan dengan ukuran *mesh* berturut-turut 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,50 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; 0,063 mm dan 0,004 mm). Sedimen yang tertinggal pada setiap saringan dikeringkan kembali untuk mendapatkan berat dan persentase berat sampel per fraksi. Tipe sedimen pada tiap stasiun ditentukan berdasarkan diagram segitiga Folk (1974).

Sedimen dapat dikarakteristikan dalam sejumlah parameter statistik, antaranya: ukuran butiran rata-rata (*mean grain size;  $\bar{x}_a$* ), dapat dianggap sebagai pusat matematis dari sekumpulan data; standar deviasi (*sorting;  $\sigma_a$* ), untuk melihat penyebaran ukuran di sekitar nilai rata-ratanya; kemencengan atau kecondongan (*skewness;  $Sk_a$* ), melihat kecenderungan distribusi data berdasarkan median dari nilai sebaran; serta derajat kepuncakan atau keruncingan (*kurtosis;  $K_a$* ), melihat kekuatan sebaran data dengan perbandingan terhadap distribusi normal. Analisis terhadap parameter tersebut mengambil pendekatan aritmetik statistik dan metode momen (*moment method*) mengikuti persamaan (Friedman, 1961):

$$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100}$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^2}{100}}$$

$$Sk_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^3}{100 \sigma_a^3}$$

$$K_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{x}_a)^4}{100 \sigma_a^4}$$

Dimana: *f* adalah frekuensi berat (%) pada setiap fraksi; *m<sub>m</sub>* adalah nilai tengah (median) dari setiap kelas (fraksi). Terminologi untuk deskripsi nilai pada setiap parameter mengacu pada Folk dan Ward (1957).

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik sedimentologi

Secara umum, pengamatan visual pada sampel sedimen sebelum dianalisis ayakan menunjukkan warna putih abu-abu, dengan komposisi pecahan koral dan cangkang ditemukan pada sampel. Teknik pengayakan yang dilakukan telah memisahkan sampel sedimen berdasarkan ukuran diameter butirannya sesuai dengan *mesh size*, seperti yang disajikan pada Tabel 1. Agar mempermudah penjelasan pada pola distribusi frekuensi ukuran butiran yang terbentuk pada kedua lokasi, data frekuensi ukuran butiran juga ditampilkan dalam plot kurva (Gambar 2).

Sampel terdiri dari tiga fraksi utama yaitu kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), dan lumpur (*mud*). Persentase pasir mendominasi pada kedua sampel. Fraksi kerikil ditemukan lebih tinggi pada lokasi terumbu karang berbanding padang lamun. Sebaliknya persentase dari fraksi lumpur ditemukan lebih tinggi pada daerah padang lamun. Perbandingan antara persentase yang ditemukan pada tiap fraksi digunakan untuk mengklasifikasikan jenis sedimen berdasarkan segitiga Folk (1974). Lokasi terumbu karang memiliki jenis sedimen pasir lumpuran berkerikil (*gravelly muddy sand*) dan lokasi padang lamun berjenis pasir lumpuran dengan sedikit kerikil (*slightly gravelly muddy sand*). Perbedaan komposisi persentase fraksi dan jenis sedimen pada dua lokasi menegaskan adanya perbedaan karakter pembentukan sedimen yang terjadi. Fraksi kerikil yang ditemukan umumnya berasal dari pecahan koral dan cangkang yang tidak lolos pada *mesh size* 2 mm (fraksi kerikil), dimana seperti yang telah disampaikan sebelumnya bahwa fraksi ini lebih banyak ditemukan pada lokasi terumbu karang.

Tabel 1. Hasil analisis fraksi sedimen

| Ukuran butir<br>(mm)          | Phi<br>( $\phi$ ) | Berat persentase |         |           | fraksi  | % berat | Jenis sedimen              |
|-------------------------------|-------------------|------------------|---------|-----------|---------|---------|----------------------------|
|                               |                   | Berat (gram)     | Berat   | kumulatif |         |         |                            |
| <i>Kawasan terumbu karang</i> |                   |                  |         |           |         |         |                            |
| 8 – 16                        | -3                | 1,1968           | 1,0071  | 1,0071    |         |         |                            |
| 4 – 8                         | -2                | 3,0529           | 2,5691  | 3,5762    | kerikil | 8,6137  |                            |
| 2 – 4                         | -1                | 5,9861           | 5,0374  | 8,6137    |         |         | <i>gravelly muddy sand</i> |
| 1 – 2                         | 0                 | 12,4455          | 10,4732 | 19,0868   |         |         |                            |
| 0,5 – 1                       | 1                 | 20,4348          | 17,1963 | 36,2832   | pasir   | 78,0840 |                            |
| 0,25 - 0,5                    | 2                 | 26,8643          | 22,6069 | 58,8901   |         |         |                            |

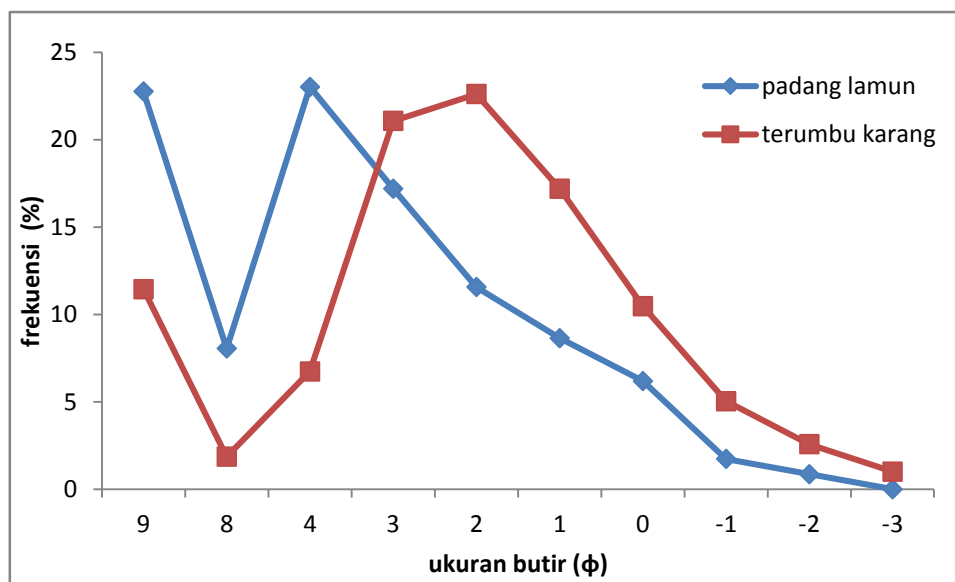
|               |   |                 |            |         |        |            |
|---------------|---|-----------------|------------|---------|--------|------------|
| 0,125 - 0,25  | 3 | 25,0394         | 21,0712    | 79,9613 |        |            |
| 0,063 - 0,125 | 4 | 8,0049          | 6,7363     | 86,6976 |        |            |
| 0,004 - 0,063 | 8 | 2,2037          | 1,8545     | 88,5521 | lumpur | 13,3024    |
| < 0,004       | 9 | 13,6038         | 11,4479    | 100     |        |            |
| <b>Jumlah</b> |   | <b>118,8322</b> | <b>100</b> |         |        | <b>100</b> |

*Stasiun padang lamun*

|               |    |                 |            |         |         |            |
|---------------|----|-----------------|------------|---------|---------|------------|
| 8 - 16        | -3 | 0               | 0,0000     | 0,0000  |         |            |
| 4 - 8         | -2 | 0,8883          | 0,8560     | 0,8560  | kerikil | 2,5881     |
| 2 - 4         | -1 | 1,7973          | 1,7320     | 2,5881  |         |            |
| 1 - 2         | 0  | 6,4198          | 6,1866     | 8,7747  |         |            |
| 0,5 - 1       | 1  | 8,9722          | 8,6463     | 17,4210 |         |            |
| 0,25 - 0,5    | 2  | 11,9956         | 11,5599    | 28,9809 | Pasir   | 66,6111    |
| 0,125 - 0,25  | 3  | 17,8414         | 17,1933    | 46,1742 |         |            |
| 0,063 - 0,125 | 4  | 23,8928         | 23,0249    | 69,1991 |         |            |
| 0,004 - 0,063 | 8  | 8,3501          | 8,0468     | 77,2459 | lumpur  | 30,8009    |
| < 0,004       | 9  | 23,6117         | 22,7541    | 100     |         |            |
| <b>Jumlah</b> |    | <b>103.7692</b> | <b>100</b> |         |         | <b>100</b> |

***Slightly-gravelly muddy sand***

Keterangan: Penamaan kelas ukuran butiran mengikuti skala Udden-Wentworth (Udden, 1914; Wentworth, 1922). *pebble* (>4.00 mm); *granule* (2-4 mm); *Very coarse sand* (1-2 mm); *coarse sand* (0.5-1 mm); *medium sand* (0,25-0,5 mm); *fine sand* (0,125-0,25 mm); *very fine sand* (0,063-0,125 mm); *silt* (0,004-0,063 mm); dan *clay* (<0,004 mm). Tipe sedimen ditentukan berdasarkan segitiga Folk (1974).



Gambar 2. Kurva distribusi frekuensi ukuran butiran sedimen pada wilayah padang lamun dan terumbu karang. Ukuran butiran menggunakan skala logaritmik ( $\phi$ ).

### 3.2. Analisis statistik ukuran butiran

Analisis statistik ukuran butiran sedimen (kuasi-statistik sedimen memaparkan empat parameter statistik untuk melihat pola sebaran ukuran butiran dalam suatu sampel (Folk dan Ward, 1957). Adapun hasil analisis parameter statistik ukuran butiran sedimen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis statistik ukuran butiran

| Parameter statistik | Terumbu karang | Padang lamun |
|---------------------|----------------|--------------|
| <i>Mean</i>         | 0,7978         | 0,3528       |
| <i>Sorting</i>      | 1,3559         | 0,6765       |
| <i>Skewness</i>     | 4,0815         | 4,0759       |
| <i>Kurtosis</i>     | 24,1267        | 23,6679      |

Sampel sedimen dari kawasan terumbu karang memiliki nilai mean 0,7979 mm, lebih tinggi dari kawasan padang lamun yang bernilai 0,3528 mm. Nilai *mean* dianggap sebagai faktor utama terhadap sebuah indeks kondisi energi merujuk pada level turbulensi atau arus (Folk, 1966). Hal ini menunjukkan bahwa kawasan terumbu karang memiliki intensitas energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan terumbu karang. Sejumlah penelitian menyebutkan, kawasan terumbu karang berasosiasi dengan arus yang relatif tinggi, karena arus menghasilkan kondisi jernih, sehingga menunjang proses fotosintesis dari alga simbiotik dan kalsifikasi (Denisson dan Barnes, 1988), *uptake* nutrien (Monismith, 2007), serta pertumbuhan terumbu karang (Jokiel, 1978; Nakamura dan Yamasaki, 2005). Rogers (1990) menyatakan, arus memiliki peran penting terhadap kondisi perairan di sekitar terumbu karang. Arus dapat mencegah terjadinya sedimentasi yang dapat mempengaruhi struktur dan fungsi ekosistem terumbu karang. Ketiadaan sedimentasi dapat mempercepat proses *recruitment* dan pertumbuhan karang berlangsung dengan baik (Perez III, 2014). Pemaparan di atas menegaskan bahwa secara alami kawasan terumbu karang dilindungi oleh kondisi arus yang relatif tinggi. Arus tinggi mengakibatkan habitat didominasi oleh partikel kasar (Purnawan et al., 2012).

Sementara padang lamun telah lama dianggap sebagai daerah perangkap sedimen (*sediment trapping*) mengingat secara fisik terlihat komposisi butiran halus yang tinggi pada sedimen di kawasan tersebut. Peterson et al. (2004), memaparkan hasil studi yang menunjukkan padang lamun memiliki kemampuan mereduksi kecepatan arus, sehingga arus yang ditemukan pada daerah lamun cenderung rendah. Pertumbuh dan kelimpahan yang tinggi dari tumbuhan air (makrofita) secara alami ditemukan pada kondisi perairan yang tenang, dengan kecepatan arus yang relatif rendah (Madsen et al., 2001). Arus lemah akan memberikan kesempatan bagi butiran halus untuk lebih banyak terdeposisi pada daerah tersebut (Dyer, 1986). Melihat persentase fraksi lumpur yang relatif tinggi pada sampel kawasan lamun menegaskan penjelasan di atas, terkait kondisi lingkungan pada lokasi penelitian.

Hasil kontras dinyatakan secara tegas oleh Mellors et al. (2002) yang mempertanyakan pemahaman umum terhadap fungsi lamun sebagai perangkap sedimen. Mereka menemukan keberadaan jenis substrat sedimen di dalam area padang lamun tidak berbeda secara signifikan dengan kondisi substrat yang ditemukan pada area sekitarnya yang tidak memiliki vegetasi lamun. Meskipun Mellors (2003) juga menyatakan, sebaran padang lamun umumnya tidak ditemukan pada jenis sedimen medium.

Nilai sortasi merupakan perwujudan matematis dari standar deviasi. Parameter sorting didefinisikan sebagai besaran magnitud dari ukuran butiran dalam populasi yang menyebar di sekitar nilai rata-rata (Folk, 1974). Sortasi mengindikasikan lingkup energi yang mempengaruhi distribusi ukuran sedimen di suatu lokasi (Dyer 1986). Nilai  $\sigma_a$  (*sorting*) pada padang lamun menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan terumbu karang. Kondisi sortasi pada padang lamun dikategorikan sebagai *moderatey well sorted*, sementara *poorly sorted* pada terumbu karang, merujuk pada komposisi fraksi yang ditemukan pada kawasan terumbu karang lebih menyebar berbanding padang lamun. Nilai  $\sigma_a$  (*sorting*) yang tinggi memaparkan adanya adanya pengangkutan sediment yang terjadi pada berbagai level energi yang mendorong variasi ukuran butiran yang dapat terdeposisi. Kondisi yang berbeda ditemukan pada padang lamun yang menunjukkan sedimen tersortasi dengan lebih baik, sehingga dapat diindikasikan sebagai variasi energi yang terjadi lebih minim. Hal tersebut sejalan dengan hasil studi yang dipaparkan oleh Heiss et al. (2000) yang menyebutkan kondisi arus yang terbentuk pada padang lamun cenderung lemah dan kurang bervariasi. Perlu ditegaskan di sini, parameter sortasi pada kedua lokasi tidak menunjukkan sedimen tersortasi dengan sangat baik, diindikasikan dengan kurva sebaran yang membentuk bimodal (Gambar 2).

Tidak ada perbedaan signifikan pada nilai *skewness* yang diekstraksi dari kedua lokasi. Berdasarkan nilai *skewness* yang diperoleh, kedua lokasi memiliki kondisi sebaran frekuensi ukuran butiran yang dikategorikan *strongly fine skewed*. Sebaran butiran sedimen menghasilkan kurva sebaran yang asimetris karena sampel lebih menumpuk dan membentuk kecondongan ke arah butiran yang lebih halus, relatif terhadap nilai median (Friedman, 1961). *Skewness* yang bernilai positif berkorelasi terhadap intensitas dan durasi dari agen pengangkut (*depositional agent*) dengan energi rendah yang menghasilkan kondisi perairan yang memungkinkan

pengendapan butiran sedimen halus sediment (Martins, 1965; Friedman, 1961, Duane, 1964). Meskipun di penjelasan sebelumnya dinyatakan bahwa kawasan terumbu karang memiliki intensitas energi yang tinggi, tetapi ternyata tidak cukup dominan untuk memindahkan butiran sedimen halus. Hal ini dijelaskan oleh Monismith (2007) yang mengatakan bahwa arus dan energi dari massa air di kawasan terumbu karang memiliki kondisi yang tidak tetap (*unsteady flow*). Atas dasar tersebut, tulisan ini kemudian lebih merujuk pernyataan kondisi arus yang terjadi di kawasan terumbu karang berada dalam kisaran sedang (*moderate intensity*). Pernyataan terhadap kondisi ini dirasa lebih tepat mengingat terumbu karang membutuhkan kondisi arus yang sesuai untuk menangkap makanan (Sebens et al., 1998), pertumbuhan (Nakamura dan Yamasaki, 2005), dan penyebaran larva karang (Baums et al., 2006).

Nilai kurtosis yang diperoleh dari kedua juga lokasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kedua lokasi berada dalam kondisi *extremely leptokurtic*, dimana sebaran frekuensi ukuran butiran lebih banyak menumpuk pada sekitar nilai *mean*, sehingga menghasilkan puncak kurva sebaran yang meruncing, seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Namun terdapat kecenderungan sebaran frekuensi ukuran butiran pada dua lokasi membentuk pola bimodal, dimana terdapat dua modus (puncak sebaran data) pada masing-masing kurva. Hal ini menegaskan bahwa terdapat lebih dari satu jenis energi yang berinteraksi pada masing-masing daerah tersebut (Folk, 1974). Boggs (2009) menjelaskan bahwa kondisi perairan di sekitar pantai (*shoreface*) pada paparan benua yang landai memungkinkan ditemukannya kurva sebaran bimodal, dipengaruhi oleh variasi dari energi gelombang, badai, arus, dan pasang-surut. Indikasi lain yang menjelaskan pola bimodal yang terbentuk adalah adanya penyerapan energi yang terjadi pada kedua kawasan tersebut (Binda dan Hildred, 1973; Hardy dan Young, 1996).

## Kesimpulan

Secara umum terdapat perbedaan karakter sedimen di antara kawasan terumbu karang dan lamun. Sampel sedimen yang diperoleh dari kawasan terumbu karang memiliki ukuran butiran rata-rata (*mean*) yang lebih besar dibandingkan kawasan lamun, sebaliknya, kawasan lamun memiliki derajat sortasi yang lebih baik dibandingkan lamun. Perbedaan nilai *mean* dan *sorting* tersebut telah dijelaskan sebagai fungsi dari energi yang bekerja pada kedua kawasan. Pengamatan terhadap nilai skewness dan kurtosis tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara keduanya. Kedua lokasi memiliki pola distribusi yang dikategorikan sebagai *strongly fine skewed* dan *extremely leptokurtic*.

Pembahasan mengenai kondisi sedimen berdasarkan pendekatan analisis statistik masih perlu terus dilakukan. Penjabaran kondisi yang diberikan dalam studi ini masih sangat kasar, mengingat tulisan ini menekankan pada aspek *review*. Meskipun demikian, tulisan ini diharapkan dapat membuka kesempatan bagi peneliti lain untuk lebih mendalami kajian petrologi dan sedimentologi pada kawasan terumbu karang dan padang lamun.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sri Ratih Deswati, M.Si dan Arif, S.Pi yang telah bersama-sama melakukan pengambilan data lapangan. Terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Sri Kusdi Rahayuningsih dan Bapak Ir. Wahyu Budi Setyawan, MT dari P2O-LIPI Ancol, yang telah membantu dalam analisis sampel sedimen.

## Daftar Pustaka

- Armstrong-Altrin, J.S., N. Ramasamy, I.L. Yong, J.K. Juan, P.C. Leslie. 2014. Geochemistry of sands along the San Nicolás and San Carlos beaches, Gulf of California, Mexico: implications for provenance and tectonic setting. *Turkish Journal of Earth Science*, 23: 533-558.
- Baums, I.B., C.B. Paris, L.M. Chérubin. 2006. A bio-oceanographic filter to larval dispersal in a reef-building coral. *Limnology and Oceanography*, 51(5): 1969–1981.
- Binda, P.L., P.R. Hildred. 1973. Bimodal grain-size distributions of some Kalahari-type sands from Zambia. *Sedimentary Geology*, 10(3): 233–237
- Boggs, S. Jr. 2009. *Petrology of sedimentary rocks*, 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge. 600p.
- Briggs, D. 1977. *Sources and methods in Geography: Sediments*. p. 55-86. London: Butterworth and Co. (Publ.) Ltd.
- D'Haen, K., G. Verstraeten, P. Degryse. 2012. Fingerprinting historical fluvial sediment fluxes. *Progress in Physical Geography*, 36(2): 154-186.

- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- De Falco, G., M. Baroli, E. Murru, G. Piergallini, G. Cancemi. 2006. Sediment analysis evidences two different depositional phenomena influencing seagrass distribution in the Gulf of Oristano (Sardinia, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, 22(5): 1043-1050.
- Denisson, W.C., D.J. Barnes. 1988. Effect of water motion on coral photosynthesis and calcification. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 115:67-77.
- Deswati, S.R. 2009. Evaluasi metode akustik untuk pemantauan padang lamun. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Duane, D. 1964. Significance of skewness in recent sediment, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34(4): 864-874.
- Dyer, K.R. 1986. Coastal and estuarine sediment dynamics. John Wiley dan Sons Ltd. New York. 342 pp.
- Folk, R.L. 1966. A review of grain-size parameters. *Sedimentology*, 6: 73-96.
- Folk, R.L. 1974. The petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co., 182 p. Austin, Texas.
- Folk, R.L., W.C. Ward. 1957. Brazos River Bar, a study in the significance of grain-size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-26.
- Folk, R.L., A.S. Cotera. 1971. Carbonate sand cays of Alacran Reef, Yucatan, Mexico: Sediments. *Atoll Research Bulletin no.137*. The Smithsonian Institution. 35 pp. Washington.
- Folk, R.L., R. Robles. 1964. Carbonate sands of Isla Perez, Alacran Reef Complex, Yucatan. *Journal of Geology*, 72: 255-292.
- Fonseca, M.S. 1989. Sediment stabilization by *Halophila decipiens* in comparison to other seagrasses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 29(5): 501-507.
- Friedman, G.M. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, 31 (2): 514-529.
- Friedman, G. M., J. E. Sanders. 1978. Principles of sedimentology, John Wiley dan Sons. New York. 792 Pages.
- Hardy, T.A., I.R. Young. 1996. Field study of wave attenuation on an offshore coral reef. *Journal of Geophysical Research*, 101(C6): 14.311-14.326.
- Heiss, W.M., A.M. Smith, P.K. Probert. 2000. Influence of the small intertidal seagrass *Zostera novazelandica* on linear water flow and sediment texture. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 34(4): 689-694.
- Holtz, R.D., W.D. Kovacs. 1981. An Introduction to geotechnical engineering. Prentice-Hall. Michigan. P 733.
- Howell, K.L. 2010. A benthic classification system to aid in the implementation of marine protected areas networks in the deep/high seas of the NE Atlantic. *Biological Conservation* 143: 1041-1056.
- Hutomo, M., M.H. Azkab. 1987. Peran lamun di lingkungan laut. *Oceana*, 12(1): 13-23.
- Inman, D.L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 22: 125-145.
- Jokiel, P.L. 1978. Effects of water motion on coral reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 35: 87-98.
- Kostylev V.E., B.J. Todd, G.B.J. Fader, R.C. Courtney, G.D.M. Cameron, R.A. Pickrill. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. *Marine Ecology Progress Series*, 219: 121-137.
- Krumbein, W.C. 1934. Size frequency distributions of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4: 65-77.
- Loyarte, M.M.G. 2003. Relationship among grain-size, plant communities, and fluvial and eolian processes in a piedmont of the central Andes in Argentina. *Ecología Austral* 13:27-48.
- Madsen, J.D., P.A. Chambers, W.F. James, E.W. Koch, D.F. Westlake. 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hidrobiologia*, 444: 71-84.
- Manik, H.M., M. Furusawa., K. Amakasu. 2006a. Measurement of sea bottom scattering strength by quantitative echo sounder. *Fisheries Science Journal*, 72: 503-512.
- Manik, H.M., M. Furusawa., K. Amakasu. 2006b. Quantification of sea bottom and identifying fish habitat by quantitative echo sounder. *Japanese Journal of Applied Physics* 45(5B): 4865-4867.
- Martins, R.L. 1965. Significance of skewness and kurtosis in enviromental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 35(3): 768-770.
- Mason, C.C., R.L. Folk. 1958. Differentiation of beach, dune and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 28: 211-226.

- Mellors, J. H. Marsh, T.J.B. Carruthers, M. Waycott. 2002. Testing the sediment-trapping paradigm of seagrass: do seagrasses influence nutrient status and sediment structure in tropical intertidal environments?. *Bulletin of Marine Science*, 71(3): 1215–1226.
- Mellors, J. 2003. Sediment and nutrient in coastal intertidal seagrass of north eastern tropical Australia. [Doctoral thesis]. James Cook University. Australia.
- Monismith, S.G. 2007. Hydrodynamics of coral reefs. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 39:37–55.
- Nakamura, T., H. Yamasaki. 2005. Requirement of water-flow for sustainable growth of Pocilloporid corals during high temperature periods. *Marine Pollution Bulletin*, 50(10): 1115–1120.
- Neopane, H.P., S. Surendra. 2013. Particle size distribution and mineral analysis of sediments in Nepalese hydropower plant: A case study of Jhimruk hydropower plant. *Kathmandu University Journal Of Science, Engineering And Technology*, 9 (1): 29-36.
- Pereira, N.S., V.A.V. Manso, R.J.A. Macedo, J.M.A. Dias, A.M.C. Silva. 2013. Detrital carbonate sedimentation of the Rocas Atoll, South Atlantic. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(1): 57-72.
- Perez, I.I.I., K., K.S. Rodgers, P.L. Jokiel, C.V. Lager, D.J. Lager. 2014. Effects of terrigenous sediment on settlement and survival of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *PeerJ* 2: e387; DOI 10.7717/peerj.387.
- Peterson, C.H., R.A. Luettich Jr, F. Micheli, G.A. Skilleter. 2004. Attenuation of water flow inside seagrass canopies of differing structure. *Marine Ecology Progress Series*, 268: 81-92.
- Pujiyati, S., S. Hartati, W. Priyono. 2010. Efek ukuran butiran, kekasaran, dan kekerasan dasar perairan terhadap nilai hambur balik hasil deteksi hidroakustik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1): 59-67.
- Purnawan, S. 2009. Analisis model jackson pada sedimen berpasir menggunakan metode hidroakustik di gugusan pulau Pari, kepulauan Seribu. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Purnawan, S., I. Setiawan, Marwantim. 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik*, 1(1):31-36.
- Purnawan, S., I. Setiawan, Z.A. Muchlisin. 2015a. Sediment grain-size distribution in the Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *AAAL Bioflux*, 8(3): 404-410.
- Purnawan, S., H.A. Haridhi, I. Setiawan, Marwantim. 2015b. Grain-Size statistical parameters of sandy sediment in Kuala Gigieng, Aceh Besar District. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1): 15-21.
- Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series*, 62: 185–202.
- Saniah, S. Purnawan., S. Karina. 2014. The characteristics and mineral content of coastal sand from Lhok Mee, Beureunut and Leungah, Aceh Besar District. *Depik*, 3(3): 263-270.
- Sebens, K.P., S.P. Grace, B. Helmuth, E.J. Maney Jr, J.S. Miles. 1998. Water flow and prey capture by three scleractinian corals, *Madracis mirabilis*, *Montastrea cavernosa*, and *Porites porites*, in a field enclosure. *Marine Biology*, 131: 347-360.
- Stephens, D., M. Diesing. 2014. A Comparison of supervised classification methods for the prediction of substrate type using multibeam acoustic and legacy grain-size data. *PLoS ONE* 9(4): e93950. doi:10.1371/journal.pone.0093950.
- Udden, J.A. 1914. Mechanical composition of clastic sediment. *Bulletin of Geological Society of America*, 25: 655-744.
- Wachecka-Kotkowska, L., P. Kotkowski. 2011. Grain-size distribution analysis of quaternary sediments from the southern part of the Lodz region in Poland: a computational-methods approach. *Geologos*, 17 (4): 205–219.
- Webster, I.T., P.W. Ford, B. Robson, N. Margvelashvili, J.S. Parslow. 2003 Conceptual models of the hydrodynamics, fine-sediment dynamics, biogeochemistry, and primary production in the Fitzroy Estuary. Final Report to CRC Coastal Zone, Estuary, and Waterway Management for project CM-2.
- Weltje, G.J., H. von Eynatten. 2004. Quantitative provenance analysis of sediments: review and outlook. *Sedimentary Geology*, 171: 1–11.
- Wentworth, C.K. 1922. A Scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.
- Yamano, H., H. Kayanne, M. Chikamori. 2005. An overview of the nature and dynamics of reef islands. *Global Environmental Research*, 9(1): 9-20.