

Prevalensi Penyakit Karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa

Nining Nursalim¹, Agus Trianto^{1,2*}, Muhammad Syaifudien Bahry³, Dwi haryanti¹,
Raden Ario¹, Raja Aditia Sahala Siagian¹, Akhmad Tri Prasetyo¹

Department Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275 Indonesia
Email: agustrianto.undip@gmail.com

Abstract

Prevalence of Coral Disease on Menjangan Besar Island, Karimunjawa

Coral disease can cause coral damage on Menjangan Besar Island, Karimunjawa. Floating net cages adjacent to coral reefs can affect coral health. Floating net cages can affect water quality by adding nutrients, such as nitrate (205.6 and phosphate 39.2/ton fish production). Nutrients and environmental factors can trigger and cause coral disease. The purpose of this study was to determine the effect of the existence of floating net cages on the prevalence of coral disease on Menjangan Besar Island, Karimunjawa. The research was conducted using a survey method, data collection using a proportional method, the results of the data will be analyzed descriptively. The results of the study found Black Band Disease, Brown Band Disease, Ulcerative White Pox, White syndrome, Yellow Bloch Disease, Pigmentation responses, White Plague and White Band Disease. Water parameters such as temperature ranged from 30.71-30.750C, salinity 32.7-33.20/00, current velocity 0.03-0.06 m/s, nitrate 0.586-1,128 mg/L and phosphate 0.064-0.133 mg/ L. The most common disease is Ulcerative White Pox. The prevalence of coral disease is influenced by the presence of floating net cages, it can be seen in A1, A2 and A3 with prevalence values (39.85, 43.61 and 33.14) which are higher than B1 and B2 (14.41 and 10,6).

Keywords : Karimunjawa, Menjangan Besar, Nutrient, Prevalence

Abstrak

Penyakit karang dapat menyebabkan kerusakan karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. Karamba jaring apung yang berdampingan dengan terumbu karang dapat mempengaruhi kesehatan karang. Karamba jaring apung dapat mempengaruhi kualitas air dengan menambah nutrisi, seperti Nitrat (205,6 dan fosfat 39,2/ton produksi ikan). Nutrien dan faktor lingkungan dapat menjadi pemicu dan penyebab penyakit karang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh keberadaan karamba jaring apung terhadap prevalensi penyakit karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. Penelitian dilakukan dengan metode survei, pengambilan data dengan metode proporsional, hasil data akan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian ditemukan penyakit *Black Band Disease*, *Brown Band Disease*, *Ulcerative White Pox*, *White syndrome*, *Yellow Bloch Disease*, *Pigmentation responses*, *White Plague* dan *White Band Disease*. Parameter perairan seperti temperatur berkisar 30,71-30,75°C, salinitas 32,7-33,2‰, kecepatan arus 0,03-0,06 m/s, nitrat 0,586-1,128 mg/L dan fosfat 0,064-0,133 mg/L. Penyakit paling banyak ditemukan adalah *Ulcerative White Pox*. Prevalensi penyakit karang dipengaruhi oleh keberadaan karamba jaring apung, dapat terlihat pada A1, A2 dan A3 dengan nilai prevalensi (39,85, 43,61 dan 33,14) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan B1 dan B2 (14,41 dan 10,6).

Kata kunci : Karimunjawa, Menjangan Besar, Nutrien, Prevalensi

PENDAHULUAN

Taman nasional karimunjawa memiliki ekosistem pesisir yang ideal berupa terumbu karang, mangrove dan lamun (Ulqodry *et al.*, 2010). Dari 27 pulau yang ada, lima pulau telah dihuni masyarakat seperti Pulau Karimunjawa, Pulau Kemojan, Pulau Parang, Pulau Nyamuk dan Pulau Genting. Pulau Menjangan Besar secara administrasi bagian dari Taman Nasional Karimunjawa (Aldin *et al.*, 2019), Pulau Menjangan Besar tidak dihuni masyarakat, Pulau Menjangan Besar dipilih karena terdapat budidaya karamba jaring apung yang berdampingan dengan terumbu karang. Kegiatan budidaya laut dapat menyebabkan penurunan kualitas terumbu karang (Heery *et al.*, 2018).

Penyakit karang menjadi salah satu penyebab kerusakan terumbu karang di Indonesia (Palupi *et al.*, 2019). Jenis terumbu karang yang terdapat di Pulau Menjangan Besar yaitu *Acropora sp.*, *Stylopora sp.*, *Porites sp.*, *Favia sp.*, *Heliopora sp.*, *Euphyllia sp.*, *Pocilopora sp.*,

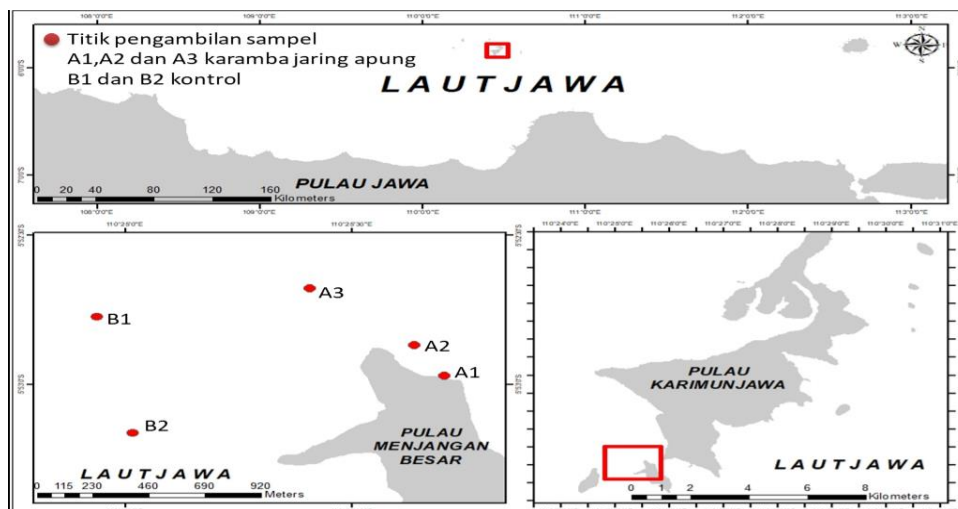
Goniopora sp. dan *Favites* sp. Dengan nilai keaneragaman sebesar 1.28 tergolong sedang/moderat dan nilai dominasi sebesar 0.58 (Januardi *et al.*, 2016). Keanekaragaman tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai lokasi keramba jaring apung (Januardi *et al.*, 2016), terdapat beberapa keramba jaring apung di Pulau Menjangan Besar dengan ikan kerapu sebagai ikan budidaya (Suryono *et al.*, 2017). Ikan kerapu merupakan ekonomis penting dengan harga yang tinggi (Huliselan *et al.*, 2017). Kegiatan pemeliharaan ikan menggunakan keramba jaring apung dalam menghasilkan limbah berupa nutrisi seperti nitrat dan fosfat (Septory *et al.*, 2021) sebesar 142 kg N dan 26 kg P dilepaskan ke lingkungan per ton produk ikan untuk pakan rucah dan 205,6 ton nitrat dan 72 kg N dan 17,3 kg P untuk pakan hasil formulasi (Qi *et al.*, 2019). Nitrat dan fosfat menjadi faktor yang memengaruhi kehidupan karang (Suryanti *et al.*, 2018). Keramba jaring apung yang berada di sekitar terumbu karang memiliki dampak terhadap prevalensi penyakit karang (Sabdono *et al.*, 2019).

Penyakit karang dapat menurunkan kualitas dan daya imun karang, ditandai dengan matinya karang di suatu perairan (Renta *et al.*, 2020). Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang memiliki fungsi penting bagi ikan maupun biota laut lainnya (Huda *et al.*, 2018); (Zurba, 2019). Terumbu karang termasuk ekosistem yang dinamis, namun sangat sensitif dan rentan terhadap perubahan lingkungan (Aulia & Sari, 2020). Faktor lingkungan (nutrien) dapat memicu dan memperparah prevalensi penyakit karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh keberadaan keramba jaring apung terhadap prevalensi penyakit karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021 dengan lima stasiun pengambilan data yang terdiri dari tiga stasiun keramba jaring apung dan dua stasiun non keramba jaring apung dapat dilihat pada Gambar 1.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei, metode survei dapat menggambarkan kondisi terumbu karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa (Schwarz *et al.*, 1998). Pengambilan data menggunakan metode purposif, mengambil sampel berdasarkan tujuan tertentu (karang yang memiliki penyakit di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa). Pengambilan data parameter perairan meliputi suhu, salinitas, kecepatan arus dan nutrisi (nitrat dan fosfat). Pengukuran suhu perairan menggunakan termometer, pengukuran salinitas menggunakan refraktometer, mengukur kecepatan arus menggunakan current meter, pengukuran nitrat dan fosfat menggunakan spektrofotometer uv-vis, panduan konsentrasi nitrat berdasarkan SNI 19-6964.7-2003,



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

sedangkan konsentrasi fosfat berdasarkan Standard Method 2005, Section. Identifikasi jenis penyakit karang menggunakan Metode deskriptif, metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan dan menjabarkan data yang diperoleh pada saat penelitian (Suryono *et al.*, 2017). Identifikasi penyakit karang dilakukan dengan mengambil data jenis atau nama penyakit. Pengambilan data prevalensi menggunakan metode transek sabuk berukuran panjang 10 meter dan lebar 2 meter dengan 2 ulangan (Siladharma & Karim, 2017). Prevalensi penyakit karang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Prevalensi} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Prevalensi merupakan Jumlah populasi yang mengalami penyakit (%), n = jumlah koloni karang berpenyit; N = total koloni karang yang diperiksa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi jenis penyakit karang, penyakit karang yang paling sering ditemukan di semua stasiun adalah *Ulcerative White Pox* dan *Black Band Disease*. Jenis penyakit karang dapat dilihat pada Tabel 1.

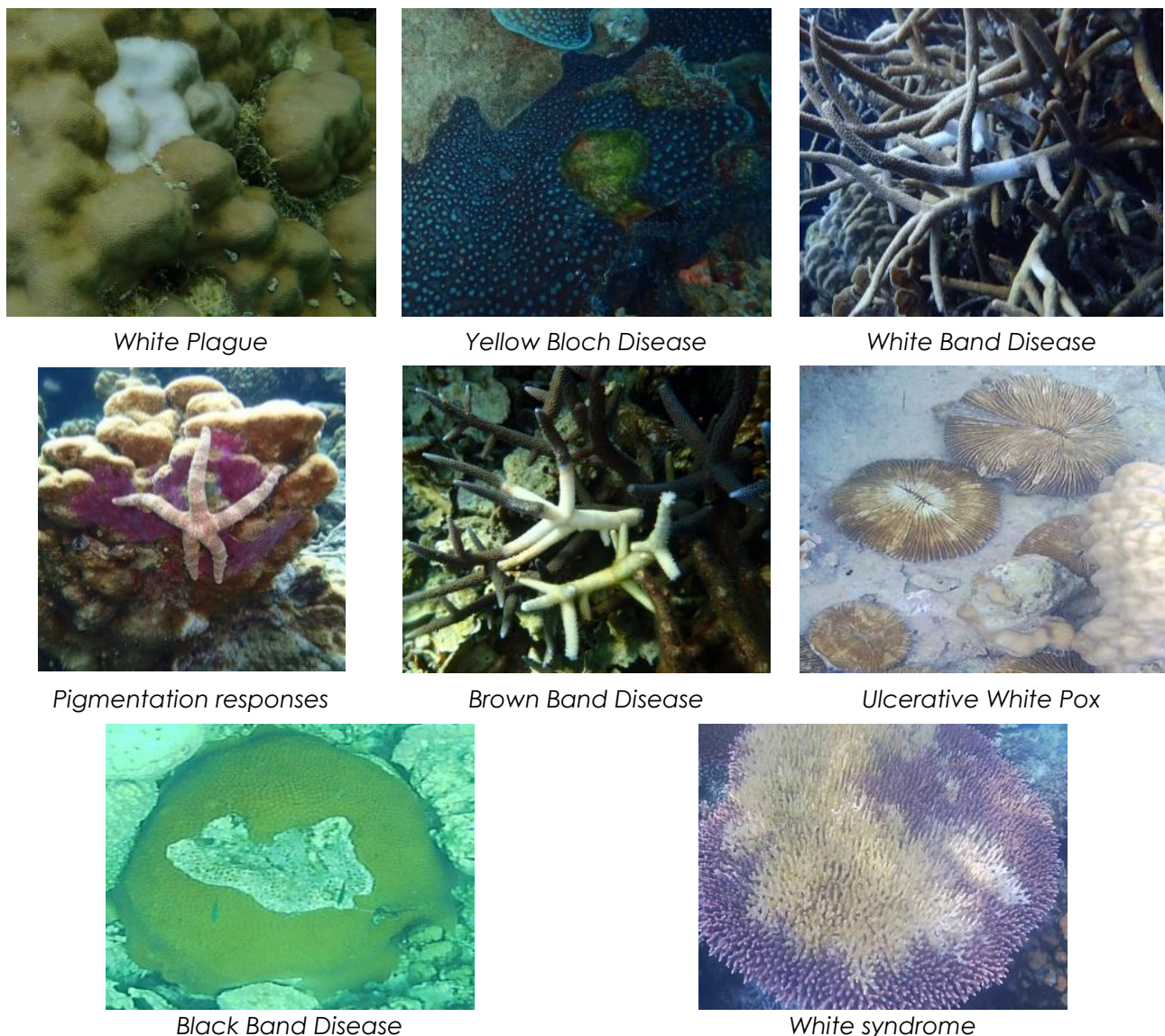
Ditemukan delapan penyakit dari lima stasiun penelitian, jenis penyakitnya adalah *Black Band Disease*, *Brown Band Disease*, *Ulcerative White Spot*, *White syndrome*, *Yellow Bloch Disease*, *Pigmentation responses*, *White Plague* dan *White Band Disease*. *Ulcerative White Spot* merupakan penyakit karang yang paling banyak ditemukan sebanyak 59 koloni di Pulau Nyamplungan Karimunjawa. *Ulcerative white spots* ditemukan pada penelitian sebelumnya berjumlah 32 koloni di Pulau Karimunjawa (Sabdono *et al.*, 2019). *Black Band Disease* merupakan salah satu penyakit yang tertinggi kedua dengan nilai 44 koloni. Penelitian Sabdono *et al.* (2019), menunjukkan bahwa jumlah penyakit BBD di Pulau Genting, Pulau Seruni, dan Pulau Sambangan yaitu 115 koloni.

Penyakit *Ulcerative White Pox* dapat disebabkan oleh bakteri *Serratia marcescens*, bakteri *Vibrio sp.*, perubahan temperatur yang dapat mendorong peningkatan pertumbuhan patogen dan menurunkan kekebalan tubuh karang (Paatterson *et al.*, 2002), nutrisi dan limbah (Sutherland *et al.*, 2016). Penyakit *Black Band Disease* dapat disebabkan oleh bakteri *Phormidium corallyticum* (Barrow & Feltham, 2018); (Patterson *et al.*, 2002), Cyanobacteria (Buerger *et al.*, 2019) dengan jenis *Reseofilum reptotaenium* (Meyer *et al.*, 2017) dan *Oscillatoria sp* (Stanić *et al.*, 2011), Archaea dan Eukarya (Sato *et al.*, 2016), faktor lingkungan seperti temperatur dan cahaya (Muller & van Woesik, 2011). Penyakit *White band disease* dapat disebabkan oleh infeksi Flavobacteriaceae, Vibrionaceae, Alteromonadaceae, Colwelliaceae, dan Rhodobacteraceae (Certner & Vollmer, 2015), *Vibrionales* dan *Rickettsiales* (Gignoux-Wolfsohn & Vollmer, 2015), *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio owensii* dan *Pseudoalteromonas rubra* (Nugraha *et al.*, 2019).

Penyakit *Brown Band Disease* biasanya disebabkan oleh *Porpostoma guamensis* (Lobban *et al.*, 2011), *Arcobacter sp.* dan *Aeromonas sp.* (Sweet Bythell, 2012). *White syndrome* disebabkan

Tabel 1. Jenis penyakit karang yang ditemukan di Pulau Menjangan Besar

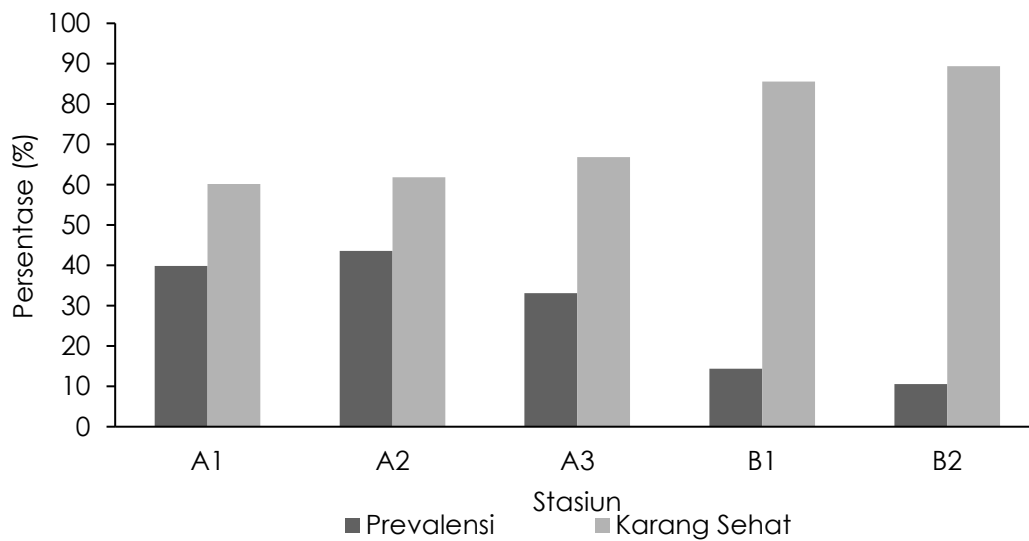
No	Jenis Penyakit	Jumlah (Koloni)
1	Black Band Disease	44
2	Brown Band Disease	12
3	Ulcerative White Pox	59
4	White syndrome	26
5	Yellow Bloch Disease	23
6	Pigmentation responses	5
7	White Plague	21
8	White Band Disease	13



Gambar 2. Penyakit karang yang ada di Pulau Menjangan Besar

bakteri pathogen *Vibrio owensii* (Ushijima et al., 2012) *Vibrio coralliiticyus* (Ushijima et al., 2014); (Rosyid dan Luthfi, 2019) dan *Pseudoalteromonas piratica* (Beurmann et al., 2017). Penyakit *Yellow Blotch Disease* dapat disebabkan oleh *Vibrio* sp. (Cervino et al., 2004); (Cervino et al., 2008), *Vibrio mediterranei* (Yang et al., 2020). *Pigmentation respon* merupakan respon stres yang umum terjadi pada karang dengan penyebab yang bervariasi (Willis et al., 2004). Responnya dapat bervariasi dalam intensitas dan warna, dan batas warna pink, biru dan kuning pada koloni atau spesies yang berbeda dapat diamati (Mohamed & Michael, 2019). Penyakit *White Plague* dapat disebabkan oleh *Aurantimonas coralicida* (Denner et al., 2003), *Aurantimonas coralicida* (Denner et al., 2003) *Thalassomona sloyana* (Thompson et al., 2006), *Virus Circoviridae* dan *Nanoviridae* (Soffer et al., 2014) dan *Vibrio* Sp. (Tonon et al., 2017). Penyakit karang yang terjadi di Pulau Menjangan Besar didominasi oleh infeksi bakteri.

Prevalensi penyakit karang merupakan persentase koloni yang terserang penyakit. Prevalensi penyakit karang pada stasiun yang berdampingan dengan karamba jaring apung memiliki nilai prevalensi lebih tinggi dibandingkan stasiun yang tidak berdampingan dengan karamba jaring apung, nilai prevalensi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prevalensi Penyakit Karang

Prevalensi penyakit karang paling tinggi didapat pada stasiun A2 (stasiun yang berdampingan dengan karamba jaring apung) sebesar 43,61% dan paling rendah ditemukan pada stasiun B2 sebesar 10,6% (stasiun yang tidak berdampingan dengan karamba jaring apung). Hasil ini sesuai dengan yang dilakukan sebelumnya dimana prevalensi Pulau Genting (terdapat karamba jaring apung) memiliki nilai prevalensinya sebesar 41,61% dan Pulau Seruni (tidak terdapat karamba jaring apung) sebesar 6,89%. Hal ini membuktikan Keberadaan karamba jaring apung mempengaruhi penyakit karang (Sabdono *et al.*, 2019). Kualitas air berpengaruh terhadap kehidupan biota laut, tidak terkecuali terumbu karang (Marques *et al.*, 2019). Data kualitas air meliputi temperatur, salinitas, kecepatan arus dan nutrisi (nitrat dan fosfat). Data parameter perairan dapat dilihat pada Tabel 2.

Baku mutu air laut untuk biota laut menurut UU No.51 tahun 2004 : Temperatur berkisar antara 28-31°C, salinitas 33-34‰, nitrat 0,008 mg/L, fosfat 0,015 mg/L dan tidak ditemukan untuk arus (Keputusan Menteri Negara, 2004). Nilai Temperatur stasiun A1, A2, A3, B1 dan B2 berturut-turut adalah 30,71°C, 30,73°C, 30,72°C, 30,75°C dan 30,75°C, temperatur pada kelima stasiun dalam kisaran baku mutu. Salinitas pada stasiun A1, A2, A3, B1 dan B2 berturut-turut adalah 33,0‰, 32,7‰, 32,7‰, 33,2‰ dan 32,7‰, hanya pada stasiun A1 dan B1 berada dalam kisaran baku mutu sedangkan pada stasiun lainnya berada dibawah baku mutu dengan nilai yang tidak terlalu jauh. Nutrien di semua stasiun melebihi baku mutu, konsentrasi nitrat berkisar 0,586-1,128 mg/L. Konsentrasi nitrat yang sama terjadi di Pulau Menjangan Kecil dengan nitrat sebesar 0,5-1,5 mg/L (Pangaribuan *et al.*, 2013), jika nitrat lebih dari 0,2 mg/L berpotensi dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Hakanson & Bryhn, 2008). Fosfat lebih tinggi dari baku mutu di semua stasiun, konsentrasi fosfat berkisar 0,064-0,133mg/L, konsentrasi nitrat dan fosfat yang sama terjadi di Pulau Menjangan Kecil dengan nitrat sebesar 0,05 –0,23 mg/L, terjadi eutrofikasi jika konsentrasi fosfat 0,07 mg/L (Pangaribuan *et al.*, 2013).

Sumbangan nitrat dan fosfat dari kegiatan budidaya karamba jaring apung dapat berasal dari sisa pakan dan feses. Sisa pakan yang dilepaskan ke perairan sebesar 18% dari total pakan yang diberikan. Nutrien yang berasal dari feses sebesar 39,4% dari pakan yang dikonsumsi. Total bahan organik yang dihasilkan sebesar 1.178,1 Kg/ton ikan produksi atau sebesar 50,3 % dari total pakan (Mansur *et al.*, 2013). Penurunan kualitas perairan mempengaruhi kesehatan karang dengan munculnya berbagai penyakit dan gangguan bagi biota karang (Riska *et al.*, 2019). Nutrien tidak berpengaruh secara langsung dengan penyakit karang, penyebab penyakit Karang didominasi oleh infeksi bakteri. Bakteri membutuhkan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya (Ji *et al.*, 2018), ketika nutrisi dimanfaatkan akan menurunkan konsentrasinya dan meningkatkan jumlah bakteri yang dapat menyerang terumbu karang dan mengakibatkan penyakit karang.

Tabel 2. Parameter perairan

Parameter Perairan	Lokasi				
	A1	A2	A3	B1	B2
Temperatur °C	30,71	30,73	30,72	30,75	30,75
Salinitas ‰	33,0	32,7	32,7	33,2	32,7
Arus m/s	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06
Nitrat mg/L	1,128	1,009	0,586	1,041	1,095
Fosfat mg/L	0,133	0,064	0,094	0,087	0,082

KESIMPULAN

Ditemukan 8 jenis penyakit karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa yaitu *Black Band Disease*, *Brown Band Disease*, *Ulcerative White Pox*, *White syndrome*, *Yellow Bloch Disease*, *Pigmentation responses*, *White Plague* dan *White Band Disease*. *Ulcerative White Pox* menjadi penyakit paling banyak ditemukan di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. Prevalensi penyakit karang dipengaruhi oleh keberadaan karamba jaring apung dapat terlihat pada A1, A2 dan A3 dengan nilai prevalensi (39,85, 43,61 dan 33,14%) lebih tinggi jika dibandingkan dengan B1 dan B2 (14,41 dan 10,6%). Penyakit karang dipengaruhi oleh infeksi bakteri, perubahan temperatur, limbah, nutrisi dan cahaya, namun nutrisi tidak berpengaruh secara langsung dengan penyakit karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldin, F., Prasetyo, Y., & Helmi, M. (2019). Studi Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal Berdasarkan Analisis Digital Menggunakan Citra Pleiades Multispektral Di Perairan Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 77–86.
- Aulia, Q.A., & Sari, N.W.P. (2020). Colar Bleaching, Karang Hidup Atau Mati? *Oseana*, 45, 13–22.
- Barrow, G.I., & Feltham, R.K.A. (2018). *Manual for the identification of medical bacteria*. Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511527104
- Beurmann, S., Ushijima, B., Videau, P., Svoboda, C.M., Smith, A.M., Rivers, O.S., Aeby, G.S., & Callahan, S. M. (2017). *Pseudoalteromonas piratica* strain OCN003 is a coral pathogen that causes a switch from chronic to acute *Montipora* white syndrome in *Montipora capitata*. *PLoS ONE*, 12(11), 1–20. doi: 10.1371/journal.pone.0188319
- Buerger, P., Weynberg, K.D., Wood-Charlson, E.M., Sato, Y., Willis, B.L., & van Oppen, M.J.H. (2019). Novel T4 bacteriophages associated with black band disease in corals. *Environmental Microbiology*, 21(6), 1969–1979. doi: 10.1111/1462-2920.14432
- Certner, R.H., & Vollmer, S.V. (2015). Inhibiting Bacterial Quorum Sensing Arrests Coral Disease Development and Disease- Associated Microbes Running. *Department of Marine and Environmental Sciences, Northeastern University, 430 Nahant Road, Nahant, MA 01908, USA*, 1–38. doi: 10.1111/1462-2920.
- Cervino, J.M., Hayes, R.L., Polson, S.W., Polson, S.C., Goreau, T.J., Martinez, R.J., & Smith, G.W. (2004). Relationship of *Vibrio* species infection and elevated temperatures to yellow blotch/band disease in Caribbean corals. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(11), 6855–6864. doi: 10.1128/AEM.70.11.6855-6864.2004
- Cervino, J.M., Thompson, F.L., Gomez-Gil, B., Lorence, E.A., Goreau, T.J., Hayes, R.L., Winiarski-Cervino, K.B., Smith, G.W., Hughen, K., & Bartels, E. (2008). The *Vibrio* core group induces yellow band disease in Caribbean and Indo-Pacific reef-building corals. *Journal of Applied Microbiology*, 105(5), 1658–1671. doi: 10.1111/j.1365-2672.2008.03871.x
- Denner, E.B.M., Smith, G.W., Busse, H.J., Schumann, P., Narzt, T., Polson, S.W., Lubitz, W., & Richardson, L.L. (2003). *Aurantimonas corallicida* gen. nov., sp. nov., the causative agent of white plague type II on Caribbean scleractinian corals. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53(4), 1115–1122. doi: 10.1099/ijs.0.02359-0
- Gignoux-Wolfsohn, S.A., & Vollmer, S.V. (2015). Identification of candidate coral pathogens on

- white band disease-infected staghorn coral. *PLoS ONE*, 10(8), 1–16. doi: 10.1371/journal.pone.0134416
- Heery, E.C., Hoeksema, B.W., Browne, N.K., Reimer, J.D., Ang, P.O., Huang, D., Friess, D.A., Chou, L. M., Loke, L.H.L., Saksena-Taylor, P., Alsagoff, N., Yeemin, T., Sutthacheep, M., Vo, S.T., Bos, A.R., Gumanao, G.S., Syed Hussein, M.A., Waheed, Z., Lane, D.J.W., Johan, O., Kunzman, A., Jompa, J., Suharsono, S., Taira, D., Bauman, A.G., & Todd, P.A. (2018). Urban coral reefs: Degradation and resilience of hard coral assemblages in coastal cities of East and Southeast Asia. *Marine Pollution Bulletin*, 135(July), 654–681. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.07.041
- Huda, F.M., Insafitri, M.E., & Wahyu, A.N. (2018). Karakteristik Penyakit White Band Disease dan White Syndrom Secara Visual dan Histologi Pada Karang Acropora sp. Dari Pulau Gili Labak Sumeneb Madura. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 711–718.
- Huliselan, N.V, Wawo, M., Tuapattinaja, M.A., & Sahetapy, D. (2017). Kondisi Sosial Ekonomi Nelayan Kerapu (Famili Serranidae) Di Perairan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. *Jurnal Triton*, 13(2), 85–92.
- Januardi, R., Hartoko, A., & Purnomo, P.W. (2016). Analisis Habitat Dan Perubahan Luasan Terumbu Karang Di Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa Menggunakan Citra Satelit. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4), 302–310. doi: 10.14710/marj.v5i4.14435
- Ji, X., Jiang, M., Zhang, J., Jiang, X., & Zheng, Z. (2018). The interactions of algae-bacteria symbiotic system and its effects on nutrients removal from synthetic wastewater. *Bioresource Technology*, 247, 44–50. doi: 10.1016/j.biortech.2017.09.074
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan M. Nomor 51*, 1489–1498.
- Lobban, C.S., Raymundo, L.M., & Montagnes, D.J.S. (2011). Porpostoma guamensis n. sp., a Philasterine scuticociliate associated with Brown-band disease of corals. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 58(2), 103–113. doi: 10.1111/j.1550-7408.2010.00526.x
- Mansur, W., Kamal, M.M., & Krisanti, M. (2013). Estimasi limbah organik dan daya dukung perairan dalam upaya pengelolaan terumbu karang di perairan Pulau Semak Daun Kepulauan Seribu. *Depik*, 2(3), 141–153.
- Marques, J.A., Costa, P.G., Marangoni, L.F.B., Pereira, C.M., Abrantes, D.P., Calderon, E.N., Castro, C.B., & Bianchini, A. (2019). Environmental health in southwestern Atlantic coral reefs: Geochemical, water quality and ecological indicators. *Science of the Total Environment*, 651, 261–270. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.154
- Meyer, J.L., Paul, V.J., Raymundo, L.J., & Teplitski, M. (2017). Comparative metagenomics of the polymicrobial black band disease of corals. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1–12. doi: 10.3389/fmicb.2017.00618
- Mohamed, A. R., & Michael, S. (2019). *Oceanographic and Biological Aspects of the Red Sea*. July, 507–519. doi: 10.1007/978-3-319-99417-8
- Muller, E.M., & van Woesik, R. (2011). Black-band disease dynamics: Prevalence, incidence, and acclimatization to light. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 397(1), 52–57. doi: 10.1016/j.jembe.2010.11.002
- Nugraha, W.A., Handoko, A., Insafitri, & Effendy, M. (2019). Prevalence and Bacteria Associated with White Band Disease on Acropora sp. from Gili Labak Island Sumenep District Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 276(1), p.012063. doi: 10.1088/1755-1315/276/1/012063
- Palupi, R. D., Sadarun, B., & Sawonua, P. H. (2019). Identifikasi Bakteri Patogen Penyebab Penyakit Purple Syndrome Pada Karang Fungia Di Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBi)*, 6(2), 198–209. doi: 10.29122/jbbi.v6i2.3116
- Pangaribuan, T. H., Soedarsono, P., & Ain, C. (2013). Hubungan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Densitas Zooxanthellae Pada Polip Karang Acropora Sp. Di Perairan Terumbu Karang Pulau Menjangan Kecil, Karimun Jawa. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(4), 136–145. doi: 10.14710/marj.v2i4.4277
- Patterson, K. L., Porter, J. W., Ritchie, K. B., Polson, S. W., Mueller, E., Peters, E. C., Santavy, D. L., & Smith, G. W. (2002). The etiology of white pox, a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral, *Acropora palmata*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(13), 8725–8730. doi: 10.1073/pnas.092260099

- Qi, Z., Shi, R., Yu, Z., Han, T., Li, C., Xu, S., Xu, S., Liang, Q., Yu, W., Lin, H., & Huang, H. (2019). Nutrient release from fish cage aquaculture and mitigation strategies in Daya Bay, southern China. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 399–407. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.06.079
- Renta, P. P., Purnama, D., Negara, B. F. S., Rahmanty, N. D. A., Yasinto, D. A., Siagian, R. A. S., & Kusuma, A. B. (2020). Prevalensi dan Jenis Penyakit Yang Menginfeksi Karang Di Perairan Pulau Eenggano Bengkulu. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 5(1), 101–112.
- Riska, Tasak, A. R., Lalang, Kamur, S., Wahab, I., & Maharani. (2019). Identifikasi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Terumbu Karang di Perairan Desa Langgapulu Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. 1, 63–74.
- Sabdono, A., Radjasa, O. K., & Wijayanti, D. P. (2019). Early assessment of shipping route and coral cover as drivers of acroporid white syndrome outbreak in karimunjawa, Java Sea, Indonesia. *EnvironmentAsia*, 12(2), 126–135. doi: 10.14456/ea.2019.34
- Sato, Y., Civiello, M., Bell, S. C., Willis, B. L., & Bourne, D. G. (2016). Integrated approach to understanding the onset and pathogenesis of black band disease in corals. *Environmental Microbiology*, 18(3), 752–765. doi: 10.1111/1462-2920.13122
- Schwartz, N., M, R., & Schuman, H. (1998). Survey Methods. *Survey Methods*, pp.143–179. doi: 10.2307/1776037
- Septory, R., Nasukha, A., Sudewi, S., Setiadi, A., & Mahardika, K. (2021). Sebaran Vertikal Total Nitrogen, Total Fosfat, Dan Amonia Pada Perairan Pesisir Yang Berdekatan Dengan Kawasan Budidaya Laut Di Bali Utara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(2), 125. doi: 10.15578/jra.16.2.2021.125-134
- Siladharm, I.G.B., & Karim, W. (2017). Contribution of Terrestrial Runoff to Coral Disease Prevalence on North Bali's Massive Porites. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 22(4), 193. doi: 10.14710/ik.ijms.22.4.193-200
- Soffer, N., Brandt, M. E., Correa, A. M. S., Smith, T. B., & Thurber, R. V. (2014). Potential role of viruses in white plague coral disease. *ISME Journal*, 8(2), 271–283. doi: 10.1038/ismej.2013.137
- Stanić, D., Oehrle, S., Gantar, M., & Richardson, L. L. (2011). Microcystin production and ecological physiology of Caribbean black band disease cyanobacteria. *Environmental Microbiology*, 13(4), 900–910. doi: 10.1111/j.1462-2920.2010.02388.x
- Suryanti, S., Ain, C., & Latifah, N. (2018). Mapping of Nitrate, Phospat and Zooxanthelae with Abundance of Sea Urchins on Massive Coral Reef in Karimunjawa Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116(1), 1–8. doi: 10.1088/1755-1315/116/1/012086
- Suryono, S., Azizah, R., Kushartono, E. W., Ario, R., & Handoyo, G. (2017). Analisis Kelayakan Investasi Pada Budidaya Karamba Jala Apung (KJA) Ikan Kerapu Di Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(2), 94. doi: 10.14710/buloma.v6i2.16558
- Sutherland, K. P., Berry, B., Park, A., Kemp, D. W., Kemp, K. M., Lipp, E. K., & Porter, J. W. (2016). Shifting white pox aetiologies affecting *Acropora palmata* in the Florida keys, 1994-2014. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1689). doi: 10.1098/rstb.2015.0205
- Sweet, M., & Bythell, J. (2012). Ciliate and bacterial communities associated with White Syndrome and Brown Band Disease in reef-building corals. *Environmental Microbiology*, 14(8), 2184–2199. doi: 10.1111/j.1462-2920.2012.02746.x
- Thompson, F. L., Barash, Y., Sawabe, T., Sharon, G., Swings, J., & Rosenberg, E. (2006). *Thalassomonas loyana* sp. nov., a causative agent of the white plague-like disease of corals on the Eilat coral reef. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56(2), 365–368. doi: 10.1099/ijs.0.63800-0
- Tonon, L. A. C., Thompson, J. R., Moreira, A. P. B., Garcia, G. D., Penn, K., Lim, R., Berlinck, R. G. S., Thompson, C. C., & Thompson, F. L. (2017). Quantitative detection of active vibrios associated with white plague disease in *Mussismilia braziliensis* corals. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1–10. doi: 10.3389/fmicb.2017.02272
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, Syahdan, M., & Santoso. (2010). Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1), 35–41.
- Ushijima, B., Smith, A., Aeby, G. S., & Callahan, S. M. (2012). *Vibrio owensii* Induces the Tissue Loss Disease Montipora White Syndrome in the Hawaiian Reef Coral *Montipora capitata*. *PLoS ONE*, 7(10), 1–10. doi: 10.1371/journal.pone.0046717

- Ushijima, B., Videau, P., Burger, A. H., Shore-Maggio, A., Runyon, C. M., Sudek, M., Aeby, G. S., & Callahan, S. M. (2014). *Vibrio coralliilyticus* strain OCN008 is an etiological agent of acute montipora white syndrome. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(7), 1–23. doi: 10.1128/AEM.03463-13
- Willis, B. L., Page, C. A., & Dinsdale, E. A. (2004). Coral Disease on the Great Barrier Reef. *Coral Health and Disease*, 1, 69–104. doi: 10.1007/978-3-662-06414-6_3
- Yang, R., Liu, Q., He, Y., Tao, Z., Xu, M., Luo, Q., Chen, J., & Chen, H. (2020). Isolation and identification of *Vibrio mediterranei* 117-T6 as a pathogen associated with yellow spot disease of *Pyropia* (Bangiales, Rhodophyta). *Aquaculture*, 526(169), 1–7. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735372
- Zurba, N. (2019). *Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Unimal Press.