

**KARAKTERISTIK DAN POTENSI PERAIRAN SEBAGAI PENDUKUNG  
PERTUMBUHAN LAMUN DI PERAIRAN TELUK BUYAT DAN TELUK RATATOTOK,  
SULAWESI UTARA**

*(The Characteristics and Potential of Water to Support the Seagrass Abundance at Buyat and Ratatotok Bay Waters, North Sulawesi)*

**Restu Nur Afi Ati<sup>1\*</sup>, Terry Louise Kepel<sup>1</sup>, Mariska Astrid Kusumaningtyas<sup>1</sup>,  
Desy Maria Helena Mantiri<sup>2</sup> dan Andreas Albertino Hutahaean<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan Kompleks Bina Samudera Jl. Pasir Putih I Ancol Timur Lantai 4 Jakarta 14430.

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi,  
Jl. Kampus Unsrat Bahu Sulawesi Utara 95115.

\*Penulis korespondensi. Tel: 08128389210. Email: restu.noviansyah@gmail.com.

Diterima: 14 Januari 2016

Disetujui: 3 Maret 2016

**Abstrak**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan potensi perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok guna mendukung potensi sumberdaya hayati ekosistem laut dan pesisir, khususnya ekosistem lamun. Penelitian dilakukan pada Juni 2013 pada 6 stasiun di Teluk Buyat dan 4 stasiun di Teluk Ratatotok. Parameter yang diukur *in situ* dengan menggunakan alat *water quality meter* adalah pH, salinitas dan suhu. Parameter nitrat, fosfat dan klorofil-a dianalisis dengan menggunakan metode APHA. Data tutupan lamun diperoleh dengan metode transek kuadrat sesuai *Seagrass Watch Method*. Hasil pengamatan dipetakan secara spasial menggunakan *Ocean Data View*. Analisis hubungan antara parameter perairan dan tutupan lamun dilakukan dengan menggunakan *Principal Component Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu, salinitas dan klorofil-a pada perairan berperan penting pada tutupan lamun dan secara umum kondisi perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok masih dalam kategori baik dan subur serta layak untuk kehidupan biota laut, khususnya ekosistem lamun.

**Kata kunci:** Teluk Buyat, Teluk Ratatotok, parameter fisika-kimia, kelimpahan lamun.

**Abstract**

*The aim of this research is to identify the characteristics and potential of Buyat Bay and Ratatotok Bay waters to support natural resources in marine and coastal ecosystems, especially seagrass ecosystem. The research was conducted in June 2013, at 6 stations in Buyat Bay and 4 stations in Ratatotok Bay. The in situ parameters measured using water quality meter instrument were pH, salinity and temperature. Water sample for nitrate, phosphate and chlorophyll-a concentration were taken to laboratory used APHA method. Seagrass cover data obtained with the square method transect of Seagrass Watch. The observations were mapped spatially using Ocean Data View software. Principal Component Analysis was used to analyse the relationship between the water parameters and seagrass covers. The result shows that temperature, salinity and chlorophyll-a at Buyat and Ratatotok Bay waters are considerably good to support the living of marine biota, especially seagrass ecosystem.*

**Keywords:** Buyat Bay, Ratatotok Bay, physical-chemical parameter, seagrass abundance.

**PENDAHULUAN**

Penelitian karakteristik dan potensi perairan dilakukan pada dua teluk berdampingan yang memiliki perbedaan geomorfologi. Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok merupakan teluk kecil yang terletak di pantai selatan semenanjung Minahasa dan secara administratif berada di Kabupaten Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara. Keberadaan keduanya hanya dipisahkan oleh pulau yang berbentuk memanjang, yaitu Tanjung Putus-putus. Kedua teluk telah dimanfaatkan untuk aktivitas

pertambangan sejak 1996 – 2004, dan hingga saat ini pemantauan lingkungan perairan pasca penambangan terus berlangsung. Persamaan dari kedua teluk ini adalah merupakan daerah estuaria yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar. Kombinasi pengaruh air laut dan air tawar tersebut dapat menghasilkan suatu komunitas yang khas dengan lingkungan yang bervariasi, salah satunya adalah perbedaan komunitas lamun pada kedua teluk.

Tutupan lamun hanya teridentifikasi di perairan Teluk Ratatotok. Tidak adanya komunitas lamun di Teluk Buyat kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya parameter perairan dan kondisi lingkungan seperti lokasi teluk yang terbuka. Kondisi substrat, nutrien, kekeruhan, klorofil-a merupakan faktor yang dapat mempengaruhi distribusi dan pertumbuhan lamun (Terrados dkk, 1999; Abal dan Dennison 1996; Greening dan Janicki, 2006). Pertambangan dan sedimentasi perairan juga dapat membawa dampak buruk bagi ekosistem lamun, mengingat Teluk Buyat merupakan lokasi pembuangan limbah tailing atau lumpur sisa penghancuran batu tambang (Blackwood dan Edinger, 2007). Penelitian Maher (1986) menemukan efek dari logam pada epifit pemakan rumput, terutama zooplankton dan ikan, berdampak pada komunitas lamun secara tidak langsung. Degradasi ekosistem lamun juga berkaitan dengan perubahan iklim yaitu meningkatnya suhu yang dapat berpengaruh terhadap distribusi dan proses reproduksi lamun (Van Katwijk dkk, 2011).

Hasil penelitian Mantiri dan Rimper (2005) pada kedua perairan menunjukkan nilai suhu, pH, salinitas serta klorofil-a memiliki kisaran kondisi optimal dengan masing-masing nilai sebesar 28-32 °C; 7-8,5; 33-34‰ dan 1,68 mg/m<sup>3</sup> (Teluk Buyat) dan 1,47 mg/m<sup>3</sup> (Teluk Ratatotok). Namun, kisaran nitrat dan fosfat ditemukan telah melebihi baku mutu yaitu kandungan nitrat fosfat di Teluk Buyat sebesar 0,563 dan 1,027 ppm sedangkan Teluk Ratatotok tercatat sebesar 0,515 dan 0,541 ppm. Penelitian terumbu karang dan ikan karang oleh Manembu dkk (2012) di perairan Teluk Buyat tercatat memiliki kisaran suhu, salinitas dan pH berturut-turut sebesar 30,5–31 °C, 32-33 PSU dan

kisaran 7-8, sedangkan konsentrasi unsur hara perairan memenuhi kriteria untuk kegiatan budidaya perikanan.

Kondisi dan potensi ekosistem lamun pada kedua teluk tersebut sangat penting bagi masyarakat baik secara ekologis maupun ekonomis, oleh karenanya keberadaan ekosistem lamun perlu diketahui dari berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi perairannya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik dan potensi perairan dalam mendukung potensi sumberdaya hayati yang terkandung di dalamnya seperti ekosistem laut dan ekosistem pesisir, khususnya ekosistem lamun.

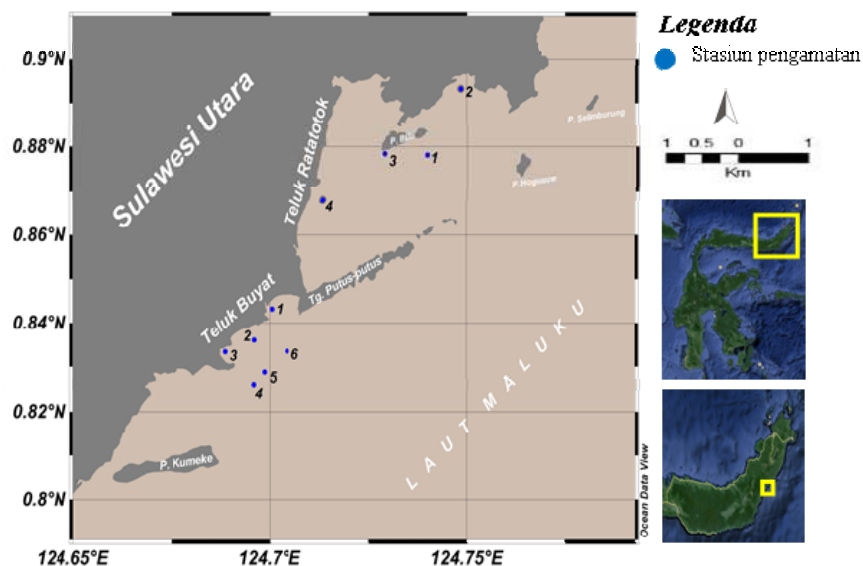
## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi

Pengukuran parameter fisik dan kimia dilakukan pada bulan Juni 2013 secara *in situ* pada 6 stasiun di Teluk Buyat dan 4 stasiun di Teluk Ratatotok (Gambar 1). Penentuan stasiun diasumsikan dapat mewakili parameter fisik dan kimia di perairan kedua teluk tersebut.

### Prosedur Penelitian

Pengukuran parameter pH, salinitas dan suhu menggunakan TOA *water quality meter* pada permukaan perairan ( $\pm 1$  m). Pengambilan sampel air diambil sebanyak 250 mL untuk pengukuran parameter nitrat dan fosfat sedangkan pengambilan sampel klorofil-a dilakukan dengan menyaring 5 L air laut permukaan. Data tutupan lamun diperoleh dengan metode transek kuadrat mengacu pada *SeagrassWatch* (McKenzie dkk, 2003). Tutupan lamun digunakan untuk mengetahui peranan parameter perairan dalam mendukung pertumbuhan



**Gambar 1.** Peta lokasi stasiun pengukuran kualitas air di Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara.

lamun yang diolah menggunakan *Principal Component Analysis*. Analisis nitrat dan fosfat dilakukan dengan menggunakan metode APHA-4500-NO<sub>3</sub>-E dan WLN-CL-WI.15 sedangkan analisa klorofi-a menggunakan metode APHA edisi 22, 2012, 10200-H dengan limit deteksi sebesar 0,003 µg/L. Hasil analisis dipetakan secara spasial menggunakan *Ocean Data View*. Keterkaitan antar parameter perairan menggunakan korelasi linear

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Fisik-Kimia Perairan Teluk Buyat dan Teluk Raratotok

Hasil analisis pengukuran parameter perairan dapat dilihat pada Tabel 1 dan sebaran spasial masing-masing parameter dijelaskan dalam Gambar 2. Kisaran nilai derajat keasaman (pH) perairan Teluk Buyat dan Teluk Raratotok berkisar antara 8,17–8,27 dan 8,13–8,28 dengan nilai variasi yang sama yaitu 0%. Hal ini menandakan bahwa kondisi pH pada kedua perairan sangat homogen. Sebaran nilai pH tertinggi berada pada stasiun yang mengarah ke laut terbuka yaitu stasiun 4 dan 6 Teluk Buyat serta stasiun 1 dan 3 Teluk Raratotok. Nilai terendah pH berada di daerah dekat pantai yaitu stasiun 1 Teluk buyat dan stasiun 2 Teluk Raratotok.

Kisaran suhu perairan Teluk Buyat dan Teluk Raratotok adalah homogen dengan rata-rata 29,3 dan 30,4 °C. Kondisi suhu perairan di Teluk Buyat menunjukkan perairan pesisir memiliki kisaran suhu yang lebih rendah daripada perairan laut. Hal ini dikarenakan kurangnya intensitas cahaya karena pengaruh kekeruhan yang berasal dari mulut sungai. Suhu optimal untuk pertumbuhan lamun di daerah tropis yaitu 23–32 °C (Lee dkk, 2007; Nybakken, 1997).

Nilai salinitas Teluk Buyat dan Teluk Raratotok berkisar antara 13,47–31,10 dan 30,00–31,03 ‰. Pola distribusi salinitas terlihat meningkat dari pesisir ke arah laut lepas. Nilai terendah berada di stasiun 1 yang berlokasi di Teluk Buyat, diasumsikan karena ada pengaruh dari mulut sungai. Semakin banyak air sungai yang bermuara ke laut maka salinitas air laut akan rendah. Teluk

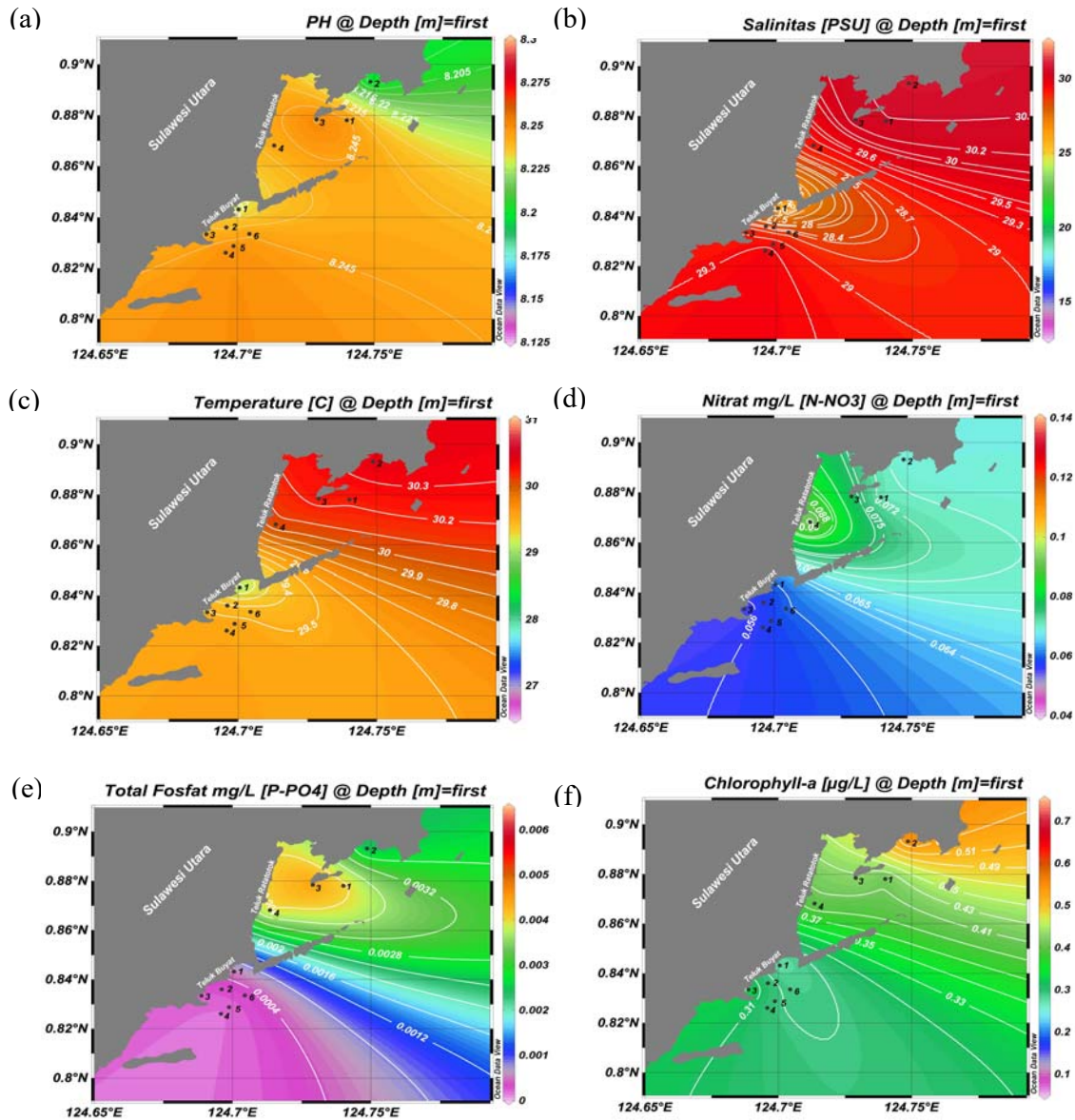
Raratotok memiliki variasi salinitas yang homogen karena dipengaruhi oleh karakteristik teluk semi tertutup. Kisaran salinitas yang dimiliki dapat ditolerir oleh lamun sebagai ekosistem pesisir yang memiliki kerapatan sekitar 60–80%. Salinitas sangat berperan dalam kemampuan lamun melakukan proses fotosintesis sehingga berpengaruh pada biomassa, produktivitas, kerapatan, lebar daun dan kecepatan pulih. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi pada jenis dan umur. Lamun yang tua dapat mentoleransi fluktuasi salinitas yang besar dan peningkatan salinitas dapat meningkatkan kerapatannya (Supriyadi dan Kuriandewa, 2008).

Kandungan nitrat perairan Teluk Buyat memiliki kisaran sebesar 0,043–0,070 mg/L sedangkan Teluk Raratotok sebesar 0,058–0,136 mg/L. Pola sebaran horisontal kandungan nitrat di Teluk Buyat terlihat tinggi di dekat mulut sungai yaitu stasiun 1. Namun, sekitar perairan pesisir yaitu stasiun 2 dan 3 cenderung lebih rendah dibandingkan stasiun 4,5 dan 6 yang mengarah ke perairan laut lepas. Sebaran nitrat di Teluk Raratotok terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 Teluk Buyat. Stasiun 4 yang juga berdekatan dengan mulut sungai memiliki kisaran yang paling tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Konsentrasi nitrat pada kedua teluk telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51/2004 (Anonim, 2004) yaitu sebesar 0,008 mg/L. Nilai kandungan nitrat yang tinggi juga didapati oleh Mantiri dan Rimper (2005) dengan kisaran nitrat sebesar 0,563 dan 1,027 ppm. Pengetahuan mengenai mekanisme psikologis yang mengatur respon lamun terhadap gradien N dan P masih sangat terbatas (Touchette dan Burkholder, 2000), namun pengkayaan nutrien (N dan P) atau eutrofikasi pada ekosistem lamun diketahui dapat menyebabkan perubahan dominansi oleh epifit dan makroalga yang merupakan kompetitor superior lamun dalam memperoleh cahaya, atau dominansi oleh fitoplankton jika perairan memiliki kandungan nutrien yang sangat tinggi (Burkholder dkk, 2007; Jailani dkk, 2015).

**Tabel 1.** Hasil pengukuran parameter perairan Teluk Buyat dan Teluk Raratotok Juni 2013.

Parameter	Teluk Buyat			Teluk Raratotok		
	Kisaran	Standar Deviasi	Koefisien variasi (%)	Kisaran	Standar Deviasi	Koefisien variasi (%)
pH	8,7–8,27	0,04	0	8,13–8,28	0,07	0
Salinitas (‰)	13,4–31,1	7,12	25	30–31,03	0,51	2
Suhu (°C)	26,9–29,9	1,2	4	30,–30,6	0,24	0
Nitrat (mg/L)	0,04–0,07	0,01	18	0,06–0,136	0,036	43
Fosfat (mg/L)	< 0,005	0	0	< 0,006	0,003	54
Klorofil-a (µg/L)	0,09–0,57	0,16	55	0,27–0,72	0,19	38



**Gambar 2.** Distribusi parameter fisik-kimia, (a) pH, (b) salinitas, (c) suhu, (d) nitrat, (e) fosfat dan (f) klorofil-a di perairan Teluk Buyat dan Teluk Rataotok.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan konsentrasi nitrat di perairan menjadi meningkat adalah intensitas suplai bahan organik yang masuk ke perairan melalui aliran sungai; fitoplankton lebih banyak mengonsumsi fosfat untuk pertumbuhannya dan nitrat cenderung akan lebih tinggi bila dalam keadaan basa (Pasaribu dkk, 2005). Derajat keasaman yang dimiliki oleh kedua Teluk termasuk dalam keadaan basa sehingga diasumsikan kondisi tersebut dapat mempengaruhi meningkatnya kandungan nitrat di perairan. Nilai derajat keasaman dapat mempengaruhi nitrat karena dapat membantu proses nitrifikasi. Nitrifikasi yaitu oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat yang dilakukan oleh bakteri aerob. Nitrifikasi akan berjalan secara optimum pada saat kondisi pH 8 dan akan menurun pada pH <7 (Hendersen and

Markland, 1987). Konsentrasi nitrat yang cukup tinggi menggambarkan ketersediaan sumber nitrogen yang cukup melimpah bagi pertumbuhan fitoplankton. Berdasarkan hasil nitrat, maka dapat dikatakan bahwa perairan Teluk Buyat dan Teluk Rataotok tergolong kedalam kategori perairan yang subur, meskipun nilainya telah melebihi baku mutu yang ditentukan. Konsentrasi nitrat di perairan dapat memberikan pengaruh pada tutupan lamun. Salah satu hasil penelitian di Amerika Serikat menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara peningkatan tutupan lamun dengan menurunkan masukan nitrogen akibat eutrofikasi (Greening dan Janicki, 2006).

Kisaran fosfat perairan Teluk Buyat dan Teluk Rataotok berada di antara <0,005 dan 0,006 mg/L. Distribusi fosfat pada kedua teluk menunjukkan

kisaran yang tinggi pada pesisir dan muara sungai sedangkan kandungan fosfat semakin menurun ke arah laut (*offshore*). Pada perairan pesisir, sungai sebagai pembawa limbah domestik yang mengandung fosfat sehingga mengakibatkan konsentrasi di sekitar muara lebih besar dari sekitarnya.

Distribusi fosfat pada kedua teluk menunjukkan kisaran yang tinggi di sekitar pesisir dan muara sungai sedangkan kandungan fosfat semakin menurun ke arah laut (*offshore*). Pada perairan pesisir, sungai sebagai pembawa limbah domestik mengandung fosfat sehingga konsentrasi di sekitar muara lebih besar dari sekitarnya. bahwa kondisi perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok masih baik dan subur untuk usaha perikanan seperti budidaya serta mampu mendukung pertumbuhan lamun.

Rasio rata-rata nitrat dan fosfat (rasio N/P) di perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok adalah 11:1 dan 15:1. Menurut Nontji (1984) serta Howarth dan Marino (2006), Rasio N/P di perairan terbuka biasanya hampir konstan yaitu sekitar 15:1, sedangkan pada perairan di dekat pantai memiliki rasio yang bervariasi.

Hasil rasio N/P dalam penelitian ini memperlihatkan nilai yang cukup tinggi dan konstan untuk perairan Teluk Ratatotok sedangkan Teluk Buyat memiliki kisaran rasio N/P yang lebih rendah. Perbedaan kondisi dan proses yang terjadi di lingkungan perairan berperan dalam besar kecilnya nilai rasio. Ukuran komposisi setiap unsur menunjukkan tingkatan prioritas kebutuhan unsur hara di perairan.

Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa laju pemakaian nitrogen oleh fitoplankton berlangsung lama dan tidak sebanding dengan laju pemakaian fosfat. Nilai fosfat (P) di kedua perairan Teluk ini berperan dalam sebagai pembatas untuk mendukung kesetimbangan ekosistem. Hal ini dapat dilihat pada kandungan unsur hara P di perairan rendah dan rasio N/P menjadi tinggi (Klausmeier dkk, 2004). Nilai P yang rendah ini karena fitoplankton di perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok lebih memanfaatkan fosfat untuk pertumbuhannya. Fitoplankton memanfaatkan fosfat sejak proses fotosintesis. Konsentrasi fosfat >0,3 mg/L akan menyebabkan kecepatan pertumbuhan pada banyak spesies fitoplankton. Apabila rasio N/P berada pada kisaran 10-30:1, maka perairan akan didominasi oleh diatom (Ahmad, 1998).

Kandungan klorofil-a pada kedua Teluk dikategorikan dalam kondisi yang subur karena nilainya <15 mg/L (Riyono dkk, 2006). Teluk Buyat memiliki kisaran klorofil-a sebesar 0,09–

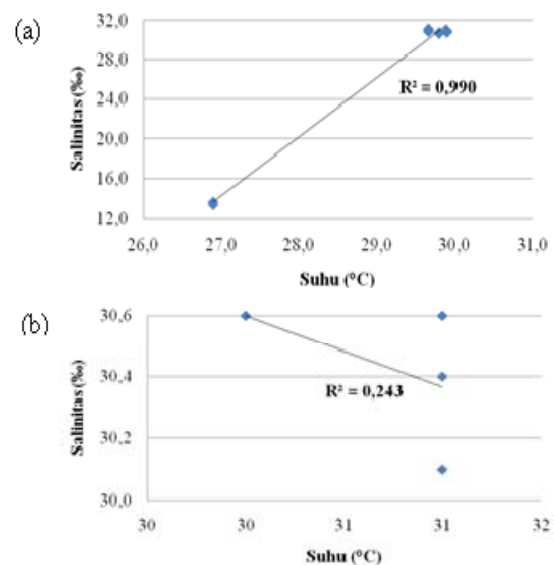
0,571  $\mu\text{g/L}$  dengan nilai koefisien variasi 55%. Perairan Teluk Ratatotok memiliki kandungan klorofil-a sebesar 0,271–0,724  $\mu\text{g/L}$  dan koefisien variasi sebesar 38%. Konsentrasi klorofil-a yang rendah di wilayah estuaria Teluk Buyat diduga karena adanya pengaruh dari kekeruhan sehingga kurangnya intensitas sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Faktor ini dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan fitoplankton.

### Korelasi Parameter Fisik-Kimia Perairan

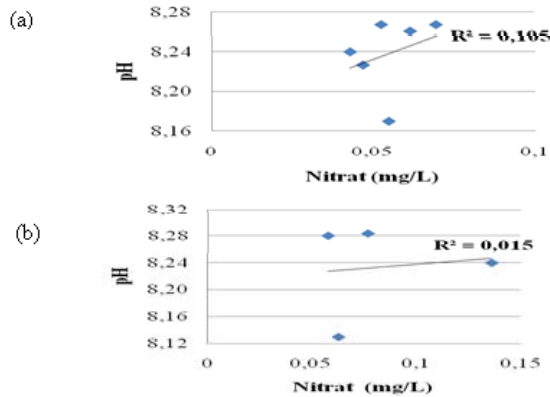
Hasil analisis hubungan antara suhu dan salinitas di kedua teluk terlihat berbeda (Gambar 3), yaitu Teluk Buyat memiliki korelasi positif dengan nilai determinasi sebesar 0,990 sedangkan Teluk Ratatotok memiliki korelasi suhu dan salinitas sebesar 0,243. Pada perairan Teluk Buyat terlihat salinitas meningkat seiring dengan peningkatan suhu perairan sebaliknya pada kondisi di Teluk Ratatotok terlihat salinitas semakin menurun seiring meningkatnya suhu perairan.

Hubungan nitrat dan derajat keasaman (pH) di perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok (Gambar 4) memiliki korelasi sebesar  $R^2 = 0,105$  dan  $R^2 = 0,015$ . Hasil korelasi kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa kondisi derajat keasaman perairan di Teluk Buyat tidak mempengaruhi peningkatan kandungan nitrat.

Kandungan nitrat di perairan juga dapat berkorelasi dengan suhu karena suhu yang tinggi akan menyebabkan laju metabolisme semakin tinggi. Semakin tingginya laju metabolisme fitoplankton maka dapat menyebabkan nitrat terserap oleh fitoplankton sehingga nitrat yang terukur semakin kecil (Haslam, 1995). Korelasi antara nitrat dan suhu di perairan Teluk Buyat dan



**Gambar 3.** Korelasi salinitas dan suhu di perairan (a) Teluk Buyat dan (b) Teluk Ratatotok



**Gambar 4.** Korelasi nitrat dan pH di perairan (a) Teluk Buyat dan (b) Teluk Ratatotok.

Teluk Ratatotok menunjukkan korelasi yang tidak berhubungan.

**Korelasi Parameter Perairan dan Tutupan Lamun**

Hasil analisis korelasi antara parameter perairan dengan rata-rata tutupan lamun di perairan Teluk Ratatotok (Gambar 5) menunjukkan pengaruh suhu, salinitas dan klorofil-a dalam mendukung pertumbuhan atau tutupan lamun di perairan Teluk Ratatotok.

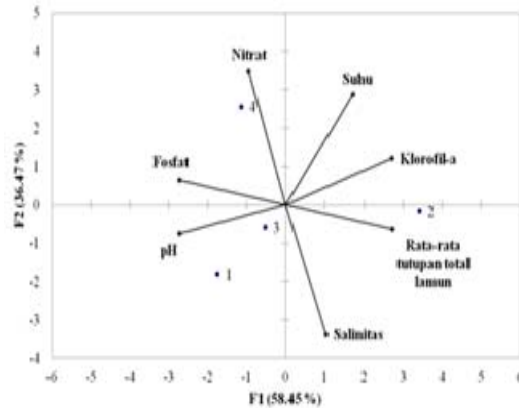
Kandungan klorofil-a dan unsur hara dapat berkaitan dengan biomassa pada lamun. Supriyadi dan Kuriandewa (2008) mengatakan bahwa biomassa dan produksi lamun dapat bervariasi secara spasial dan temporal. Umumnya dipengaruhi oleh nutrisi dan intensitas cahaya selain tergantung pada spesies, ukuran, kerapatan dan kondisi lingkungannya.

Karakteristik parameter fisik-kimia lingkungan perairan secara spasial dan temporal memiliki peranan penting dalam mengontrol pertumbuhan lamun, salah satunya adalah adaptasi dan toleransi lamun terhadap suhu sangat berkontribusi pada distribusi global lamun (Fourqurean dkk, 2015).

**KESIMPULAN**

Perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok berada dalam kategori baik dan subur serta mendukung pertumbuhan lamun terutama salinitas, suhu dan klorofil-a. Masukan air tawar yang berasal dari aliran sungai mempengaruhi kondisi perairan di kedua teluk.

Secara keseluruhan sebaran suhu, salinitas dan pH di perairan Teluk Buyat dan Teluk Ratatotok cenderung meningkat ke arah perairan terbuka. Sebaran kandungan unsur hara memiliki kisaran lebih tinggi di dekat muara sungai. Kandungan



**Gambar 5.** Korelasi parameter fisik-kimia perairan dengan rata-rata tutupan lamun di Teluk Ratatotok

nitrat telah melebihi baku mutu yang ditentukan. Beberapa hal yang diasumsikan dapat mempengaruhi kondisi tersebut yaitu, masukan muatan yang terbawa aliran sungai (buangan limbah), kegiatan budidaya perikanan, kurangnya pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton karena fitoplankton lebih memanfaatkan fosfat untuk pertumbuhannya dan adanya pengaruh derajat keasaman (pH)..

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Tulisan ini adalah bagian dari hasil penelitian “Analisis Potensi Ekosistem Karbon Biru sebagai Mitigasi Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Selatan Provinsi Sulawesi Utara” tahun anggaran 2013, No. DIPA-032.11.1.634150/2014 tanggal 5 Desember 2012 pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir – Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Sam Ratulangi, PT Newmont Minahasa Raya (Ir. David Sompie dan Ir. Jerry Kojansow) dan Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Sulawesi Utara.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abal, E.G., dan Dennison W.C., 1996. Seagrass Depth Range and Water Quality in Southern Moreton Bay, Queensland, Australia. *Mal: Freshwater Res.*, 47:763-71.  
 Ahmad, T., 1998. *Peubah Penting Mutu Air Tambak Udang*. Seminar Budidaya Udang Intensif. Jakarta.  
 Anonim, 2004. Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.KEP-51/MENLH/ 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Blackwood, G.M., dan Edinger, E.N., 2007. Mineralogy and Trace Element Relative Solubility Patterns of Shallow Marine Sediments Affected by Submarine Tailings Disposal and Artisanal Gold Mining, Buyat-Ratatotok District, North Sulawesi, Indonesia. *Environmental Geology*, 52:803-818.
- Burkholder, J.M., Tomasko, D.A., and Touchette, B.W., 2007. Seagrasses and Eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350:46-72.
- Fourqurean, J.W., Manuel, S.A., Coates, K.A., Kenworthy, W.J., dan Boyer, J.N., 2015. Water Quality, Isoscapes and Stoichiometrics of Seagrass Indicate General P Limitation and Unique N Cycling in Shallow Water Benthos of Bermuda. *Biogeosciences*, 12:6235-6249.
- Greening, H., dan Janicki A., 2006. Toward Reversal of Eutrophic Conditions in a Subtropical Estuary: Water Quality and Seagrass Response to Nitrogen Loading Reductions in Tampa Bay, Florida, USA. *Environmental Management*, 38(2):163-178.
- Haslam, S.M., 1995. *River Pollution, an Ecological Perspective*. Belhaven Press. London.
- Hendersen, B.S., dan Markland, H.R., 1987. *Decaying Lakes, The Origin and Control of Cultural Eutrophication*. Wiley, New York.
- Howarth, W.R., dan Marino, R., 2006. Nitrogen as The Limiting Nutrient for Eutrofication in Coastal Marine Ecosystems: Evolving Views Over Three Decades. *Limnology Oceanography*, 51:364-376.
- Jailani, A.Q., Herawati, E.Y., dan Semedi, B., 2015. Studi Kelayakan Lahan Budidaya Rumput Laut *Euchema cottonii* di Kecamatan Bluto Sumenep Madura Jawa Timur. *J. Manusia dan Lingkungan*, 22(2):211-216.
- Klausmeier, C.A., Litchman, E., Daufresne, T., dan Levin, S.A., 2004. Optimal Nitrogen-to-Phosphorus Stoichiometry of Phytoplankton. *Nature*, 429:171-174.
- Lee, K.S., Park, S.R., dan Kim, Y.K., 2007. Effects of Irradiance, Temperature, and Nutrients on Growth Dynamics of Seagrasses: A Review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350:144-175.
- Maher, W.A., 1986. Trace Metal Concentrations in Marine Organisms from Gulf St Vincent, South Australia. *Water, Air, Soil Pollution*, 29:77-84.
- Mantiri, D., dan Rimper, 2005. *Konsentrasi Klorofil di Perairan Teluk Buyat dan Teluk Totok*. Seminar Mining, Environment, and Sustainable Development. 244 - 247. Universitas Sam Ratulangi.
- Manembu, I., Adrianto, L., Bengen, D.G., dan Yulianda, F., 2012. Distribusi Karang dan Ikan Karang di Kawasan Reef Ball Teluk Buyat Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 8(1):28-32.
- Mc Kenzie, Campbell, S.J., dan Roder, C.A., 2003. *Seagrasswatch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers*. CRC Reef. Queensland. pp 104.
- Nontji, A., 1984. *Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta serta Kaitannya dengan Faktor Lingkungan*. Tesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Nybakken, J.W., 1997. *Marine Biology: An Ecological Approach*. 4<sup>th</sup> edition. Addison - Wesley Educational Publishers Inc. New York.
- Pasaribu, H.J., Hartono, D., Praptana, R., dan Setiadi, T., 2005. *Biodegradasi Urea dalam Reaktor Sharon® : Pengaruh Waktu Tinggal Cairan dan pH*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. Bandung.
- Riyono, S.H., Afdal, dan Rozak, A., 2006. Kondisi Perairan Teluk Klabat ditinjau dari Kandungan Klorofil -a Fitoplankton. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia*, 39: 19-36.
- Supriyadi, I.H., and Kuriandewa, T.E., 2008. Seagrass Distribution at Small Islands: Derawan Archipelago, East Kalimantan Province, Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi*, 34(1):83-99.
- Terrados, J., Duarte, C.M., Kamp-Nielsen, L., Agawin, N.S.R., Gacia, E., Lacap, D., Fortes, M.D., Borum, J., Lubanski, M., dan Grevec, T., 1999. Are Seagrass Growth and Survival Constrained by The Reducing Conditions of The Sediment?. *Aquatic Botany*, 65:175-197.
- Touchette, B.W., dan Burkholder, J.M., 2000. Review of Nitrogen and Phosphorus Metabolism in Seagrasses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250:133-167.
- Van Katwijk, M.M., Van der Welle, M.E.W., Lucassen, E.C.H.E.T., Vonk, J.A., Christianen, M.J.A., Kiswara, W., al Hakim, I., Arifin, A., Bouma, T.J., Roelofs, J.G.M., dan Lamers, L.P.M., 2011. Early Warning Indicators for River Nutrient and Sediment Loads in Tropical Seagrass Beds: A Benchmark From A Near-Pristine Archipelago in Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 62:1512-1520.