

## PENGUKURAN KOEFISIEN ATENUASI DAN HUBUNGANNYA DENGAN KUALITAS AIR DI PERAIRAN KELURAHAN PULAU PANGGANG

### MEASUREMENT OF ATTENUATION COEFFICIENT AND ITS RELATIONSHIP WITH WATER QUALITY IN KELURAHAN PULAU PANGGANG WATERS

Fanny Meliani<sup>1</sup>, Vincentius P. Siregar<sup>2</sup>, Nani Hendiarti<sup>3</sup>, Ety Parwati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Kelautan,

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup>Asisten Deputi Pendidikan dan Pelatihan Maritim, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman

<sup>4</sup>Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Korespondensi: fannymeliani@gmail.com

#### ABSTRACT

Attenuation coefficient is a description of how much light comes down or disappears compared to the light energy on the surface. Reduction of light energy due to absorption and scattering by the water column and the material contained such as phytoplankton, suspended solids and colored dissolved organic matter. The quantity of light that attenuated is equivalent to the amount of light absorbed and scattered. This study aims to analyze the relationship between attenuation coefficients and water quality, as well as to examine the optical characteristics of Kelurahan Pulau Panggang waters. Spectral measurements using TriOS-Ramses which have irradiance sensors with wavelengths between 320 nm to 950 nm and a channel range of 3,3 nm. Calculation of attenuation coefficient ( $K_d$ ) based on changes in downwelling irradiance at two different depths. To determine the relationship between  $K_d$  and water quality, Pearson correlation was used. Based on the wavelength range,  $K_d$  is divided into 4 namely  $K_d$  PAR,  $K_d$  blue,  $K_d$  green and  $K_d$  red.  $K_d$  blue and  $K_d$  green have the closest relationship with brightness of 0,5406 and 0,3990 and are negative, while  $K_d$  PAR and  $K_d$  red are most closely related to suspended solid of 0,4015 and 0,4073 and are positive. The waters of Kelurahan Pulau Panggang are turbid with a  $K_d$  PAR value  $> 0,115$  m<sup>-1</sup>.

Keyword: attenuation coefficient, Kepulauan Seribu, water quality

#### ABSTRAK

Koefisien atenuasi merupakan gambaran seberapa besar cahaya datang berkurang atau hilang dibandingkan dengan energi cahaya datang di permukaan. Pengurangan energi cahaya dikarenakan adanya proses absorpsi dan hamburan oleh kolom air dan materi yang terkandung di dalamnya seperti fitoplankton, padatan tersuspensi dan *colored dissolved organic matter*. Kuantitas cahaya yang mengalami atenuasi setara dengan jumlah cahaya yang diabsorpsi dan dihamburkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara koefisien atenuasi dengan kualitas air, serta mengkaji karakteristik optik perairan Kelurahan Pulau Panggang. Pengukuran spektral menggunakan TriOS-Ramses yang memiliki sensor *irradiance* dengan panjang gelombang antara 320 nm sampai 950 nm dan rentang kanal 3,3 nm. Perhitungan koefisien atenuasi ( $K_d$ ) berdasarkan perubahan *downwelling irradiance* pada dua kedalaman berbeda. Korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui hubungan antara  $K_d$  dengan kualitas air. Berdasarkan rentang panjang gelombang,  $K_d$  dibagi menjadi 4 yaitu  $K_d$  PAR,  $K_d$  biru,  $K_d$  hijau dan  $K_d$  merah.  $K_d$  biru dan  $K_d$  hijau memiliki hubungan paling erat dengan kecerahan sebesar 0,5406 dan 0,3990 serta bersifat negatif, sedangkan  $K_d$  PAR dan  $K_d$  merah paling erat hubungannya dengan muatan padatan tersuspensi sebesar 0,4015 dan 0,4073 dan bersifat positif. Perairan Kelurahan Pulau Panggang merupakan perairan turbid dengan nilai  $K_d$  PAR  $> 0,115$  m<sup>-1</sup>.

Kata kunci: koefisien atenuasi, kualitas air, Kepulauan Seribu

## PENDAHULUAN

Cahaya merupakan kebutuhan primer di dalam kehidupan ekosistem perairan. Cahaya matahari sangat penting untuk kelangsungan proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton. Fitoplankton yang produktif hanyalah terdapat di lapisan-lapisan air teratas, dimana intensitas cahaya cukup bagi berlangsungnya fotosintesis. Cahaya juga berperan di dalam memvisualisasikan lingkungan bagi organisme perairan.

Sifat optik perairan dipengaruhi oleh intensitas dan sudut datang cahaya serta materi yang terkandung di perairan. Berdasarkan sifat optiknya, perairan dibagi menjadi 2 tipe. Perairan tipe 1 adalah perairan yang sifat optiknya didominasi oleh fitoplankton. Proses absorpsi banyak dilakukan oleh klorofil-a di perairan ini (Mobley 2001). Perairan tipe 1 biasanya ditemukan di perairan lepas pantai yang tidak dipengaruhi oleh zona perairan dangkal dan sungai. Perairan tipe 2 merupakan perairan yang tidak hanya dipengaruhi oleh fitoplankton, tetapi juga dari padatan tersuspensi, partikel inorganik dan materi organik berwarna terlarut (*colored dissolved organic matter*, CDOM). Perairan kasus 2 berada di dekat pantai dan estuaria yang dipengaruhi oleh kegiatan manusia seperti pariwisata dan perikanan (Mobley 2001).

Koefisien atenuasi merupakan gambaran seberapa besar cahaya datang berkurang atau hilang dibandingkan dengan energi cahaya datang di permukaan. Pengurangan energi cahaya dikarenakan adanya proses absorpsi dan hamburan oleh kolom air dan materi yang terkandung di dalamnya seperti fitoplankton, padatan tersuspensi dan CDOM (Mobley 2001; Arnone *et al.* 2004; Kirk 2011). Kuantitas cahaya yang mengalami atenuasi setara dengan jumlah cahaya yang diabsorpsi dan dihamburkan. Proses atenuasi juga menyebabkan penetrasi cahaya hanya dapat menembus kolom air hingga kedalaman tertentu. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai koefisien atenuasi dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik suatu kolom perairan.

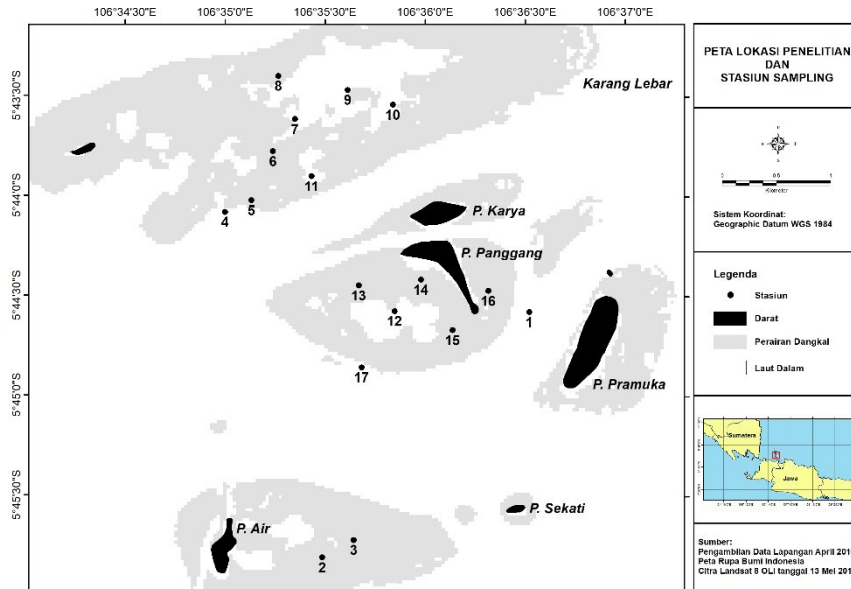
Pulau Panggang, Pulau Air dan Karang Lebar merupakan pulau yang terdapat di Kelurahan Pulau Panggang, gugusan Kepulauan Seribu. Berdasarkan jumlah penduduk, Pulau Panggang merupakan pulau pemukiman terpadat di Kepulauan Seribu. Selain itu, di Pulau

Panggang juga terdapat kegiatan *sea farming* atau budidaya. Pulau Air merupakan pulau yang diperuntukkan sebagai tempat peristirahatan dan terdapat area untuk kegiatan wisata bahari seperti *snorkeling*, menyelam dan memancing. Karang Lebar merupakan perairan dangkal dimana banyak terdapat terumbu karang. Aktifitas perikanan banyak dilakukan di area ini, antara lain penangkapan ikan terumbu dan cumi-cumi. Perkembangan aktifitas manusia dan peningkatan kekeruhan perairan dapat mempengaruhi karakteristik suatu perairan. Penelitian mengenai atenuasi cahaya di perairan ini masih sangat sedikit dilakukan, sehingga penelitian koefisien atenuasi terhadap kualitas air sangat penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara koefisien atenuasi dengan kualitas air (klorofil-a, muatan padatan tersuspensi, kecerahan) serta mengkaji karakteristik optik perairan Kelurahan Pulau Panggang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di perairan Kelurahan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Jakarta. Lokasi penelitian berada di perairan Karang Lebar, Pulau Panggang dan Pulau Air, dengan koordinat  $5^{\circ} 43' 16'' - 5^{\circ} 45' 58''$  LS dan  $106^{\circ} 34' 48'' - 106^{\circ} 36' 40''$  BT (Gambar 1). Pengukuran parameter optik dan kualitas air dilaksanakan pada tanggal 24 - 27 April 2016 (musim peralihan).

Alat yang digunakan untuk pengukuran parameter optik dan kualitas air yaitu (1) radiometer dan komputer untuk pengukuran pantulan spektral, (2) botol sampel, VanDorn *watersampler* dan 1 set filter air untuk pengukuran konsentrasi klorofil-a dan MPT (Muatan Padatan Tersuspensi), (3) *water quality portable* untuk pengukuran kualitas air seperti suhu, salinitas, pH dan kecerahan, (4) *secchi disk* untuk pengukuran kecerahan, (5) GPS (*Global Positioning System*) untuk penentuan koordinat lokasi pengambilan sampel dan *log sheet* untuk pencatatan data. Peralatan pengolahan yang digunakan adalah seperangkat komputer yang memiliki sistem operasi Windows beserta perlengkapannya seperti *printer* dan *scanner*, dengan perangkat lunak seperti MSDA, *Microsoft Excel* 2013, ArcGIS 10.2, ER Mapper 7 dan XL-STAT. Sumber data yang digunakan adalah data spektral, data kualitas air, citra Landsat 8 OLI, serta peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) versi digital.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan stasiun sampling

**Kualitas Air**

Pengukuran kualitas air seperti suhu, salinitas dan pH menggunakan alat *water quality checker*. Kecerahan diukur menggunakan *secchi disk*. Sampel air untuk klorofil-a dan MPT diambil menggunakan Van Dorn *watersampler*. Analisa klorofil-a dan MPT dilakukan di Laboratorium Produktifitas dan Lingkungan, FPIK – IPB.

Pengukuran klorofil-a dilakukan dengan menyaring sampel air secukupnya sampai pori filter mampat (1.000 – 2.500 ml) menggunakan kertas saring berdiameter 47 mm dan berukuran pori 0,45 µm. Kertas saring digerus menggunakan *tissue grinder* dengan menambahkan pelarut aseton 90% + MgCO<sub>3</sub> sebanyak 10 ml. Sampel disimpan dalam wadah kedap cahaya selama 12 – 24 jam pada suhu 4 °C. Sampel di *sentrifuge* selama 30 menit pada 2.000 rpm agar larutan menjadi jernih, kemudian dianalisis dengan spektrofotometer. Perhitungan klorofil-a dilakukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 630, 647 dan 664 nm. Konsentrasi klorofil-a dihitung berdasarkan persamaan berikut (APHA 2012):

$$Klorofil - a \left( \frac{mg}{m^3} \right) = \frac{Ca \times Va}{V}$$

dimana:

$$Ca = 11,85(Abs\ 664) - 1,54(Abs\ 647) - 0,08(Abs\ 630) \text{ (mg/L)}$$

$$Va = \text{Volume aseton (L)}$$

$$V = \text{Volume sampel air yang disaring (m3)}$$

Berat kering dan berat basah dari kertas saring diperlukan dalam pengukuran MPT. Kertas saring dengan ukuran pori 1,5 µm dan diameter 47 mm diletakkan pada peralatan filtrasi, dibilas dengan air suling dan dihisap menggunakan vakum. Kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 103 – 105 °C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator. Kertas ditimbang menggunakan neraca analitik dan bobot kertas saring ini disebut sebagai berat kering.

Sampel air sebanyak 200 ml disaring menggunakan kertas saring dan vakum. Kertas saring dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 103 – 105 °C. Sampel yang sudah kering dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang menggunakan neraca analitik. Berat kertas saring ini disebut berat basah. Nilai MPT dihitung menggunakan rumus (APHA 2012):

$$\text{Muatan padatan tersuspensi} \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

dimana:

$$A = \text{Berat basah (mg)}$$

$$B = \text{Berat kering (mg)}$$

$$V = \text{Volume sampel air yang disaring (ml)}$$

**Data Spektral**

Pengukuran nilai spektral menggunakan TriOS-Ramses. TriOS-Ramses merupakan radiometer hiperspektral yang mempunyai 190 kanal dengan panjang gelombang antara 320 nm sampai 950 nm dan rentang kanal sebesar 3,3 nm.

Instrumen ini memiliki 1 sensor *irradiance* (ACC-VIS) untuk mengukur *downwelling irradiance* ( $E_d$ ) dan 2 sensor *radiance* (ARC-VIS) untuk mengukur *upwelling sea surface radiance* ( $L_{sfc}$ ) dan *sky leaving radiance* ( $L_{sky}$ ) (Garaba *et al.* 2014) (Gambar 2).

Sensor untuk mengukur  $L_{sky}$  ditempatkan di kapal dengan sudut zenith  $42^\circ$  ( $\theta_{sky}$ ). Sensor untuk mengukur  $E_d$  dan  $L_{sfc}$  diletakkan berdampingan, sensor *irradiance* ( $E_d$ ) menghadap zenith dan sensor *radiance* ( $L_{sfc}$ ) dengan sudut nadir  $42^\circ$  ( $\theta_{sfc}$ ) (Hommersom *et al.* 2012). Sensor untuk mengukur  $E_d$  dan  $L_{sfc}$  dimasukkan ke dalam kolom air dan pengukuran dilakukan pada bawah permukaan air, serta setiap 1 meter sampai kedalaman dimana cahaya berkurang atau menghilang. Pengaturan sensor TriOS-Ramses pada survei lapang disajikan pada Gambar 3.

Koefisien atenuasi ( $K_d$ ) dapat dihitung berdasarkan perubahan *downwelling irradiance* ( $E_d$ ) pada dua kedalaman yang berbeda. *Downwelling irradiance* merupakan cahaya datang yang masuk ke kolom perairan dan diukur oleh sensor *irradiance* dari TriOS-Ramses. Ilustrasi pengukuran  $E_d$  menggunakan sensor *irradiance* disajikan pada Gambar 4. Perhitungan dirumuskan sebagai berikut (Lee *et al.* 2005, Kirk 2011):

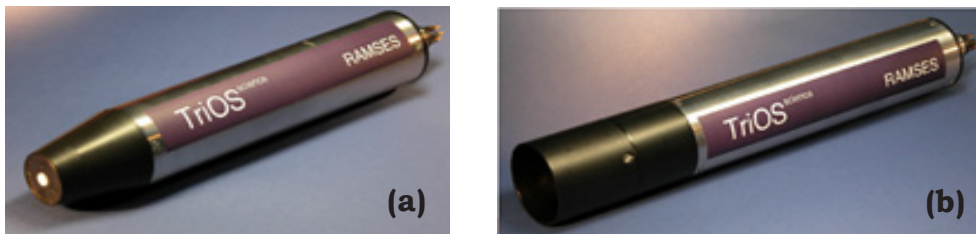
$$K_d = \frac{1}{z_2 - z_1} \ln \frac{E_d(z_1)}{E_d(z_2)}$$

dimana:

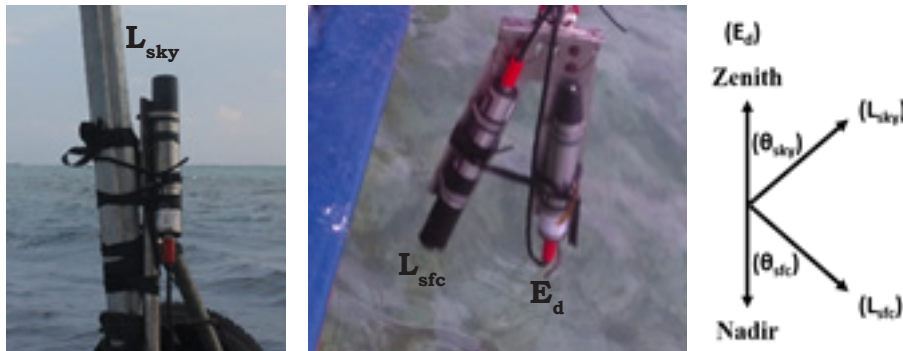
$K_d$  = Koefisien atenuasi ( $m^{-1}$ )

$E_d$  = *Downwelling irradiance* ( $W m^{-2}$ )

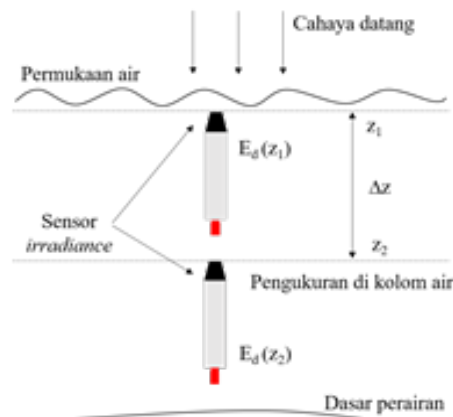
$z$  = Kedalaman (m)



Gambar 2. Sensor TriOS-Ramses (a) *irradiance* dan (b) *radiance*



Gambar 3. Pengaturan sensor TriOS-Ramses



Gambar 4. Pengukuran optik perairan menggunakan radiometer TriOS-Ramses

## Analisis Data

Analisa statistik dilakukan dengan menggunakan korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara koefisien atenuasi dengan masing-masing parameter kualitas air (klorofil-a, MPT, kecerahan). Nilai koefisien korelasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hasan 2008):

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

dimana:

$r$  = Koefisien korelasi

$x$  = Kualitas air (klorofil-a, MPT, kecerahan)

$y$  = Koefisien atenuasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air seperti klorofil-a, MPT, suhu, salinitas, pH dan kecerahan dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KEPMENLH) No.51 tahun 2004 dan beberapa referensi mengenai kualitas air dan biota laut disajikan pula dalam Tabel 1. Parameter kualitas air pada 17 stasiun pengamatan diinterpolasi untuk melihat sebaran spasialnya. Sebaran parameter kualitas air dilihat pada Gambar 5.

Klorofil-a sering digunakan sebagai indikator kesuburan perairan. Klorofil-a merupakan pigmen penting di dalam melakukan proses fotosintesis dan terdapat pada seluruh fitoplankton. Konsentrasi klorofil-a di atas  $0,2 \text{ mg/m}^3$  menunjukkan adanya kehidupan fitoplankton yang cukup untuk kelangsungan aktifitas perikanan (Riyanto *et al.* 2015). Hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a memiliki nilai lebih dari  $0,2 \text{ mg/m}^3$ , sehingga di perairan Kelurahan Pulau Panggang dapat dimanfaatkan untuk aktifitas perikanan seperti *sea farming* atau budidaya ikan. Nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi berada di sekitar perairan Pulau Panggang dan Karang Lebar. Aktifitas manusia di daratan/pulau seperti tempat pelelangan ikan, darmaga bongkar muat ikan dan saluran pembuangan limbah rumah tangga, menyebabkan buangan limbah organik. Limbah organik tersebut merupakan sumber nutrisi yang berguna

bagi pertumbuhan fitoplankton.

MPT terdiri atas partikel zat padat seperti pasir dan lumpur yang tersuspensi di kolom air, komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton dan mikroorganisme laut lainnya, serta komponen mati (abiotik) seperti detritus. Kandungan MPT di perairan Kelurahan Pulau Panggang tersebar secara bervariasi antara 9 – 83 mg/L. Nilai ini sesuai dengan nilai baku mutu air laut untuk biota pada KEPMENLH (2004) yaitu sebesar 20 – 80 mg/L.

Suhu perairan berperan penting untuk proses fotosintesis, pertumbuhan, penyebaran dan kelangsungan hidup biota laut. Suhu perairan Kelurahan Pulau Panggang tidak memiliki perbedaan yang signifikan yaitu berkisar antara  $29,66 - 31,44 \text{ }^\circ\text{C}$ . Suhu ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai baku mutu dari KEPMENLH (2004). Menurut Pulumahuny dan Edward (2004), suhu yang baik untuk kelangsungan hidup ikan di daerah tropis yaitu antara  $25 - 32 \text{ }^\circ\text{C}$ . Berdasarkan nilai tersebut maka perairan Kelurahan Pulau Panggang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan biota laut.

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam 1.000 gram air laut. Salinitas mempengaruhi kehidupan organisme perairan termasuk ikan. Hasil pengukuran salinitas berkisar antara  $31,47 - 32,44 \text{ }^\circ\text{‰}$ . Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai baku mutu dari KEPMENLH (2004). Menurut Tarigan dan Edward (2003), nilai salinitas untuk menunjang kehidupan biota laut berkisar antara  $31 - 35 \text{ }^\circ\text{‰}$ . Berdasarkan hal tersebut maka perairan Kelurahan Pulau Panggang dapat menunjang kehidupan biota laut.

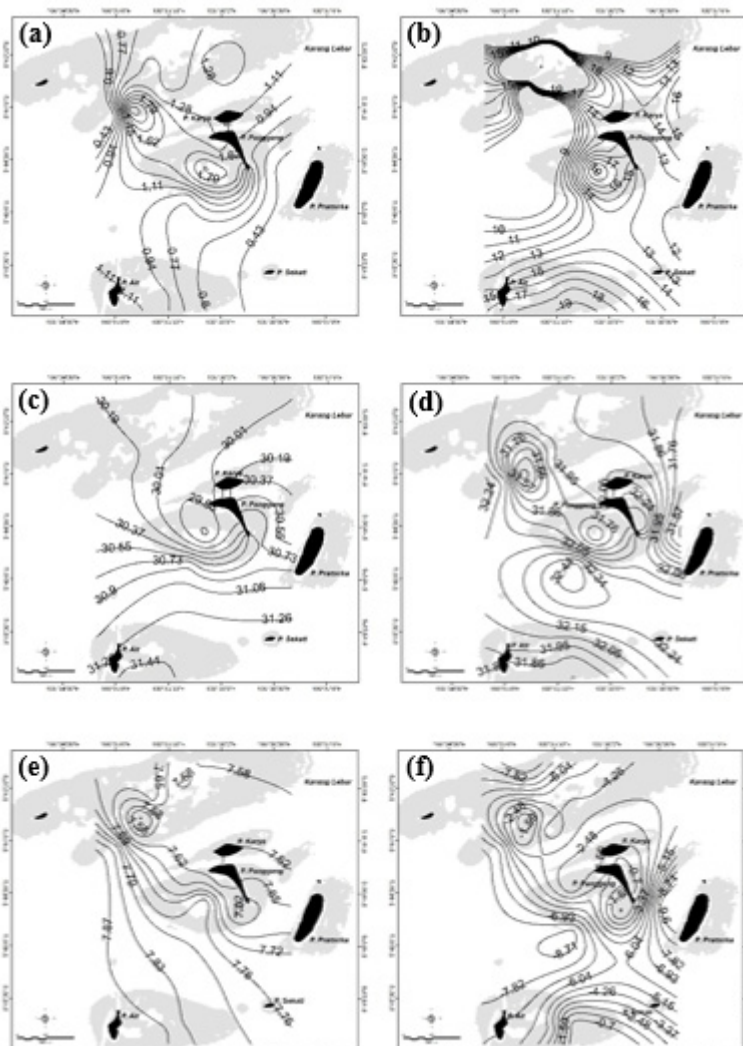
Derajat keasaman atau pH dapat digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan. Perairan yang memiliki pH rendah dapat mengakibatkan menurunnya pertumbuhan ikan, ikan menjadi lemah, lebih mudah terinfeksi penyakit, dan biasanya diikuti dengan tingginya tingkat kematian (Suwoyo 2011). Hasil pengukuran pH di perairan Kelurahan Pulau Panggang baik untuk kelangsungan hidup ikan dan bersifat homogen yaitu berkisar antara  $7,51 - 7,87$ . Hal sesuai dengan nilai baku mutu dari KEPMENLH (2004).

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang menggambarkan kemampuan cahaya untuk menembus kolom perairan sampai kedalaman tertentu. Nilai kecerahan di perairan Kelurahan Pulau Panggang berkisar antara 0,7 – 9,6 m,

dengan rata-rata nilai 4,24 m. Nilai ini baik untuk kehidupan biota laut, sesuai dengan nilai baku mutu kecerahan yang terdapat di dalam KEPMENLH (2004) yaitu lebih besar dari 3 m.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air, baku mutu KEPMENLH (2004) dan referensi mengenai biota laut

Parameter	Nilai Pengukuran	Baku Mutu (KEPMENLH, 2004)	Rentang Nilai	Referensi	Satuan
Klorofil-a	0,43 – 2,12	-	> 0,2	Riyanto et al. (2015)	mg/m <sup>3</sup>
MPT	9 – 83	20 – 80	-		mg/L
Suhu	29,66 – 31,44	28 – 30	25 – 32	Pulumahuny dan Edward (2004)	°C
Salinitas	31,47 – 32,44	33 – 34	31 - 35	Tarigan dan Edward (2003)	‰
pH	7,51 – 7,87	7 – 8,5	-		-
Kecerahan	0,7 – 9,6	> 3	-		m



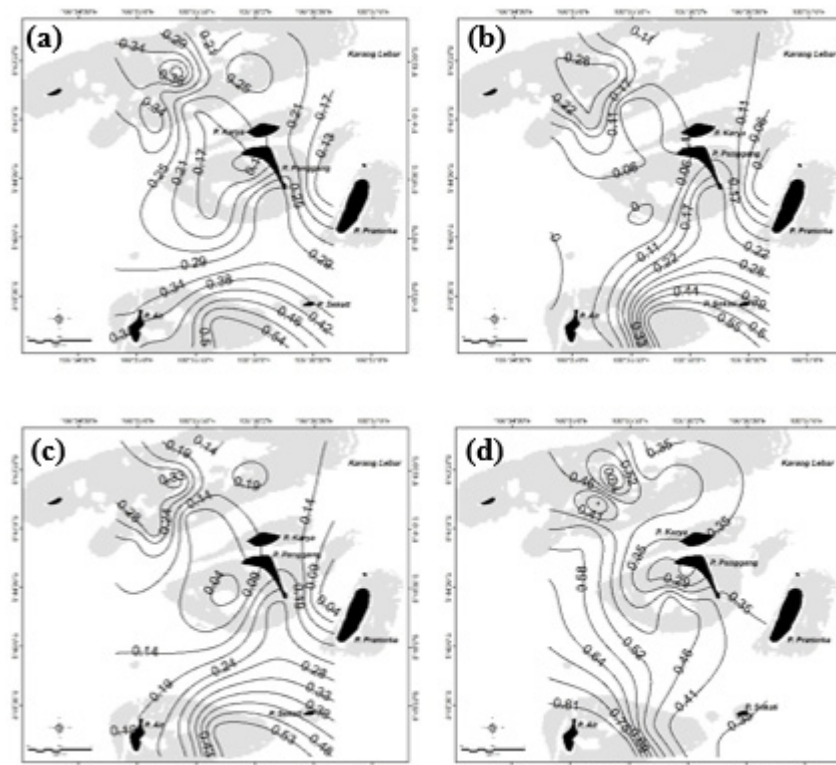
Gambar 5. Sebaran klorofil-a (a), MPT (b), suhu (c), salinitas (d), pH (e), kecerahan (f)

## Koefisien Atenuasi

Berdasarkan kisaran panjang gelombang, nilai koefisien atenuasi ( $K_d$ ) di perairan Kelurahan Pulau Panggang dibagi menjadi 4, yaitu (1) 400 – 700 nm (PAR), (2) 450 – 515 nm (biru), (3) 525 – 600 nm (hijau), dan (4) 630 – 680 nm (merah). PAR atau sinar tampak merupakan kisaran panjang gelombang dari radiasi matahari yang dapat menembus kolom air hingga kedalaman tertentu. Kisaran panjang gelombang biru, hijau dan merah, disesuaikan dengan kisaran panjang gelombang pada citra Landsat 8 OLI.

Hasil pengukuran memiliki kisaran nilai sebesar 0,13 – 0,54  $m^{-1}$  untuk  $K_d$  PAR, 0,00 – 0,55  $m^{-1}$  untuk  $K_d$  biru, 0,04 – 0,53  $m^{-1}$   $K_d$  hijau, dan 0,23 – 0,81  $m^{-1}$  untuk  $K_d$  merah. Sebaran koefisien atenuasi untuk  $K_d$  PAR,  $K_d$  biru,  $K_d$  hijau, dan  $K_d$  merah dilihat pada Gambar 6. Saulquin *et al.* (2013) membagi perairan berdasarkan nilai  $K_d$

PAR, yaitu  $K_d$  PAR < 0,115  $m^{-1}$  merupakan perairan yang sangat jernih dan  $K_d$  PAR > 0,115  $m^{-1}$  merupakan perairan turbid. Nilai  $K_d$  PAR pada penelitian ini berkisar antara 0,13 – 0,54  $m^{-1}$ , sehingga perairan Kelurahan Pulau Panggang termasuk perairan turbid. Nilai koefisien atenuasi yang tinggi berada di perairan dangkal dekat Pulau Air dan Pulau Panggang. Perairan ini dekat pulau dengan aktifitas antropogenik, sehingga kandungan partikel di dalam kolom air lebih banyak yang mengakibatkan atenuasi lebih besar. Menurut Brito *et al.* (2013), perairan yang lebih dangkal memiliki konsentrasi partikel tersuspensi yang lebih tinggi karena adanya *run-off* dan sedimentasi dibandingkan perairan terbuka. Nilai  $K_d$  merah memiliki nilai tertinggi di bagian tengah gobah dari Pulau Panggang, Pulau Air dan Karang Lebar. Hal ini dikarenakan adanya absorpsi dari molekul air dan kedalaman perairan (Prasetyo *et al.* 2017).



Gambar 6. Sebaran  $K_d$  PAR (a),  $K_d$  biru (b),  $K_d$  hijau (c), dan  $K_d$  merah (d)

## Hubungan Koefisien Atenuasi Dengan Kualitas Air

Intensitas cahaya pada kolom air dengan kedalaman tertentu yang mengalami atenuasi/pengurangan merupakan fungsi dari beberapa variabel, seperti absorpsi oleh air, fitoplankton, partikel anorganik dan bahan-bahan berwarna, serta hamburan oleh fitoplankton, partikel anorganik dan padatan tersuspensi. Oleh karena itu, jumlah cahaya yang diabsorpsi dan

dihamburkan setara dengan atenuasi (Kirk 2011). Berdasarkan hal tersebut, parameter kualitas air yang digunakan untuk menentukan hubungan dengan koefisien atenuasi adalah klorofil-a sebagai variabel absorpsi, MPT sebagai variabel hamburan, dan kecerahan sebagai variabel penetrasi cahaya. Hubungan antara 4 koefisien atenuasi dengan 3 parameter kualitas air dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Hasil uji korelasi koefisien atenuasi dengan kualitas air dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji korelasi koefisien atenuasi dengan parameter kualitas air

Parameter	Koefisien korelasi			
	$K_d$ PAR	$K_d$ biru	$K_d$ hijau	$K_d$ merah
Klorofil-a	-0,0698	-0,0533	-0,1485	-0,0726
MPT	0,4015	0,3015	0,3223	0,4073
Kecerahan	-0,3140	-0,5406	-0,3990	0,1700

Keeratan hubungan antara 2 variabel dinyatakan oleh koefisien korelasi ( $r$ ). Identifikasi koefisien korelasi menurut Hasan (2008) dinyatakan bahwa: apabila  $r = 0$  maka tidak ada korelasi;  $r < 0,2$  maka korelasi sangat rendah;  $r = 0,2 - 0,4$  maka korelasi rendah;  $r = 0,4 - 0,7$  maka korelasi cukup berarti;  $r = 0,7 - 0,9$  maka korelasi tinggi;  $r = 0,9 - <1$  maka korelasi sangat tinggi; dan  $r = 1$  maka korelasi sempurna. Hubungan X (kualitas air) dan Y (koefisien atenuasi) dikatakan positif apabila kenaikan X pada umumnya diikuti oleh kenaikan Y, atau penurunan X pada umumnya diikuti oleh penurunan Y. Sebaliknya, hubungan dikatakan negatif apabila kenaikan X pada umumnya diikuti oleh penurunan Y, atau penurunan X pada umumnya diikuti oleh kenaikan Y.

Nilai korelasi tertinggi  $K_d$  PAR sebesar 0,4015 dengan MPT. Hal ini menyatakan hubungan  $K_d$  PAR dengan MPT cukup berarti dan bersifat positif. Kenaikan kandungan MPT akan diikuti oleh kenaikan nilai koefisien atenuasi PAR. Nilai korelasi tertinggi  $K_d$  biru sebesar -0,5406 dengan kecerahan. Hal ini menyatakan hubungan  $K_d$  biru dengan kecerahan cukup berarti dan bersifat negatif. Semakin dalam penetrasi cahaya di kolom air, maka nilai  $K_d$  biru semakin rendah. Nilai korelasi tertinggi  $K_d$

hijau sebesar -0,3990 pada kecerahan. Hal ini menyatakan hubungan  $K_d$  hijau dengan kecerahan rendah dan bersifat negatif. Semakin dalam penetrasi cahaya di kolom air, maka nilai  $K_d$  hijau semakin rendah. Nilai korelasi tertinggi  $K_d$  merah sebesar 0,4073 pada MPT. Hal ini menyatakan hubungan  $K_d$  merah dengan MPT cukup berarti dan bersifat positif. Kenaikan kandungan MPT akan diikuti oleh kenaikan nilai koefisien atenuasi PAR.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

$K_d$  biru dan  $K_d$  hijau memiliki hubungan paling erat dengan kecerahan sebesar 0,5406 dan 0,3990 serta bersifat negatif yaitu semakin dalam penetrasi cahaya di kolom air maka nilai  $K_d$  biru dan  $K_d$  hijau semakin rendah, sedangkan  $K_d$  PAR dan  $K_d$  merah paling erat hubungannya dengan MPT sebesar 0,4015 dan 0,4073 dan bersifat positif yaitu kenaikan kandungan MPT akan diikuti oleh kenaikan nilai  $K_d$  PAR dan  $K_d$  merah. Perairan Kelurahan Pulau Panggang merupakan perairan turbid dengan nilai  $K_d$  PAR  $> 0,115 \text{ m}^{-1}$ .



## Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diperlukan pengukuran secara kontinu agar diketahui perubahan karakteristik perairan tiap musim berdasarkan koefisien atenuasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh beasiswa dari Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Terima kasih disampaikan kepada Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN yang telah memberikan izin untuk mengikuti kegiatan pengukuran data di Kepulauan Seribu.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC. American Public Health Association.
- Arnone RA, Wood AM, Gould RW Jr. 2004. The evolution of optical water mass classification. *Journal of The Oceanography Society*. 17(2) : 14-15.
- Brito AC, Newton A, Fernandes TF, Tett P. 2013. Measuring light attenuation in shallow coastal systems. *Journal of Ecosystem and Ecography*. 3(122) : 1-4.
- Garaba SP, Badewien TH, Braun A, Schulz AC, Zielinski O. 2014. Using ocean colour remote sensing products to estimate turbidity at the Wadden Sea time series station Spiekeroog. *Journal Europ. Opt. Soc. Rap. Public*. 9(14020) : 1-6.
- Hasan MI. 2008. *Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)* Ed-2. Jakarta. Bumi Aksara.
- Hommersom A, Kratzer S, Laanen M, Ansko I, Ligi M, Bresciani M, Giardino C, Abaunza JMB, Moore G, Wernand M, Peters S. 2012. Intercomparison in the field between the new WISP-3 and other radiometers (TriOS Ramses, ASD Fieldspec, and TACCS). *Journal of Applied Remote Sensing*. 6(063615) : 1-21.
- [KEPMENLH] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2004. No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut. Jakarta. 10 halaman.
- Kirk J. 2011. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. New York. Cambridge University Press.
- Lee ZP, Du KP, Arnone R. 2005. A model for the diffuse attenuation coefficient of downwelling irradiance. *Journal of Geophysical Research*. 110(C02016) : 1-10.
- Mobley CD. 2001. *Radiative Transfer in the Ocean*. Sequoia Scientific, Inc., WA, USA. Academic Press. 2321-2330.
- Prasetyo BA, Siregar VP, Agus SB, Asriningrum W. 2017. Pengukuran koefisien diffuse atenuasi (Kd) di perairan dangkal sekitar Karang Lebar, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 8(2) : 127-138.
- Pulumahuny FS, Edward. 2004. Kualitas air laut di perairan Seram Timur, Maluku dalam kaitannya untuk kepentingan budidaya perikanan. Prosiding Pengendalian Penyakit Pada Ikan dan Udang Berbasis Imunisasi dan Biosecurity. 14-20.
- Riyanto AE, Yusuf M, Wijayanti DP. 2015. Studi kandungan klorofil-a dan suhu kaitannya dengan biomassa ikan terumbu karang di Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Kofiau-Boo, Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Oseanografi*. 4(1) : 297-305.
- Saulquin B, Hamdi A, Gohin F, Populus J, Mangin A, d'Andon OF. 2013. Estimation of the diffuse attenuation coefficient KdPAR using MERIS and application to seabed habitat mapping. *Remote Sensing of Environment*. 128 : 224-233.
- Suwoyo HS. 2011. Kajian kualitas air pada budidaya kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) sistem tumpang sari di areal mangrove. Berkala Perikanan Terubuk. 25-40.
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kandungan total zat padat tersuspensi (Total Suspended Solid) di perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara, Sains*. 7(3) : 109-119.