

## **PEMETAAN PARAMETER OSEANOGRAFI KAWASAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT DI PERAIRAN KADIA LIYA KABUPATEN WAKATOBI**

### **MAPPING OF OCEANOGRAPHIC PARAMETERS OF SEAWEED CULTIVATION AREA IN KADIA LIYA WATERS, WAKATOBI REGENCY**

**Alim Setiawan<sup>1\*</sup>, Ihsan<sup>2</sup> & Edyar Simon<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Dayanu Ikhsanuddin*

<sup>2</sup>*Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia*

<sup>3</sup>*Balai Taman Nasional Wakatobi*

Email : [alimsetiawan@unidayan.ac.id](mailto:alimsetiawan@unidayan.ac.id)

#### **ABSTRACT**

Kadia Liya is one of the seaweed-producing areas in Wakatobi Regency, Southeast Sulawesi Province. Seaweed farming activities in this area continue to grow. The development of aquaculture activities continues to grow because it is influenced by fairly good water conditions. Remote sensing mapping technology is the best alternative for monitoring the condition of oceanographic parameters on a regional scale. This study aims to map oceanographic parameters including salinity, dissolved oxygen, and acidity in the Kadia Liya seaweed cultivation area, Wakatobi Regency, sampling has been carried out at 20 station points spread across the cultivation area. The satellite imagery used is the Sentinel-2A satellite imagery. The method used in data processing is the interpolation method used, namely Inverse Distance Weighting (IDW) using the ArcGIS 10.8 application. The results of observations of water conditions include salinity with a range between 30.3 - 37.1 per mille (‰), dissolved oxygen (DO) which is 4.7 mg / l - 9.5 mg / l, and acidity (pH) which is 6.0 - 8.5. In general, the condition of oceanographic parameters such as salinity, dissolved oxygen, and acidity at the research site is still relatively suitable for seaweed cultivation activities.

*Keyword: seaweed, sentinel imagery 2a, wakatobi*

#### **ABSTRAK**

*Kadia Liya merupakan salah satu daerah produsen rumput laut di Kabupaten Wakatobi Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan budidaya rumput laut di daerah ini terus berkembang. Perkembangan kegiatan budidaya ini terus berkembang karena dipengaruhi oleh kondisi perairan yang cukup baik. Teknologi pemetaan dengan penginderaan jauh merupakan alternatif terbaik untuk memonitor kondisi parameter oseanografi pada skala regional. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan parameter oseanografi antara lain salinitas, oksigen terlarut dan derajat keasaman di kawasan budidaya rumput laut Kadia Liya Kabupaten Wakatobi, Pengambilan sampel telah dilakukan pada 20 titik stasiun yang tersebar di kawasan*

*budidaya. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-2A. Metode yang digunakan dalam pengolahan data adalah dengan metode interpolasi yang digunakan yaitu Inverse Distance Weighting (IDW) dengan menggunakan aplikasi Arcgis 10.8. Hasil pengamatan kondisi perairan antara lain salinitas dengan kisaran antara 30,3 – 37,1 per mil (‰), oksigen terlarut (DO) yaitu 4,7 mg/l – 9,5 mg/l dan derajat keasaman (pH) yaitu 6,0 – 8,5. Secara umum kondisi parameter oseanografi seperti salinitas, oksigen terlarut dan derajat keasaman di lokasi penelitian masih tergolong cocok untuk kegiatan budidaya rumput laut.*

*Kata kunci: rumput laut, citra sentinel 2a, wakatobi*

## **PENDAHULUAN**

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki keunggulan dalam pertumbuhan budidaya rumput laut. Baru sekitar 281.474 ha dari 12.123.383 ha yang sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk budidaya rumput laut (KKP, 2014). Menurut KKP (2019), data FAO, Indonesia menghasilkan 9,9 juta ton rumput laut pada tahun 2019.

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu provinsi yang menjadi sentra produksi rumput laut di Indonesia, dengan data produksi tahun 2018 sebesar 1 juta ton. Kabupaten Konawe Selatan, Wakatobi, Buton, Buton Selatan, Buton Tengah, Buton Utara, Muna, Muna Barat, Konawe Utara, Kepulauan Konawe, dan Bombana merupakan daerah penghasil rumput laut utama (DKP Sulawesi Tenggara, 2018).

Kadia Liya Kecamatan Wangi-wangi Selatan merupakan salah satu daerah yang memberikan kontribusi produksi rumput laut di Kabupaten Wakatobi. Lokasi ini menjadi pusat tumbuhnya *Euchema* sp. rumput laut di kabupaten wakatobi. Sekitar 10.000 ton rumput laut diproduksi setiap tahun oleh petani di Kabupaten Wakatobi (DKP Sulawesi Tenggara, 2020).

Kondisi oseanografi merupakan factor penting yang harus diperhatikan dalam keberhasilan kegiatan budidaya rumput laut. Diantara parameter oseanografi tersebut adalah suhu, salinitas, partikel tersuspensi, kecerahan, kedalaman, pasang surut, dan kecepatan arus (Lobban & Harrison, 1997). Pada penelitian ini dibatasi untuk mengukur

salinitas, oksigen terlarut (DO), dan tingkat pH.

Dalam rangka penyusunan kebijakan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut, informasi mengenai kondisi parameter oseanografi di kawasan budidaya rumput laut sangat penting untuk diketahui. Berbagai penelitian telah memantau kondisi perairan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan alat yang berguna untuk mempelajari kehidupan dilaut laut dan sumber dayanya karena kemampuannya yang baik untuk memetakan kondisi perairan (Rajeesh & Dwarakish, 2015). Satelit Sentinel-2 adalah salah satu produk hasil pengideraan jauh yang dapat diakses secara gratis dan memiliki perangkat lunak untuk pengolahannya.

Sentinel-2 memiliki resolusi spasial sebesar 10 m dan resolusi temporal 5 hari membuatnya relatif mudah untuk melacak aktivitas di area tertentu. Menggunakan gambar sentinel-2, Hardiana et al. (2023) menilai kondisi perairan yang ideal untuk kegiatan produksi rumput laut di Dusun Kambunong Kabupaten Mamuju Tengah. Citra Sentinel-2 telah digunakan oleh Xing et al. (2019) untuk melacak pertanian rumput laut di Laut Kuning China. Citra Sentinel-2 telah digunakan oleh Fauzan et al. (2017) untuk memetakan persentase tutupan lamun di Jerowaru, Lombok Timur, dan pada tahun 2018 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan bahan tanaman yang mengapung di permukaan di Sungai La

Plata, Amerika Serikat. sebesar 10 m dan resolusi temporal 5 hari membuatnya relatif mudah untuk melacak aktivitas di area tertentu. Menggunakan gambar sentinel-2, Hardiana et al. (2023) menilai kondisi perairan yang ideal untuk kegiatan produksi rumput laut di Dusun Kambunong Kabupaten Mamuju Tengah. Citra Sentinel-2 telah digunakan oleh Xing et al. (2019) untuk melacak pertanian rumput laut di Laut Kuning China. Citra Sentinel-2 telah digunakan oleh Fauzan et al. (2017) untuk memetakan persentase tutupan lamun di Jerowaru, Lombok Timur, dan pada tahun 2018 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan bahan tanaman yang mengapung di permukaan di Sungai La Plata, Amerika Serikat.

Sentinel-2 memiliki resolusi temporal 5 hari dan resolusi spasial 10 m sehingga sangat memudahkan untuk kegiatan monitoring suatu wilayah. Hardiana et al. (2023) memetakan kondisi perairan yang sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut di desa Kambunong Kabupaten Mamuju tengah menggunakan citra sentinel-2. Xing et al. (2019) telah menggunakan citra Sentinel-2 untuk memonitor budidaya rumput laut di Laut Kuning, China. (2018) telah

menggunakan citra Sentinel-2 untuk mendeteksi dan kualifikasi padatan tumbuhan yang mengapung di permukaan yang ada di Sungai La Plata, Amerika Serikat, Citra Sentinel-2 telah dimanfaatkan oleh Fauzan et al. (2017) untuk memetakan persentase tutupan lamun di Jerowaru, Lombok Timur.

Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oseanografi seperti salinitas, Oksigen terlarut (DO) dan derajat keasaman (pH) daerah budidaya rumput laut di kawasan perairan Kadia Liya Kabupaten Wakatobi melalui pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.

#### **METODE**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni tahun 2020. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Hanna Instrumentr HI 98193. Terdapat 20 titik stasiun pengamatan kondisi perairan yang tersebar di perairan budidaya rumput laut Kadia Liya (Gambar 1). Parameter kualitas air laut melalui analisa laboratorium yaitu Oksigen terlarut (DO), plankton, sedimentasi kadar Phospat dan Nitrat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian kawasan budidaya rumput laut perairan Kadia Liya Kecamatan Wangi-wangi selatan Kabupaten Wakatobi

Data hasil pengukuran lapangan parameter oseanografi dianalisis secara deskriptif dan di interpolasi. Metode interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dengan menggunakan aplikasi Arcgis 10.8 digunakan dalam memetakan kondisi parameter perairan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa informasi kondisi sebaran salinitas, oksigen terlarut (DO) dan derajat keasaman (pH) kawasan budidaya rumput laut perikanan Kadia Liya secara spasial.

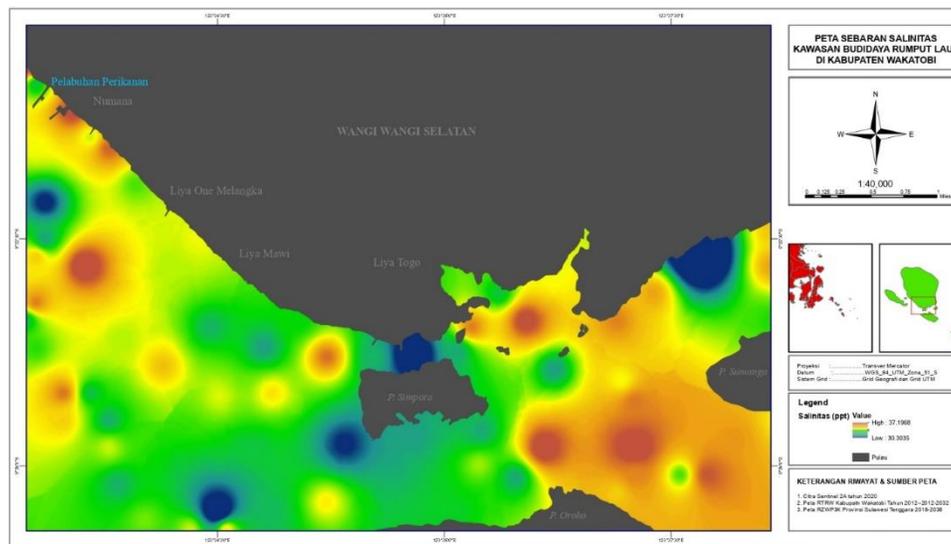
## HASIL

### Salinitas

Salinitas merupakan salah satu faktor pembatas penyebab terjadinya stratifikasi perairan dalam penyebaran biota laut baik

secara vertikal maupun horizontal. Pola penyebaran salinitas dipengaruhi oleh proses pergerakan dan pencampuran massa air. Jumlah kadar garam yang terkandung dalam satu kilogram air laut secara umum berkisar antara 28 ‰ hingga 31 ‰. Kondisi salinitas di wilayah perairan merupakan kondisi alami dan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004.

Pengukuran salinitas perairan dilakukan dengan menggunakan refractometer. Pengamatan salinitas perairan dilakukan pada 20 titik stasiun. Hasil pengukuran di kawasan budidaya rumput laut perairan Kadia Liya diperoleh salinitas pada kisaran antara 30,3 – 37,1 permil (‰).

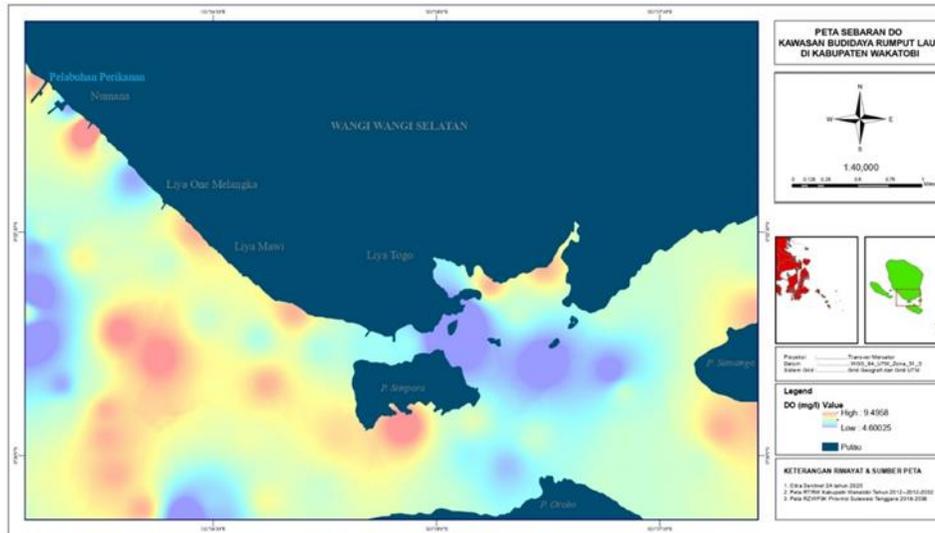


Gambar 2. Peta sebaran salinitas di perairan Kadia Liya Kabupaten Wakatobi

### Okasigen Terlarut (DO)

Makhluk hidup memerlukan oksigen terlarut (DO/Dissolved Oxygen) untuk proses oksidasi dalam proses oksidasi dan pernapasan di dalam perairan. Fungsi lain dari oksigen adalah sebagai indikator senyawa-senyawa kimia di perairan. Sumber oksigen terbesar berasal dari adsorpsi udara bebas, sementara dari fitoplankton dan tumbuhan hijau lainnya yang berklorofil

menyumbang oksigen sebagai produk fotosintesis. Berdasarkan hasil pengukuran lapangan 20 titik sampling, oksigen terlarut (DO) perairan Kadia Liya secara umum berkisar antara 4,7 mg/l – 9,5 mg/l (Gambar 3). Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut kandungan oksigen terlarut yang ditetapkan yaitu >5 mg/L.



Gambar 3. Peta sebaran oksigen terlarut di perairan Kadia Liya Kabupaten Wakatobi

Salah satu gas yang larut dalam air adalah oksigen. Tingkat oksigen terlarut dalam air bervariasi, tergantung pada parameter air lainnya seperti suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan semakin rendah tekanan atmosfer, maka semakin rendah tingkat oksigen terlarut (Jeffries and Mills, 1996). Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (diurnal) dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan (turbulensi) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003).

Ikan dan organisme akuatik lain membutuhkan oksigen terlarut dengan jumlah cukup banyak. Setiap jenis kehidupan memiliki kebutuhan oksigen yang berbeda. Keberadaan logam berat yang berlebihan di perairan akan mempengaruhi system respirasi organisme akuatik, sehingga pada saat kadar oksigen terlarut rendah dan terdapat logam berat dengan konsentrasi tinggi, organisme akuatik menjadi lebih menderita (Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2003). Pola perubahan kadar oksigen ini mengakibatkan terjadinya

fluktuasi harian oksigen pada lapisan eufotik perairan. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum pada pagi hari.

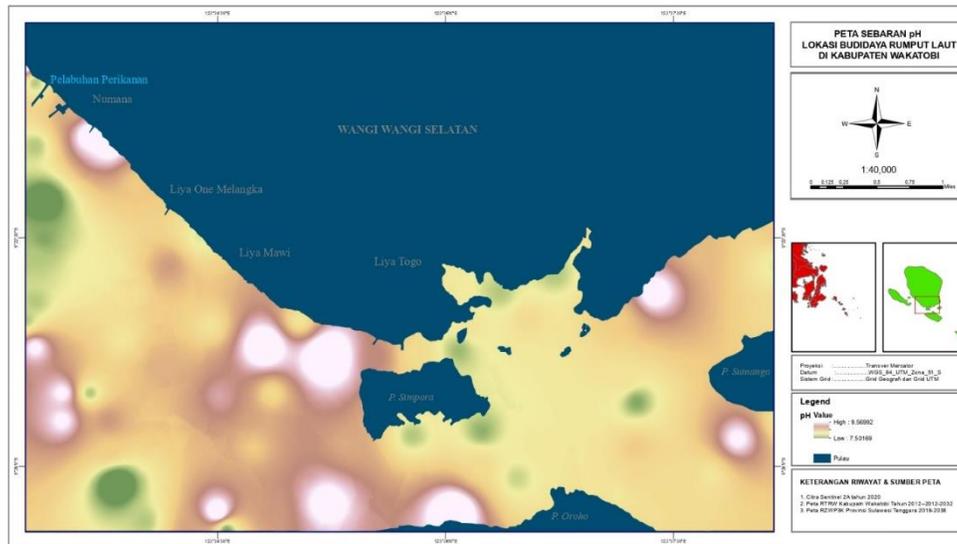
### Derajat Keasaman (pH)

Kemasaman air (pH air) adalah nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air (dalam keadaan molar) (Sanusi dan Putranto, 2009). pH air menunjukkan nilai keasaman atau kebasahan suatu perairan. Nilai pH = 7 merupakan pH netral, nilai pH > 7 adalah basa, dan nilai pH < 7 adalah asam. Biota akuatik sebagian besar sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5 (Effendi, 2003).

Hasil pengukuran pH air di perairan Kadia Liya berada pada kisaran 7,93 – 8,68 (Gambar 4). PH air yang optimal antara 6,5 dan 8 (netral) untuk kelangsungan hidup ikan, udang, dan organisme air lainnya karena kisaran ini menunjukkan keseimbangan yang ideal antara karbon dioksida dan oksigen serta sangat memungkinkan untuk tidak ditumbuhi mikroba berbahaya bagi kehidupan ikan dan lainnya. Sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun (2004) tentang kriteria

kualitas air asin untuk biota laut yaitu Nilai pH yang diperbolehkan yaitu 7 sampai 8,5. Selain itu, tingkat pH air memiliki dampak

yang signifikan terhadap spesies air, menjadikannya sebagai indikator umum pada kualitas perairan.



Gambar 4. Peta sebaran derajat keasaman (PH) di perairan Kadia Liya Kabupaten Wakatobi

Sistem penyangga akan terganggu meskipun hanya ada sedikit perbedaan pH dari pH alami. Akibatnya, kadar CO<sub>2</sub> dapat bervariasi dan menjadi tidak seimbang sehingga membahayakan biota laut. Nilai pH permukaan laut perairan Indonesia biasanya berkisar pH 6,0-8,5. Efek langsung dan tidak langsung dapat terjadi pada kehidupan di perairan laut dari perubahan pH. Akibat langsungnya adalah kematian ikan serta berkurangnya produktivitas primer di perairan. Akibat tidak langsung adalah perubahan toksisitas zat-zat yang ada di udara.

## PEMBAHASAN

### Salinitas

Perairan Kadiya Liya secara eksisting dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk budidaya rumput laut dengan pertumbuhan sangat baik. Kondisi ini dapat dilihat dalam kurun waktu 5 tahun terakhir bahwa perkembangan budidaya di lokasi ini dengan memanfaatkan lahan perairan sekitar semakin luas.

*Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut yang bersifat stenohaline. Dari hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian didapatkan salinitas dengan nilai 33 ppt. Menurut Ditjenkanbud (2005) kisaran salinitas yang baik untuk pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* adalah 28 – 35 ppt. Aslan, (1998) Salinitas yang baik untuk *Eucheuma cottonii* adalah 28-35 ppt dengan nilai optimum 33 ppt dari perairan yang berdekatan dengan muara sungai. Perubahan salinitas yang ekstrim dapat menyebabkan timbulnya penyakit berbagai macam penyakit pada rumput laut seperti ice-ice. Untuk memperoleh perairan dengan salinitas tersebut maka harus jauh dari sumber air tawar yaitu sungai kecil atau muara sungai.

### Oksigen terlarut (DO)

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan 20 titik sampling, oksigen terlarut (DO) perairan Kabupaten Wakatobi secara umum berkisar antara 4,7 mg/l - 9,5 mg/l. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan

Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut kandungan oksigen terlarut yang ditetapkan yaitu >5 mg/L. Susilowati *et al*, (2012) mengatakan bahwa oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi semua organisme hidup. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan makhluk hidup didalam air. Dari pengukuran parameter kualitas air untuk DO adalah 7,2. Konsentrasi oksigen selama penelitian sebesar 3,2 – 7,8 mg/l cukup memadai untuk menunjang secara normal komunitas akuatik di perairan. Kandungan oksigen terlarut untuk menunjang usaha budidaya rumput laut adalah 3 – 8 mg/l (Ditjenkanbud, 2008)

### Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan. Derajat Keasaman (pH) merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kualitas perairan. Suatu perairan laut yang baik biasanya bersifat basa dengan pH > 7 sebagaimana direkomendasikan Kementerian Lingkungan Hidup, tahun 2004. Hasil pengukuran derajat keasaman yang didapatkan di sekitar perairan, Pengaruh pH terhadap komunitas biota perairan dapat dilihat pada table 1 berikut ini:

Tabel 1 Pengaruh pH terhadap Komunitas Biologi Perairan.

Nilai pH	Pengaruh secara umum
6,0 - 6,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keanekaragaman plankton dan benthos sedikit menurun.</li> <li>• Kelimpahan total, biomassa, produktivitas tidak mengalami perubahan.</li> </ul>
5,5 - 6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penurunan nilai keanekaragaman plankton dan benthos semakin tampak.</li> <li>• Kelimpahan total, biomassa, produktivitas masih belum mengalami perubahan berarti.</li> <li>• Alga hijau berfilamen mulai tampak pada zona litoral.</li> </ul>
5,0 - 5,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan bentos semakin besar.</li> <li>• Terjadi kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos semakin besar.</li> <li>• Alga hijau berfilamen semakin besar.</li> <li>• Proses nitrifikasi terhambat.</li> </ul>
4,5 - 5,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton dan bentos semakin besar.</li> <li>• Terjadi kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos semakin besar.</li> <li>• Alga hijau berfilamen semakin besar.</li> <li>• Proses nitrifikasi lebih terhambat.</li> </ul>

Sumber: Modifikasi Baker *et. al*, 1990 dalam Novonty & Olem, 1994

Susilowati *et al*, (2012) mengatakan bahwa derajat keasaman merupakan konsentrasi ion hydrogen yang ada pada perairan tersebut.

Keberadaan derajat keasaman (pH) dalam kegiatan budidaya rumput laut (*Euचेuma cottoniii*) juga ikut mempengaruhi nilai

keasamaan suatu perairan. Perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif lebih stabil dan berada dalam kisaran yang sempit, biasanya berkisar antara 7,7 – 8,4. pH dipengaruhi oleh kapasitas penyangga (buffer) yaitu adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat yang dikandungnya (Boyd, 1990). Selanjutnya Untuk pertumbuhan yang optimal, rumput laut membutuhkan pH 7,0-9,0 dengan kisaran sangat sesuai 7,5-7,6 (Zainuddin & Rusdani, 2018).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan kawasan budidaya rumput laut Kadia Liya dengan menggunakan citra Sentinel 2 A pada tanggal 03 Mey 2020 sebaran parameter oseanografi di perairan lokasi budidaya rumput laut Kadia Liya pada 20 titik pengamatan antara lain salinitas dengan kisaran antara 30,3 – 37,1 per mil (‰), oksigen terlarut (DO) yaitu 4,7 mg/l – 9,5 mg/l dan derajat keasaman (pH) yaitu 6.0 – 8,5. Kondisi parameter oseanografi ini dapat mendukung pertumbuhan rumput laut dilokasi budidaya.

### DAFTAR PUSTAKA

Aslan, L. (1998). Budi Daya Rumput Laut. Yogyakarta: Kanisius.

Boyd, C. E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture.

Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. (2008). Petunjuk teknis budidaya rumput laut *Eucheuma* spp. DKP RI, Ditjenkanbud. Jakarta. Hal 41

Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan.

Fauzan, M. A., Kumara, I. S., Yogyantoro, R., Suwardana, S., Fadhilah, N., Nurmalasari, I., & Wicaksono, P. (2017). Assessing the capability of Sentinel-2A data for mapping seagrass percent cover in Jerowaru, East

Lombok. *The Indonesian Journal of Geography*, 49(2), 195-203. <http://dx.doi.org/10.22146/ijg.28407>

- Hardiana, A., Mulyawan, A. E., Fathuddin, F., Nursyahran, N., & Heriansah, H. (2023). ANALISIS KESESUAIAN PERAIRAN RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) DI PERAIRAN DESA KAMBUNONG KABUPATEN MAMUJU TENGAH MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(1), 169-179. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i1.459>
- Jeffries, M., & Mills, D. (1996). *Freshwater Ecology, Principles and Application*. Jhon wiley and sons. *Chishester. UK*. 285p.
- LOBBAN, C., & HARRISON, P. (1994). *Seaweed Ecology and Physiology*.
- Rajeesh, R., & Dwarakish, G. S. (2015). Satellite oceanography—a review. *Aquatic Procedia*, 4, 165-172. Doi:10.1016/j.aqpro.2015.02.023
- Sanusi, H. S., & Putranto, S. (2009). *Kimia Laut dan Pencemaran, Proses Fisik Kimia dan Interaksi dengan Lingkungan*. Bogor: *Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor*.
- Susilowati, T., Rejeki, S., Zulfitriani, Z., & Dewi, E. N. (2012). The influence of depth of plantation to the growth rate of *Eucheuma cottonii* seaweed cultivated by longline method in Mlonggo beach, Jepara Regency. *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 8(1), 7-12. <https://doi.org/10.14710/ijfst.8.1.7-12>
- Xing, Q., An, D., Zheng, X., Wei, Z., Wang, X., Li, L., & Chen, J. (2019). Monitoring seaweed aquaculture in the Yellow Sea with multiple sensors for managing the disaster of macroalgal blooms. *Remote Sensing of*

*Environment*, 231, 111279.  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111279>

Zainuddin, F., & Rusdani, M. M. (2018). Performa Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* dari Maumere dan Tembalang Pada Budidaya Sistem Longline. *Journal of Aquaculture Science*, 3(1), 116-127.