

KARAKTER DANAU LAUT BALBULLOL DI MISOOL RAJA AMPAT

Marine Lake Balbulol Character at Misool Raja Ampat

Gandi Y.S. Purba^{1,2*}, Eko Haryono¹, Sunarto¹

¹Fakultas Geografi, UGM, Bulak Sumur, Yogyakarta, 55281 Indonesia

²Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, UNIPA, Manokwari, 98314 Indonesia

*Korespondensi: gandi.yantri@mail.ugm.ac.id, gyspurba@gmail.com

ABSTRAK

Danau laut adalah ekosistem unik yang ditemukan terfokus hanya di empat lokasi di dunia, salah satunya di Raja Ampat. Diantara kepulauan karst di Misool, Raja Ampat selatan, danau laut dapat dijumpai. Danau-danau tersebut memiliki karakter yang unik sesuai tingkat koneksinya dengan laut. Danau Balbulol adalah danau yang paling dalam diantara danau laut di Misool, terasing, dan belum pernah dikaji. Melalui studi ini ingin mengetahui karakter dari Danau Balbulol. Deskripsi danau dilakukan dengan serangkaian survei lapangan dan perekaman *logger* untuk mengetahui karakter fisik, kualitas air, dan kehadiran biota. Hasilnya diketahui luas danau adalah 1,94 ha dengan kedalaman maksimum 38 m. Suhu dan salinitas memperlihatkan profil vertikal yang homogen, sehingga membentuk tipe danau holomiktik. Selama 6 bulan rekaman *logger*, menunjukkan suhu di danau selalu lebih panas dari pada di laut, demikian juga salinitas yang lebih salin di danau. Pasut di danau tertunda 4 jam daripada laut, walaupun jarak antara danau dan laut sangat dekat (<45 m). Amplitudo pasut hanya 25% daripada laut. Berdasarkan karakter pasut ini, Danau Balbulol merupakan danau yang terisolasi, namun tidak ditemukan biota sebagai indikator danau terisolasi. Ditemukan minimal 7 karang lunak dengan atribut banyak dan melimpah mendiami danau ini.

Kata kunci: Danau laut, Misool, Raja Ampat, *Mastigias sp.*, Anchialine

ABSTRACT

Marine lake is a unique ecosystem. It focuses at four locations in the world, one of them is in Raja Ampat. Among karst islands at Misool, south Raja Ampat, marine lakes may found. Each lake have a unique character according to the level of connection with the sea. Lake Balbulol is the deepest lake from the sea lakes in Misool, alienated, and has never been studied. This study want to know the character of Lake Balbulol. Description of the lake was done by a series of field surveys and loggers recording to determine the physical character, water quality, and presence of the biota. Lake's width was 1.94 ha and the maximum depth was 38 m. Temperature and salinity showed a homogeneous vertical profile, thus forming a holomictic type. During 6 months recording, the temperature was always warmer than at the ocean, as well as salinity. Although the distance between the lake and the sea is very close (<45 m), the tide on the lake was delayed 4 hours rather than the sea. Tidal amplitude was only 25% of the ocean. From these tide characters, Lake Balbulol was isolated lakes, however, there were no biota as an indicator of isolated lakes exist. There were at least 7 soft corals with attributes many and abundant exist in this lake.

Key words: Marine lake, Misool, Raja Ampat, *Mastigias sp.*, Anchialine

PENDAHULUAN

Danau *anchialine* adalah badan air yang keseluruhan dikelilingi oleh daratan dan sangat bervariasi pada bentuk, ukuran dan jarak dari laut. Istilah yang paling lazim adalah danau laut. Holthuis (1973) mengartikan *anchialine* adalah genangan tanpa koneksi permukaan dengan laut, terdiri dari air asin atau payau dan berfluktuasi karena pasut.

Terdapat sekitar 200 danau laut di dunia yang terkonsentrasi di Bahamas, Palau, Vietnam dan Indonesia (Dawson dkk. 2009). Lokasi-lokasi ini memiliki karakteristik karst *semi-submerged* terhadap laut. Di Raja Ampat baru diketahui sekitar 55 danau laut, 15 diantaranya terdapat di Wayag dan Gam, dan 40 lainnya di Misool (Becking dkk. 2009; Becking dkk. 2014).

Kajian tentang danau laut dimulai di Palau dan sampai sekarang masih menjadi lokasi riset terbanyak tentang danau laut. Awal penelitian danau laut di Palau dilakukan oleh Hamner dkk. (1982) yang menulis tentang karakteristik Danau Ubur-ubur, yang meliputi karakter fisik, kimia, dan biologi. Kemudian oleh peneliti yang sama penelitian berlanjut ke tiga belas danau terstratifikasi yang lain di Palau. Danau stratifikasi adalah tipe danau yang tidak lazim ditemukan di daerah tropis namun sesuatu yang menarik karena semua ubur-ubur yang merupakan maskot beberapa danau hanya ditemukan di danau statifikasi. Hamner and Hamner (1998) menjelaskan kondisi tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor spesifik yang ada di lokasi danau tersebut.

Di Raja Ampat penelitian tentang danau laut telah dilakukan oleh Becking dkk. (2011). Sebelumnya, Becking dkk. (2009) telah melakukan serangkaian survei udara untuk mendeteksi keberadaan danau laut. Di Misool, Becking dkk. (2014) melaporkan ditemukannya tiga danau laut yang dihuni oleh ubur-ubur. Salah satunya adalah Danau Lenmakana yang sekarang ramai dikunjungi wisata-

wan. Bahkan setahun terakhir telah berdiri dua buah *homestay* di pantai sebelum masuk ke Danau Lenmakana.

Danau Balbulol terletak paling timur semenanjung Kaunutklolo. Berbeda dengan Danau Lenmakana yang merupakan objek wisata, Danau Balbulol adalah danau yang minim kunjungan wisata. Hanya segelintir orang yang pernah sampai di danau ini. Danau Lenmakana telah lebih dahulu mendapat tekanan kunjungan wisatawan sebelum diketahui karakter alamiah danau ini. Padahal ekosistem danau laut adalah ekosistem yang sangat sensitif terhadap pengaruh manusia maupun alam. Melalui kajian di Danau Balbulol akan dideskripsikan karakter danau yang meliputi aspek fisik, kualitas air, dan biota sebagai pangkalan data kondisi alami danau. Data ini berguna untuk pengelolaan danau agar dalam pemanfaatannya dapat memiliki tolak ukur untuk mengontrol eksploitasi berlebihan danau laut di Misool.

METODE PENELITIAN

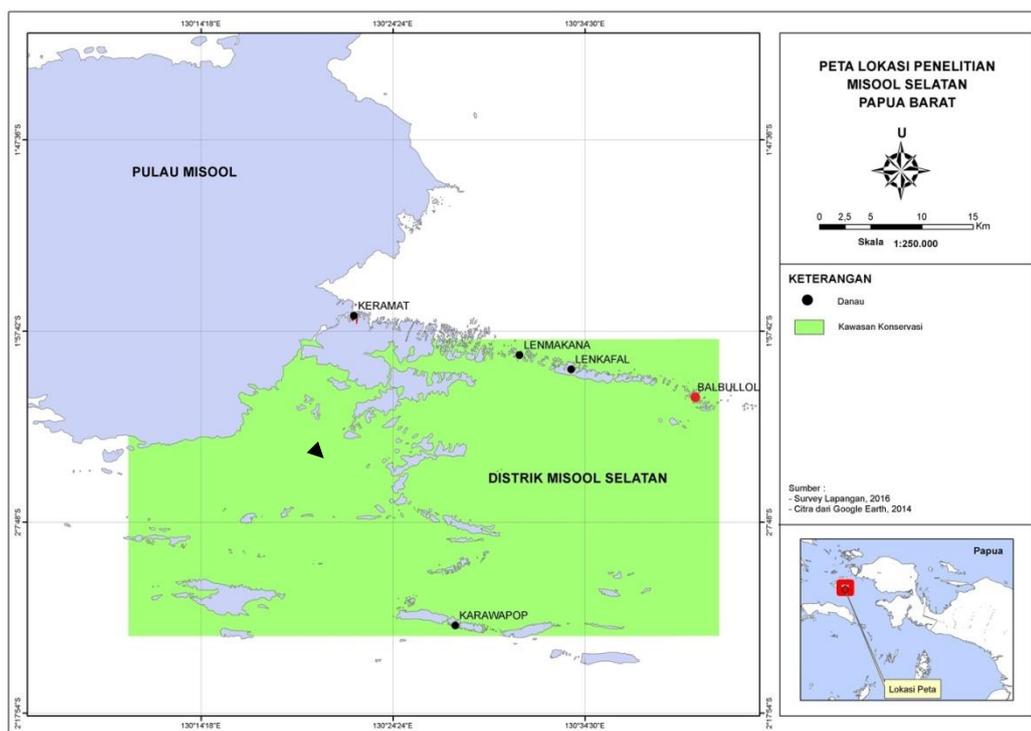
Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Danau Balbulol, yang terletak di pulau Misool sebelah Tenggara (Gambar 1). Misool Tenggara adalah Konservasi Laut Daerah (KKLD) yang memiliki luas 343,200 ha berdasarkan Perbup No. 66/2007, Perda No. 27/2008, dan Perbup No. 5/2009 (Mangubhai dkk. 2012).

Metode Pengumpulan data

Morfometri dan Kedudukan Danau

Morfometri danau didapatkan dengan cara pemeruman. Untuk mengukur kedalaman cara yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data kedalaman sebanyak-banyaknya dari titik-titik pemeruman. Hal ini dilakukan karena menetapkan lajur pemeruman yang rapat dan konsisten sulit dilakukan di lapangan karena sarana apung yang digunakan adalah pelampung tidak bermesin.



Gambar 1. Lokasi Danau Balbulol

Pelampung ini sangat dipengaruhi oleh aliran arus dan angin. Penetapan lajur sederhana dilakukan dengan membagi danau menjadi dua bagian dengan lajur yang berbeda pada saat kembali ke titik awal. Dengan demikian luasan danau akan mendapat empat lajur. Aplikasi OSM Tarcker untuk Android sangat membantu untuk mendapatkan bentuk danau dengan cara mengelilingi danau. Kedalaman danau juga diukur saat mengelilingi danau. Setelah nilai x, y, z yang merupakan lintang, bujur dan kedalaman didapatkan, selanjutnya kumpulan nilai diplotkan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.1.

Parameter Kualitas Air Danau

Parameter suhu dan salinitas vertikal didapatkan dengan menggunakan *logger* konduktivitas yang diikat di kawat *stainless* berpemberat. Kawat ini akan diulur ke dalam air per satu meter. Bersamaan dengan itu *logger* akan turut merekam. Pengukuran dilakukan di 3 titik danau, sebelah utara, tengah, dan selatan. Data suhu dan salinitas dipasangkan

dengan data kedalaman hingga menampilkan profil vertikal suhu dan salinitas.

Parameter kualitas air insitu menggunakan alat multimeter, yakni mengukur keasaman dengan menggunakan pH meter Hana Instruments HI 9025, suhu dan Oksigen terlarut menggunakan YSI 550A, dan salinitas menggunakan Atago hand-held refractometer.

Data Rangkaian Waktu

Data rangkaian waktu yang diukur meliputi data muka air laut, suhu, dan salinitas. Parameter ini diukur dengan menggunakan *logger*, yakni *logger* muka air HOBO U20L dan *logger* konduktivitas HOBO U24-002-C (Gambar 2). Kedua *logger* ini dipasang di danau, laut, dan udara. Penggikatan *logger* di danau dan laut dilakukan di bawah permukaan air, tetap terendam ketika surut terendah. Di danau pada kedalaman 2 m dan di laut pada kedalaman 3,5 m. *Logger* di udara diikat setinggi 5 m. *Logger* di laut dan di udara diikat di Kampung Harapan Jaya sebagai tempat logistik. Kemudian data *series* danau dan laut diplotkan di grafik.

Perbandingan antara grafik danau dan laut ataupun fluktuasi grafik di masing-masing danau atau laut akan memperlihatkan perbedaan keduanya. Terdapat juga analisis statistika sederhana yang meliputi nilai maksimum, minimum, mean, dan standar deviasi.



Gambar 2. Logger muka air HOBO U20L dan konduktivitas HOBO U24-002-C

Mendapatkan nilai fluktuasi pasut perjamnya yakni dengan cara mengurangi nilai minimal dari keseluruhan data muka air dengan masing-masing nilai muka air.

Biota

Semua flora dan fauna di danau diamati, diidentifikasi, dan didokumentasi. Identifikasi menggunakan bantuan laporan survei sebelumnya di Palau, Kakaban, Vietnam dan situs identifikasi *online*. Pengamatan biota hanya secara

visual. Dinding vertikal terendah sebelum mencapai danau berbatasan langsung dengan air danau, hingga tidak memungkinkan menggunakan kuadran dan menghitung individu biota. Biota diberikan atribut sedikit, sedang, banyak dan berlimpah. Sedikit berarti biota terlihat hadir di danau. Sedang berarti biota lebih mudah terlihat di berbagai bagian danau. Banyak berarti biota sering terlihat di banyak bagian danau. Melimpah berarti biota terlihat mendominasi di seluruh bagian danau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Danau Balbulol berada pada 02°01S 130°40'BT, terletak di ujung paling timur Semenanjung Kaunutlol. Dari mulai pintu masuk sampai mencapai danau, batuan *karst* sangat terjal dan curam. Walaupun tergolong sulit dan harus sangat hati-hati, jarak tempuh dari pintu masuk sampai di danau hanya memakan waktu sekitar 10 menit. Gambar 3 adalah panorama Danau Balbulol.

Hubungan dengan laut terjadi secara periodik bersamaan dengan pasut. Di saat pasang atau surut air akan masuk atau keluar melalui saluran-saluran penghubung berupa pori, lubang, dan rekahan (Gambar 4). Tidak ditemukan gua permukaan atau terusan.

Karakter Danau Balbulol dirangkum pada Tabel 1 untuk kemudian diuraikan pada pembahasan selanjutnya.

Tabel 1. Karakter Danau Balbulol

Parameter	
Posisi	02°01S 130°40'BT
Jarak terdekat dg laut	44,63
Luas (ha)	1,94
Kedalaman mak. (m)	38,00
Rata-rata suhu insitu (°C)	27,37
Rata-rata salinitas insitu (ppt)	32,50
DO	9,42
PH	7,35
Tertundanya pasut	3-4 jam
Koneksi	pori, lubang, rekahan



Gambar 3. Panorama Danau Balbulol

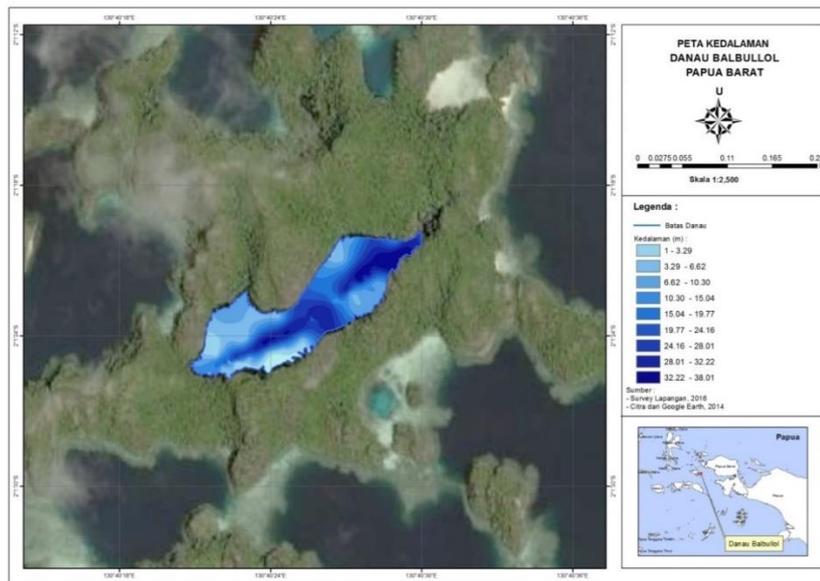


Gambar 4. Air yang mengalir ke luar danau ketika surut

Waktu terbentuknya Danau Balbulol

Colin (2009) menyatakan formasi danau erat hubungannya dengan kenaikan muka laut. Danau yang lebih dalam adalah danau yang lebih dulu tergenang air. Kedalaman maksimum Danau Balbulol adalah 38 m (Gambar 5). Artinya danau di Misool berumur lebih muda daripada di Palau, dimana danau terdalam ditemukan 60 m, yakni Lake Tketau. Danau ini mulai terbentuk kira-kira 12.000 tahun yang lalu, sedangkan yang lebih dangkal kira-kira 4.000-5.000 tahun yang lalu. Untuk sementara, Danau Balbulol adalah danau

terdalam dari semua danau di Misool (Purba dkk, 2017). Jadi danau di Misool dengan kedalaman 38 m, menurut umur geologi masih lebih muda dari pada di Palau. Purba dkk (2017) memperkirakan Danau Balbulol berumur dan mulai terisi semenjak 9.250 tahun yang lalu. Selanjutnya setelah 9.250 BP muka air terus naik mengisi bagian-bagian yang cekung yang lebih dangkal lainnya.



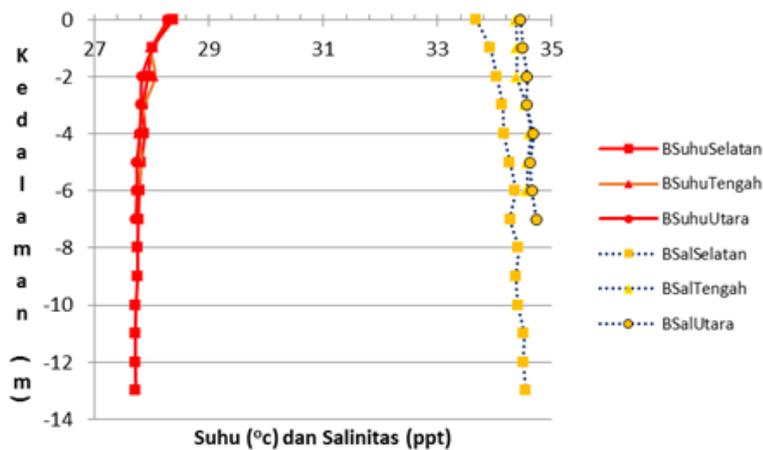
Gambar 5. Peta kedalaman Danau Balbulol

Kualitas Air

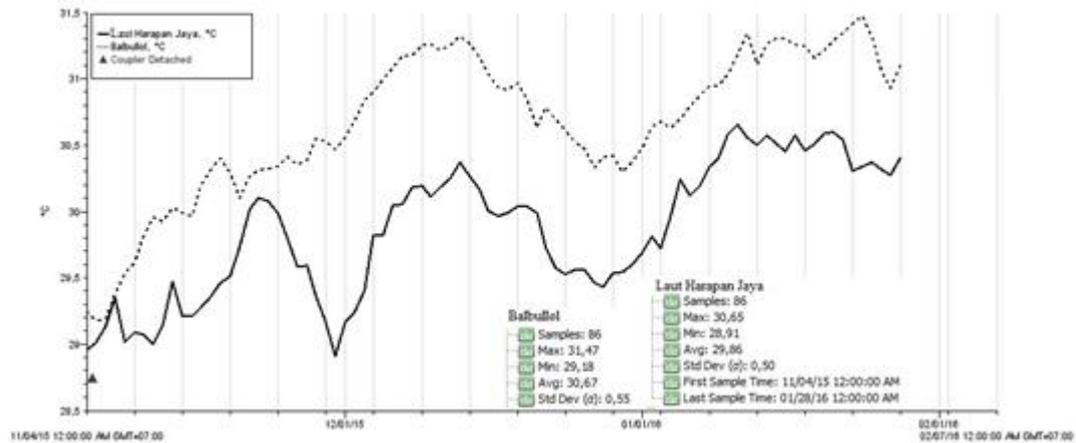
Profil Suhu dan Salinitas

Pengukuran profil vertikal danau pada Gambar 6 memperlihatkan suhu menurun dengan bertambahnya kedalaman. Kondisi sebaliknya terjadi untuk salinitas. Perubahan suhu dan Salinitas yang sedikit ini hanya disebabkan oleh pengaruh atmosfer terhadap permukaan danau. Selanjutnya parameter menjadi homogen sampai ke dasar sehingga Danau Balbulol bertipe holomiktik. Di wilayah tropis, danau holomiktik memang lazim ditemukan karena tidak ada penga-

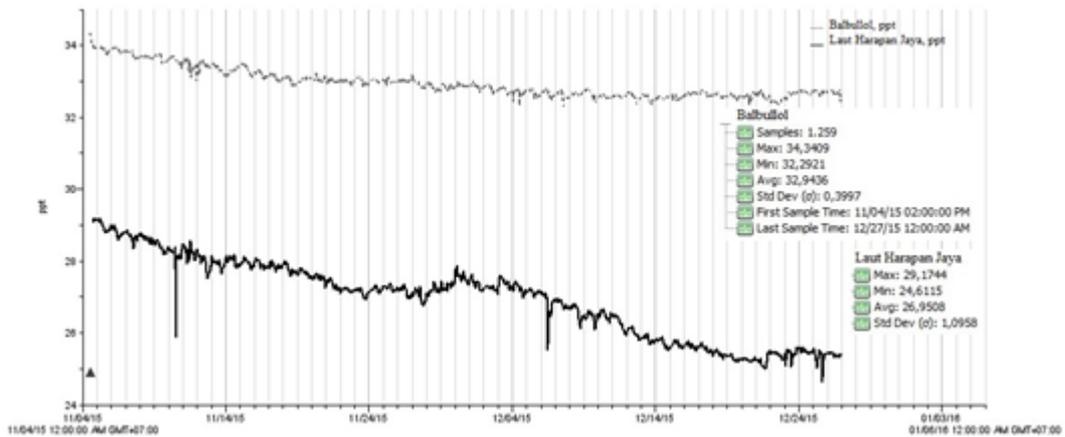
ruh pergantian cuaca ekstrim seperti di wilayah subtropis. Namun di Palau, dari 57 danau laut, ditemukan 12 danau laut yang bertipe meromiktik (Hamner dan Hamner, 1998). Ada beberapa faktor pendukung yang saling mendukung, diantaranya tingginya curah hujan pertahun (3000-3500 mm/th), sebagian besar danau dikelilingi oleh mangrove hingga akhirnya memperkecil pencampuran oleh pasut, dan adanya pencampuran di kedalaman tengah karena ada arus pasut yang kuat masuk ke danau (Hamner dan Hamner, 1998). Kondisi ini tidak ditemukan di danau laut Danau Balbulol.



Gambar 6. Profil vertikal dari Suhu dan Salinitas di Danau Balbulol



Gambar 7. Time series suhu di laut Harapan Jaya dan Danau Balbulol. Logger di pasang di kedalaman 3,5 m dan 2 m



Gambar 8. Time series salinitas di Laut Harapan Jaya dan Balbulol Logger di pasang di kedalaman 3,5 m dan 2 m

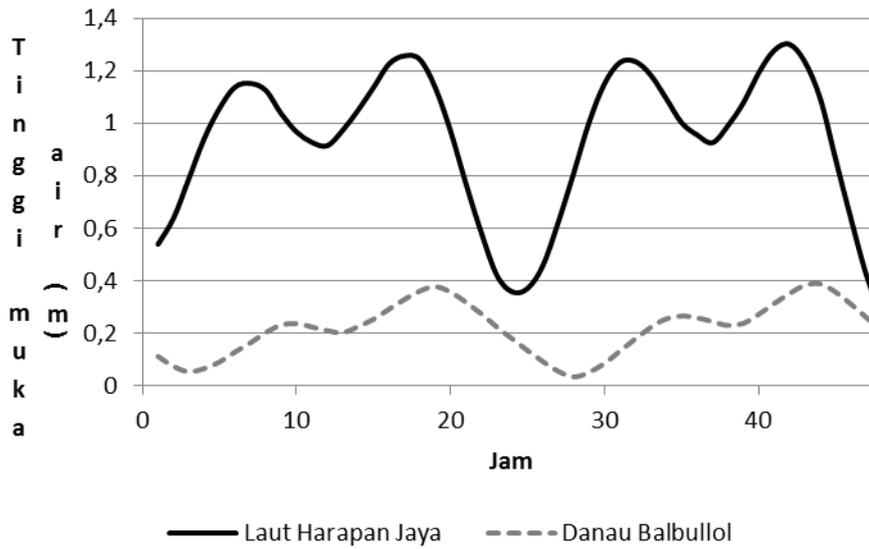
Data series suhu dari perekaman 6 bulan menunjukkan suhu di Danau Balbulol lebih panas 1°C daripada di laut. Danau yang berbentuk basin dangkal akan lebih mudah panas ataupun dingin. Namun demikian keduanya memiliki pola *time series* yang hampir sama. Artinya, air di dalam danau adalah air yang berasal dari laut, yang mengalami pemanasan sesuai dengan kondisi di danau.

Salinitas di Danau Balbulol lebih tinggi daripada di laut (Gambar 8). Salinitas sangat stabil dengan fluktuasi dari nilai rata-rata hanya 0,3 ppt. Salinitas di laut pada awal November sampai akhir

Januari berkurang hingga 3 ppt karena tingkat presipitasi meningkat dengan adanya musim penghujan di wilayah Raja Ampat.

Tinggi Muka air

Tipe pasut di perairan Indonesia timur secara luas dan perairan Misool khususnya adalah pasut bertipe ganda campuran. Terjadi dua kali pasang dan surut dalam sehari, dengan tinggi puncak pasang atau lembah surut yang tidak sama (Gambar 9).

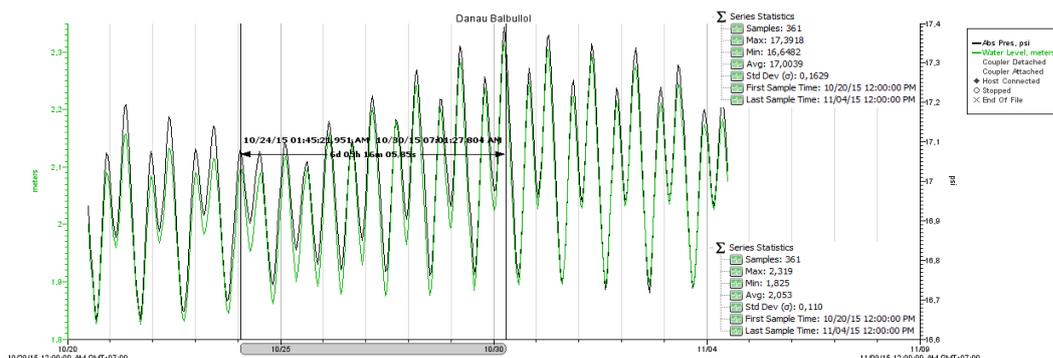


Gambar 9. Fluktuasi tinggi muka air dari *logger* muka air yang dipasang di kedalaman 2 m dan 3,5 m di Danau Balbulol dan Laut Desa Harapan Jaya. Data yang dipakai dari 8 Desember 2015 (08:00 AM) sampai 10 Desember 2015 (08:00 AM)

Di Danau Balbulol memerlukan jarak fase bulan kuartier akhir ke fase bulan penuh terjadi selama 6 hari 4 jam. Pada saat fase bulan penuh, air pasang terjadi 3 jam lebih lambat daripada laut (06:00), sedangkan air surut terjadi pada 14:00, lebih lama 4 jam daripada laut. Dari beberapa referensi Becking dkk. (2011), Colin (2009), Dawson dan Hamner (2005), Hamner dan Hamner (1998), Santodomingo (2009), penundaan pasut di Balbulol lebih lama daripada beberapa danau di Palau, Vietnam, dan Berau. Waktu tunda pasut yang lebih lama ini tidak sebanding dengan jarak terdekat danau terhadap laut yang hanya 44,3 m, Tingkat komunikasi

yang terbatas dengan laut, yakni hanya melalui pori dan lubang menjadikan air laut lebih lambat masuk ke danau.

Dari data 15 hari ini, jangkauan pasut di Danau Balbulol adalah 0,49 m dan nilai deviasi standar sejauh 0,11 m. Mean amplitudo pasut adalah 0,39 m, sedangkan di laut 1,58 m. Perbedaan mean amplitudo pasut Danau Balbulol dengan laut sangat signifikan, hanya 24% dari laut. Menurut penggolongan Becking (2011), Danau Balbulol tergolong danau yang memiliki tingkat isolasi yang tinggi karena pengurangan pasut melebihi 50% dari pasut laut. Demikian juga tertundanya pasut yang lebih dari dua jam.

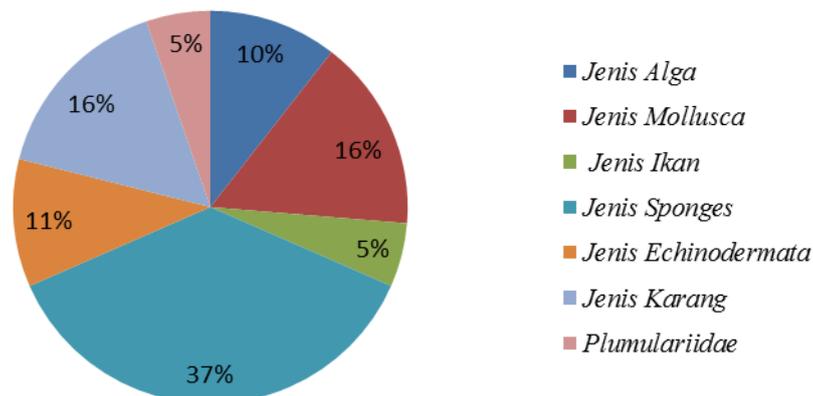


Gambar 10. Tinggi muka air Danau Balbulol dari 19 Oktober 2015 sampai 04 November 2015

Biota

Terdapat dua jenis alga hijau yang hidup di danau, yakni *Cladophora* sp. dan *Caulerpa lentifera* yang hanya tumbuh di sebelah timurlaut. Tidak ditemukan alga di bagian lain danau. Moluska yang ditemui adalah koloni spesies bivalvia *Brachidontes puniceus* dan bulu babi *Diadema setosum*. Bulu babi ini hadir sebagai bagian dari ekosistem terumbu karang, yakni sebagai predator karang. Balbulol memang memiliki diversitas karang lunak yang tinggi. Ada minimal tujuh jenis karang lunak yang hidup di danau ini. Beberapa diantaranya banyak

dan melimpah. Hidup juga tiga jenis karang keras, yakni *Diploria strigrosa*, *Euphyllia glabrescens*, *Siderastrea sidera* dengan kelimpahan sedang dan banyak. Bahkan dinding danau di bawah permukaan air ditumbuhi dengan bermacam-macam karang dan karang lunak. Di danau ini ditemukan banyak *Lytocarpus* sp. Substrat danau adalah karang mati dan pecahan cangkang *Brachidontes* spp. Gambar 11 di bawah memperlihatkan persentase jenis-jenis biota di Danau Balbulol, yang kemudian diuraikan pada Tabel 2.



Gambar 11. Persentase jenis biota dari keseluruhan biota di Danau Balbulol

Komposisi biota yang terdapat di danau laut belum dapat memperlihatkan secara jelas hubungan dengan tingkat keterisolasian danau tersebut. Situasi yang sama diungkapkan juga oleh Azzini dkk. (2007) yang meneliti Demosponges spesies di 15 tempat di Ha Long Bay Vietnam. Delapan diantaranya adalah danau laut. Demikian juga yang dilakukan oleh Becking dkk. (2011) di habitat anchialine Kalimantan timur dan Raja Ampat. Danau yang dianggap memiliki konektivitas sedang berdasarkan penggecilan amplitudo pasut, justru ditemukan spesies yang eksis di sistem yang terisolasi. Jenis karang lunak *Suberites diversicolor* yang hadir di danau terisolasi di Raja Ampat dan Kalimantan juga hadir di danau yang memiliki salinitas rendah dan suhu yang tinggi di

Ha Long Bay Vietnam. Spesies ini tidak hadir di Danau Balbulol yang amplitudo pasutnya 25% dan penundaan waktu pasut sampai empat jam dari laut.

Tabel 2. Biota laut yang hidup di Danau Balbulol

Biota	Atribut	Biota	Atribut
Alga		H. Plumulariidae	
<i>Cladophora</i> sp.	+	<i>Lytocarpus</i> sp.	+++
<i>Caulerpa lentifera</i>	++	Sponges	
Moluska		<i>Cinachyrella alloclada</i>	+++
<i>Brachidontes erosa</i>	+	<i>Paratetilla</i> sp.	+++
<i>Brachidontes puniceus</i>	+	<i>Mycale armata</i>	+++
<i>Pinctada</i> sp.	++	<i>Oceanapia</i> sp.	++++
Karang		<i>Spongia officinalis</i>	+++
<i>Diploria strigosa</i>	+++	<i>Theonella</i> sp.	+++
<i>Euphyllia glabrescens</i>	++	<i>Zygomicala parishii</i>	+++
<i>Siderastrea sidereal</i>	++	Echinodermata	
Ikan		<i>Diadema setosum</i>	+++
<i>Tylosurus</i> sp.	+	<i>Euapta godeffroyi</i>	++

Keterangan : - absen, + sedikit, ++ sedang, +++ banyak, ++++ berlimpah

KESIMPULAN

Danau Balbulol adalah danau laut bertipe holomiktik dan terisolasi dari laut. Suhu dan salinitas air laut membentuk karakternya sendiri setelah masuk ke danau. Antara danau dan laut tidak terkoneksi dengan baik. Dengan demikian, danau ini adalah danau yang sangat sensitif karena sukar menetralsir kondisi di danau dengan ruang yang lebih luas (laut). Jikalau mendapat tekanan dari manusia ataupun alam, ekosistem di Danau Balbulol sangat mudah terganggu dan rusak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak. Terimakasih disampaikan kepada TNC Raja Ampat Marine Program, Wageningen University Netherland, BLUD Raja Ampat, mahasiswa FPIK UNIPA pengontrak matakuliah Tugas Akhir, dan tim yang sudah membantu di lapangan. Sebagian pendanaan penelitian dibiayai oleh Hibah Penerapan Produk Terapan 2016, Kementerian Riset Teknologi dan pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Azzini F, Calcinai B, Cerrano C, Bavestrello G, Pansini M. 2007. Sponges of the Marine Karst Lakes and of the Coast of the Islands of Ha Long Bay (North Vietnam). April 2003: 157–64.

Becking LE, de Leeuw C, Vogler C. 2014. Newly Discovered ‘Jellyfish Lakes’ in Misool, Raja Ampat, Papua, Indonesia. *Marine Biodiversity* 45(4): 597–98.

Becking LE, Renema W, Dondorp. 2009. Marine Lakes of Raja Ampat, West Papua, Indonesia : General Overview of First Sightings. *Laporan Survei*: 1–26.

Becking LE, Renema W, Santodomingo N, Hoeksema BW, Tuti J, Voogd de NJ. 2011. Recently Discovered Landlocked Basins in Indonesia Reveal High Habitat Diversity in Anchialine Systems. *Hydrobiologia*.

Cerrano C, Azzini F, Bavestrello G, Calcinai B, Pansini M, Sarti M, Thung D. 2006. Marine Lakes of Karst Islands in Ha Long Bay (Vietnam). *Chemistry and Ecology*

- 22(6): 489–500.
- Colin PL. 2009. Marine Enviroments of Palau. Sand Diego: Indo-Pacific Press.
- Dawson MN, Hamner WM. 2003. Geographic Variation and Behavioral Evolution in Marine Plankton: The Case of Mastigias (Scyphozoa, Rhizostomeae). *Marine Biology* 143(6): 1161–74.
- Dawson MN, Martin LE, Bell LJ, Patris S. 2009. Marine Lakes. In *Encyclopedia of Islands*, eds. R Gillespie and D.A Clague. Barkeley: Unversity California Press, 603–7.
- Dawson MN, Martin LE, Penland LK. 2001. Jellyfish Swarms, Tourists, and the Christ-Child. *Hydrobiologia* 451: 131–44.
- Hamner WM, Gilmer RW, Hamner PP. 1982. The Physical, Chemical, and Biological Characteristics of a Stratified, Saline, Sulfide Lake in Palau. *Limnol. Oceanogr* 27(5): 896–909.
- Hamner WM, Hamner PP. 1998. Stratified Meromictic Lakes of Palau (Western Caroline Island). *Physical Geography*: 175–220.
- Holthuis LB. 1973. Caridean Shrimps Found in Land-Locked Saltwater at Indo-West Pacific Localites Islands (Sinai Peninsua, Funafuti Atol, Maui and Hawaii Isalnds) With the Desription of One New Genus and Four New Spesies : 1–53.
- Mangubhai S, Erdmann MV, Wilson JR, Huffard CL, Ballamu F, Hidayat NI, Hitipeuw C, Lazuardi M, Muhajir, Pada D, Purba G, Rotinsulu C, Rumetna L, Sumolang K, Wen W. 2012. Papuan Bird's Head Seascape: Emerging Threats and Challenges in the Global Center of Marine Biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* 64(11): 2279–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.024>.
- Purba GYS, Haryono E, Sunarto. 2017. Kapan Terbentuknya Danau Laut di Misool Raja Ampat? Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017, 22 Mei 2017. Fakultas Geografi Universitas Muhamadiyah Surakarta. ISBN 978-602-361 072-3. hal. 655-662.
- Santodomingo N. 2009. Unravelling the Moon Sponges: On the Ecology and Phylogeni of Cinchyrella Spp. and Paratetilla Spp. (Spirophorida: Tetillidae) in Indonesian Anchia-line Lakes. Master Pro. Laiden University.

