



Hubungan Prevalensi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Karang Dengan Kepadatan Ikan Karang dan Makrozoobentos di Perairan Desa Les, Bali

^{1,2}Putri, ^{1,2}Dimas Prasetyo, ^{1,2}Gendhys Lintang Ayu, ^{1,2}Revani Hariyanta, ¹Lily Suraya Eka Putri, ¹Fahma Wijayanti, ¹Yayan Mardiansyah Assuyuti

¹Program Studi Biologi, ²Kelompok Studi MBC Nudibranch
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

E-mail: yamar.assuyuti@uinjkt.ac.id

Submitted 4 October 2021. Reviewed 21 February 2022. Accepted 18 August 2022.

DOI: [10.14203/oldi.2022.v7i2.381](https://doi.org/10.14203/oldi.2022.v7i2.381)

Abstrak

Kerusakan karang memberi dampak negatif bagi nelayan ikan hias dan karang hias. Kondisi tersebut juga berdampak pada prevalensi penyakit karang dan biota sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kimia fisik perairan, kondisi, penyakit dan gangguan kesehatan pada terumbu karang, serta mengetahui hubungan prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang dengan kepadatan ikan karang dan makrozoobentos di perairan Desa Les, Bali. Metode *Line Intercept Transect* (LIT) dan *belt transect* digunakan untuk pengambilan data terumbu karang dan makrozoobentos, serta metode *Underwater Visual Census* (UVC) untuk data ikan karang. Hasil yang diperoleh menunjukkan kondisi terumbu karang dengan kriteria sedang dan buruk, dengan indeks keanekaragaman kategori sedang, dominansi yang rendah, keseragaman jenis labil hingga stabil dan indeks penyebaran seragam. *Pigmentation respons* merupakan gangguan kesehatan karang yang paling banyak ditemukan. Hubungan antara penyakit karang dengan ikan karang dan dengan makrozoobentos diperoleh hasil korelasi negatif dengan nilai koefisien masing-masing mendekati 1. Semakin tinggi prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang maka semakin rendah kepadatan makrozoobentos.

Kata Kunci: Bali, gangguan kesehatan, penyakit karang, terumbu karang.

Abstract

Relationship between Prevalence of Coral Diseases and Compromised Health with Density of Coral Fish and Macrozoobenthos in Les Village waters, Bali. Coral damage has a negative impact on both fish and fishermen in Desa Les Waters. This condition has an impact on the prevalence of coral disease and surrounding biota as well. The aims of study were to determine physical chemical waters, conditions, diseases and compromised health on coral reefs, and to determine the relationship between disease and compromised health of coral with the abundance of reef fish and macrozoobenthos in Les Village waters,

Bali. Line Intercept Transect (LIT) and belt transect methods were used to collect data on coral reefs and macrozoobenthos, and Underwater Visual Census (UVC) method for reef fishes. The results showed that the coral cover condition was moderate and poor, with a moderate diversity index, low dominance, unstable to stable species uniformity and a uniform distribution index. Pigmentation response is the most common coral compromised health. The relationship between coral disease with reef fishes and macrozoobenthos obtained negative correlation results with 1 coefficient value. The higher the prevalence of coral diseases and health problems, the lower the density of macrozoobenthos.

Keywords: Bali, compromised health, coral disease, coral reefs.

Pendahuluan

Desa Les merupakan bagian dari Kecamatan Tejakula, memiliki luas wilayah 769 hektar dengan wilayah pesisir seluas 135 hektar dan pantai yang membujur dari Barat ke Timur sepanjang dua kilometer (Pemprov Bali, 2015). Rata-rata masyarakat yang berada di Desa Les merupakan nelayan ikan hias tradisional dan eksportir karang hias. Pekerjaan yang dilakukan masyarakat Desa Les mendorong terjadinya eksploitasi dan penggunaan bahan peledak untuk memperoleh ikan dan karang hias, sehingga mengakibatkan kerusakan terumbu karang alami di sekitar Desa Les. Kerusakan karang memberi dampak negatif bagi nelayan ikan ihas dan karang hias (Gayatri & Ryanyka, 2008).

Ekosistem terumbu karang rentan terhadap perubahan habitat yang memungkinkan terjadinya penurunan keanekaragaman hayati. Kondisi terumbu karang yang buruk ditandai dengan rendahnya presentase tutupan karang (<50%), rekrutmen yang lambat, rendahnya biodiversitas, termasuk organisme indikator dan meningkatnya ancaman pada garis pantai akibat berkurangnya terumbu karang (Madduppa et al., 2013). Lebih lanjut, kondisi yang buruk juga dapat menimbulkan serangan berbagai jenis penyakit. Terumbu karang yang sehat ditunjukkan dengan adanya spesies indikator seperti ikan karang dan makrozoobentos (Madduppa et al., 2015). Kesehatan terumbu karang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, salinitas dan lainnya, dalam kondisi yang cocok karang dapat tumbuh dengan baik dan akan memberi dampak terhadap keanekaragaman jenis biota (Nybakken, 1992; Supriharyono, 2007).

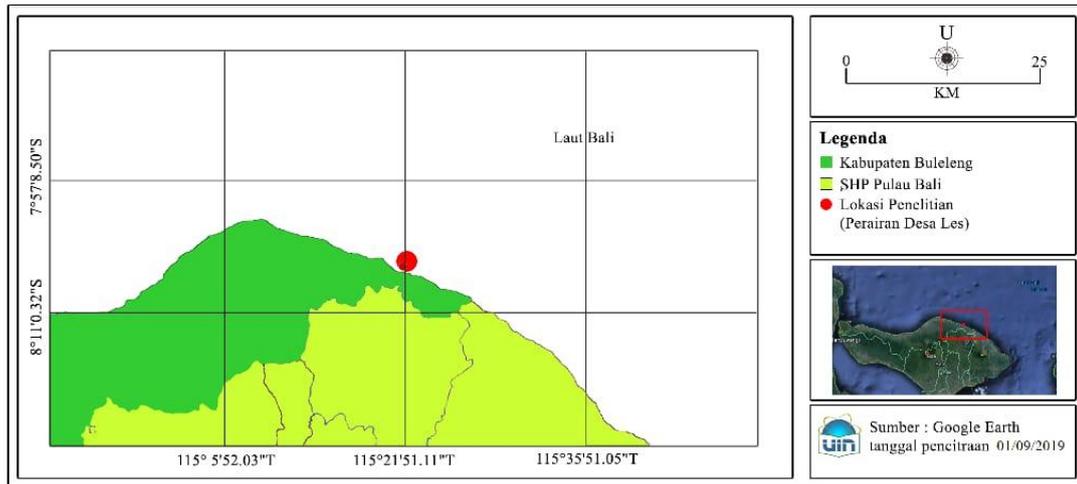
Terumbu karang kategori buruk mempengaruhi masyarakat khususnya nelayan ikan hias, sehingga masyarakat Desa Les berkomitmen menjaga perairan dengan melakukan rehabilitasi terumbu karang dengan transplantasi menggunakan beton (Gayatri & Ryanyka, 2008). Rehabilitasi terumbu karang di perairan Desa Les

telah dilakukan akan tetapi belum ada penelitian tentang penyakit dan gangguan kesehatan karang dan biota asosiasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kimia fisik perairan, kondisi, penyakit dan gangguan kesehatan pada terumbu karang, serta untuk mengetahui hubungan penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang dengan kelimpahan ikan karang dan makrozoobentos di perairan Desa Les.

Metodologi

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Desa Les, Kecamatan Tejakula, Kabupaten Buleleng, Bali Utara. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus - September 2019. Pengamatan dilakukan di tiga stasiun pada dua kedalaman yaitu 3 dan 7 meter. Stasiun pertama dengan koordinat S 8°7'44,69'' E 115°21'51,4'', stasiun kedua dengan koordinat S 8°7'45,29'' E 115° 21'54,56'' dan stasiun ketiga dengan koordinat S 8°7'45,26'' E 115°21'54,61''. Terumbu karang pada Stasiun 1 merupakan karang alami (*natural reef*). Sedangkan pada Stasiun 2 merupakan gabungan dari karang alami dan karang buatan (*artificial reef*) yang transplantasi oleh Lini Aquaculture Training Centre (LATC) serta Stasiun 3 yang merupakan kawasan dengan hampir seluruhnya merupakan karang buatan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Subhan, 2019)
Figure 1. Maps of research location (Subhan, 2019)

Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk penentuan persen *cover* karang berdasarkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) adalah *Line Intercept Transect* (LIT). Metode untuk pengambilan data makrozoobentos, terumbu karang tingkat Genus, dan *coral disease* digunakan metode transek sabuk (*belt transect*). Makrozoobentos, terumbu karang dan penyakitnya diidentifikasi dengan mengamati ciri-ciri penyakit dan gangguan kesehatan karang seperti warna, bentuk dan pola luka yang merujuk pada Colin & Arneson (1995), Veron (2000), Beeden et al., (2008) dan Raymundo et al., (2008). Pengambilan data ikan karang pada tingkat spesies digunakan metode *Underwater Visual Census* (UVC) dengan identifikasi merujuk Allen et al., (2003).

Analisis Data

Kimia fisik perairan dianalisa secara deskriptif dan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Data terumbu karang, makrozoobentos dan ikan karang dianalisis menggunakan rumus-rumus berikut:

- a. Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^S pi \log pi \text{ dimana } pi = \frac{n}{N}$$

Keterangan:

- H' : Indeks Keanekaragaman
- n : Jumlah total individu spesies i
- N : Jumlah total seluruh individu semua spesies

- b. Indeks Evenness (Kemerataan)

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} \text{ dimana } H_{max} = \text{Log } S$$

Keterangan:

- J' : Evenness's index
- H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Weiner
- S : Jumlah total seluruh individu

- c. Indeks Dominansi

$$D = 1 - J'$$

Keterangan:

- D : Dominansi
- J' : Indeks Evenness (Kemerataan)

- d. Persentase tutupan karang

$$L = \frac{Li}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

- L : persentase tutupan karang (%)
- Li : panjang *lifeform* jenis ke-i
- N : panjang transek

- e. Prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang

$$P = \frac{Pi}{P0} \times 100\%$$

Keterangan:

- P : Persentase Prevelensi
- Pi : Jumlah Koloni karang yang terserang penyakit
- Po : Total koloni

Analisa hubungan antara kepadatan ikan karang dan makrozobentos dengan prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang dilakukan analisis regresi linear.

Hasil

f. Kepadatan ikan karang dan makrozoobentos

$$X = \frac{Xi}{n}$$

Keterangan:

- X : Kepadatan
- Xi : Jumlah individu pada stasiun pengamatan ke-i
- n : Luas transek pengamatan

Kimia Fisik Perairan

Hasil pengukuran suhu pada stasiun 1 dan 3 sebesar 28°C, dan stasiun 2 sebesar 26 °C. Nilai pH dan TDS perairan memiliki nilai yang sama pada stasiun 2 dan 3, yaitu 7,5 dan 593 ppm. Sedangkan nilai pH dan TDS pada stasiun 1, yaitu 8 dan 462 ppm. Ketiga stasiun memiliki salinitas yang bervariasi dengan nilai dalam kisaran 34-37‰ (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor fisik-kimia perairan.

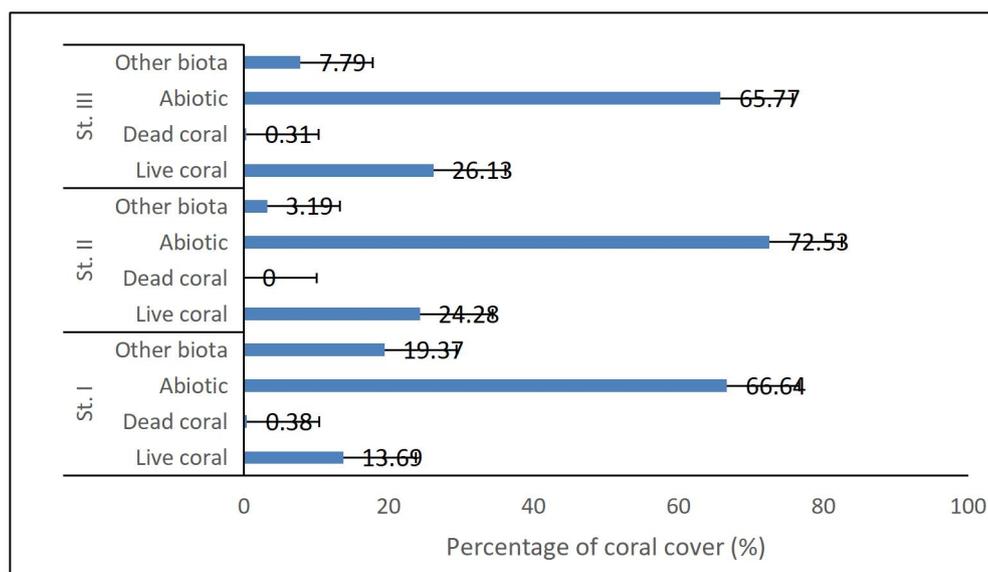
Table 1. Water quality in Les Waters, Bali.

Parameter	St. 1	St. 2	St. 3	± SD
Temp. (°C)	28	26	28	27,3±1,2
pH	8	7,5	7,5	7,7±0,3
TDS (ppm)	462	593	593	549,3±75,6
Salinity (‰)	34	37	35	35,3±1,5

Kondisi dan Keanekaragaman Jenis Terumbu Karang

Kondisi terumbu karang berdasarkan persentase tutupan terumbu karang hidup adalah baik sekali : 75% - 100%, baik : 50% - 74,9%, sedang : 25% - 49,9%, buruk : 0% - 24,9% (Menteri Lingkungan Hidup, 2001). Hasil

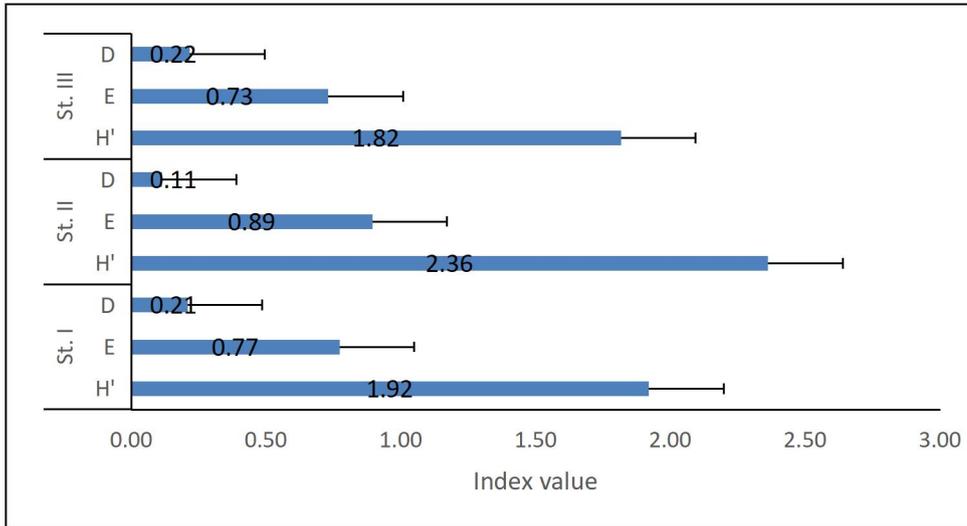
penelitian ini menunjukkan pada ketiga stasiun termasuk dalam kategori sedang dan buruk. Stasiun 1 memiliki presentasi sebesar 13,59%. Stasiun 2 memiliki presentase sebesar 24,28%. Stasiun 3 memiliki presentase tutupan karang sebesar 26,13%.



Gambar 2. Tutupan karang di Perairan Les.
Figure 2. Coral coverage in Les Waters, Bali.

Nilai Keanekaragaman, keseragaman, dominansi, dan pola persebaran terumbu karang di Perairan Desa Les pada masing masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ketiga stasiun memiliki nilai keanekaragaman, keseragaman dan dominansi yang bervariasi dan pola persebaran yang seragam. Nilai keanekaragaman

pada tiga stasiun termasuk dalam kategori sedang sampai tinggi, nilai berkisar dari 1,82 sampai 2,36. Nilai keseragaman pada tiga stasiun termasuk dalam kategori labil hingga stabil, nilai keseragaman berkisar dari 0,73 sampai 0,89. Nilai dominansi pada ketiga stasiun termasuk dalam kategori rendah dengan nilai berkisar dari 0,11 sampai 0,21.

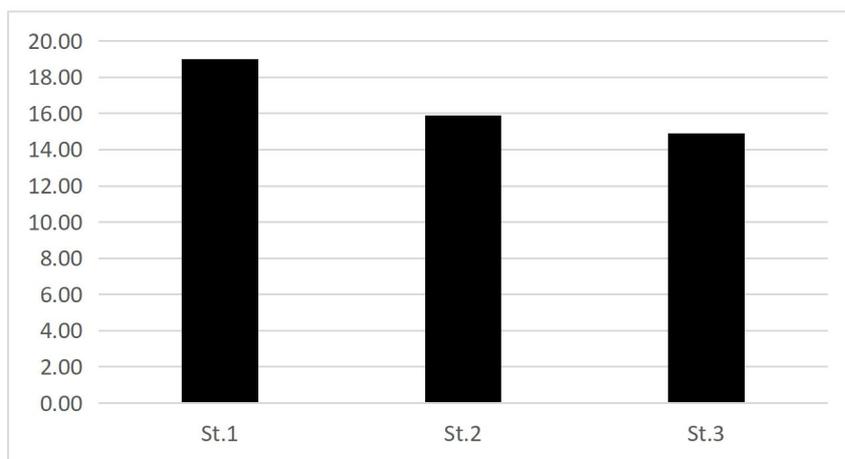


Gambar 3. Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (D).
 Figure 3. Diversity index (H'), Evenness index (E), Dominant index (D).

Penyakit dan gangguan kesehatan pada karang

Penyakit dan gangguan kesehatan pada terumbu karang yang ditemukan di perairan Desa Les berjumlah tujuh jenis antara lain *White Syndrom* (WS), *Pigmentation Respons* (PR), *Atramentous Necrosis* (AtN), *Skeletal Eroding Band* (SEB), *Brown Band Disease* (BrBD),

Black Band Disease (BBD), dan predasi dengan total keseluruhan 98 penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang. Prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang tertinggi pada Stasiun 1 dengan nilai 19%. Sedangkan 2 stasiun lainnya memiliki nilai prevalensi sebesar 15,87% dan 14,90 % (Gambar 4).

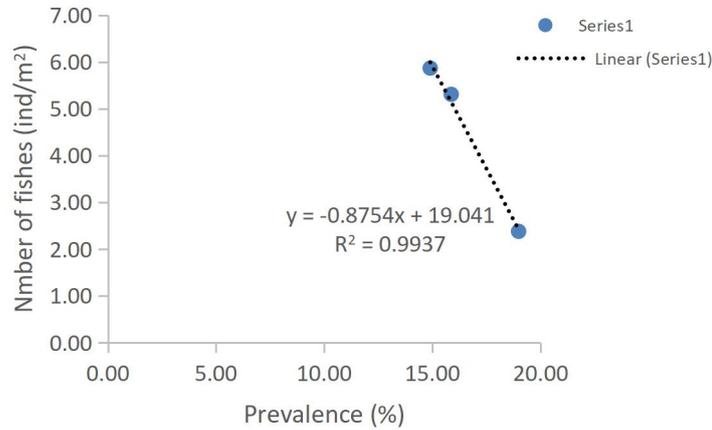


Gambar 4. Prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang.
 Figure 4. Prevalence of coral disease and compromised health .

Penyakit karang dengan kepadatan ikan karang

Ikan karang yang ditemukan sebanyak 21 famili dengan 3 famili yang sering di jumpai pada setiap stasiun (1, 2, 3) yaitu Famili *Pomacentridae*, *Chaetodontidae* dan *Acanthuridae*. Terdapat masing-masing 39 spesies ikan karang pada stasiun 1 dan 2 serta 48

spesies pada stasiun 3 dengan kelimpahan ketiga stasiun sebanyak 12,23 ind/m². Berdasarkan kepadatan ikan karang dan prevalensi penyakit karang yang ditemukan, didapatkan persamaan regresi linier. Grafik linier pada ketiga stasiun menunjukkan hasil dengan nilai koefisien korelasi mendekati 1 (Gambar 5).



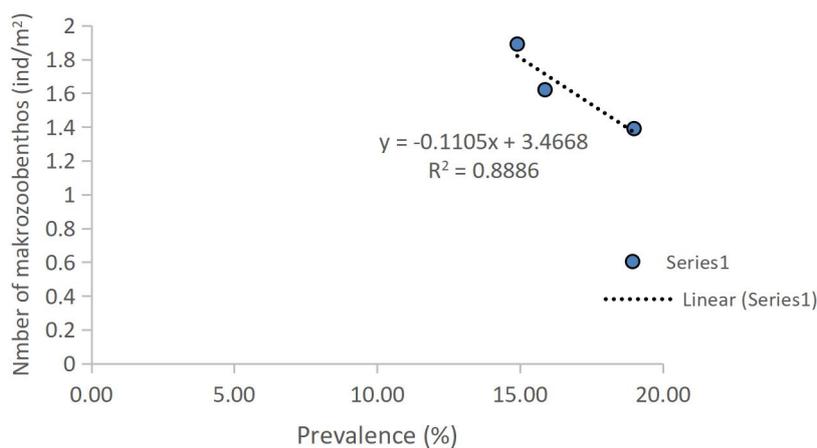
Gambar 5. Hubungan antara penyakit karang dan ikan karang.

Figure 5. Correlation between prevalence of coral disease and density of reef fishes.

Penyakit karang dengan kepadatan makrozoobentos

Kepadatan Makrozoobentos yang terdapat di perairan Les ditemukan 6 filum antara lain Echinodermata, Mollusca, Chordata, Platyhelminthes, Crustacea, dan Porifera dengan

45 spesies dan 490 ind/m². Stasiun 1 berjumlah 139 ind/m², 162 ind/m² di stasiun 2, dan 189 ind/m² stasiun 3. Grafik linier berdasarkan hubungan prevalensi penyakit karang dengan makrozoobentos menunjukkan hasil nilai koefisien mendekati 1 (Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan antara penyakit karang dan makrozoobentos.

Figure 6. Correlation between prevalence of coral disease and density macrozoobenthos.

Pembahasan

Suhu salah satu faktor pembatas pertumbuhan karang, perubahan suhu secara drastis sekitar 4 - 6°C dapat menghambat pertumbuhan karang (Supriharyono, 2007). Suhu pada ketiga stasiun penelitian berkisar 26-28°C (Tabel.1) dan nilai ini berada di bawah nilai baku mutu KepMen LH No.51 tahun 2004 berkisar antara 28-30°C. Berdasarkan Nybakken (1992) suhu optimal untuk pertumbuhan karang berkisar 25-28°C, sehingga suhu ketiga stasiun masih berada pada suhu optimal untuk terumbu karang. Nilai pH pada ketiga stasiun 7,5-8, nilai tersebut masih termasuk kedalam baku mutu KepMen LH No.51 tahun 2004 yaitu berkisar 7 - 8,5. Nilai pH dapat dipengaruhi salah satunya oleh proses *upwelling* yang membawa air yang suhunya lebih dingin, salinitas tinggi, karbon dan zat-zat hara ke permukaan pada Musim Timur (Mei – September) (Tito et al., 2016).

Konsentrasi TDS yang rendah di perairan Les menunjukkan rendahnya kandungan mineral, senyawa-senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air. Nilai TDS di perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri) (Effendi, 2003). Nilai salinitas tertinggi terdapat pada Stasiun 2 dan 3 yang melebihi baku mutu untuk kehidupan karang, mangrove dan lamun berdasarkan Kep.Men. LH No 51 tahun 2004, yaitu 33-34%. Tinggi atau rendahnya salinitas suatu perairan dapat dipengaruhi oleh pola sirkulasi air, curah hujan, penguapan, dan adanya aliran sungai (*run off*) (Patty, 2013). Secara umum terumbu karang dapat tumbuh dengan baik di daerah pesisir dengan salinitas 30 – 35%. meskipun terumbu karang dapat bertahan pada salinitas diluar kisaran tersebut, tetapi perumbuhannya menjadi terhambat (Rachmawati, 2001).

Tutupan karang di perairan Les, Bali berkisar 13,59% - 26,13% termasuk dalam kategori buruk. Kondisi tutupan karang dalam kategori buruk ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari faktor antropogenik sampai faktor alam (Giyanto et al., 2017). Faktor antropogenik yang mengakibatkan rusaknya terumbu karang alami di sekitar perairan Desa Les, seperti eksploitasi berlebihan dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, dengan penggunaan racun dan bahan peledak (Gayatri et al., 2008). Sementara faktor alam yang mempengaruhi, yaitu adanya proses *upwelling* akibat musim timur yang membawa

substrat dari dasar, mengakibatkan terangkatnya sedimen dan menyebabkan kematian pada karang akibat sedimentasi, selain itu proses *upwelling* ini membawa serta air yang suhunya lebih dingin, salinitas tinggi, karbon dan zat hara ke permukaan (Tito et al., 2016).

Nilai keanekaragaman dalam kategori sedang sampai tinggi menunjukkan kondisi lingkungan yang baik sebagai habitat karang dan organisme lainnya (Odum, 1993). Nilai keseragaman jenis terindikasi sebagai komunitas yang labil sampai stabil. Labilnya komunitas karang di Stasiun 3 karena sebaran tidak merata dan kecenderungan didominasi oleh genus tertentu yang hidup mengelompok (Souhoka, 2016). Nilai dominansi pada setiap stasiun dalam kategori rendah, karena jumlah jenis yang mendominasi wilayah di suatu stasiun juga sedikit (Indarjo et al., 2004). Kondisi tutupan karang yang buruk tetapi nilai keanekaragaman kategori sedang diduga karena adanya upaya rehabilitasi terumbu karang di Desa Les yang dilakukan oleh masyarakat dengan transplantasi karang (Gayatri & Ryanyka, 2008).

Penyakit dan gangguan kesehatan karang yang ditemukan di ketiga stasiun berjumlah antara 30 - 38 penyakit dengan nilai prevalensi yang berbeda pada setiap stasiun. Nilai prevalensi tertinggi terdapat pada Stasiun 1, yang memiliki persentase terumbu karang paling rendah. Hal tersebut berbeda dengan Dedi & Arifin (2017) yang menunjukkan bahwa tingginya nilai persentase prevalensi, diikuti dengan tingginya persentase tutupan karang hidup. Terdapat faktor yang diduga memengaruhi kondisi tersebut. Salah satunya dominansi genus tertentu pada stasiun penelitian. *Porites* merupakan salah satu genus yang mendominasi di beberapa stasiun penelitian. Hal ini ditunjukkan dalam Fahlevy et al. (2019) bahwa penyakit karang tertentu memiliki prevalensi tinggi pada karang hidup yang rendah.

Berdasarkan hubungan antara prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang dan ikan karang terdapat korelasi negatif dan nilai koefisien korelasi yang mendekati 1. Hal ini menunjukkan semakin rendah prevalensi penyakit karang yang maka semakin tinggi individu spesies ikan karang. Keberadaan ikan karang ditentukan oleh kualitas tempat hidupnya, semakin baik maka akan lebih tinggi individu spesies yang hidup. Kepadatan tertinggi berada pada Stasiun 3 yang merupakan kawasan transplantasi terumbu karang. Terumbu karang buatan berfungsi sebagai *spawning ground, nursery*

groud, dan *feeding ground* bagi ikan karang sehingga terumbu karang buatan dapat mengundang ikan disekitarnya (Manembu et al., 2014). Ikan karang juga berperan dalam pemantauan ekologi terumbu karang (Samways, 2005; Rudi dan Ismail, 2010). Besarnya jumlah spesies ikan yang ditemukan pada terumbu karang merupakan refleksi langsung dari besarnya kesempatan yang diberikan oleh terumbu karang tersebut (Allen et al., 2003).

Berdasarkan hubungan antara prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang dan makrozoobentos, terdapat korelasi negatif dan nilai koefisien korelasi yang mendekati 1. Hal tersebut menunjukkan tingginya hubungan antara prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang dengan keberadaan makrozoobentos. Semakin tinggi prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan karang maka semakin rendah kepadatan makrozoobentos. Keberadaan makrozoobentos ditentukan oleh kualitas tempat hidupnya, semakin baik kondisi lingkungan hidupnya maka akan tinggi jumlah individu spesies yang hidup. Sehingga makrozoobentos digunakan sebagai bioindikator kondisi terumbu karang (Satyawan & Atringrum, 2019).

Kesimpulan

Kondisi terumbu karang pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 memiliki kategori buruk, sedangkan pada Stasiun 3 yang merupakan kawasan terumbu karang buatan memiliki kondisi yang lebih baik, yaitu kategori sedang. Nilai indeks keanekaragaman terumbu karang termasuk dalam kategori sedang dengan nilai dominansi yang rendah. Nilai keseragaman jenis yang diperoleh menunjukkan komunitas terumbu karang labil hingga stabil dan indeks Morishita memiliki pola yang seragam. Penyakit dan gangguan kesehatan karang yang ditemukan di ketiga stasiun berjumlah antara 30 - 38 penyakit dengan nilai prevalensi tertinggi terdapat pada Stasiun 1. Hubungan antara penyakit karang dan ikan karang menunjukkan semakin rendah penyakit karang maka semakin tinggi individu spesies ikan karang. Pada makrozoobentos diperoleh hasil korelasi negative yang koefisien korelasi mendekati 1 yang menunjukkan semakin tinggi jumlah penyakit karang, semakin rendah pula jumlah makrozoobentos.

Persantunan

Terimakasih kepada LATC (Lini Aquaculture Training Center) dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aeby, G.S., Ross, M.G., Williams, J., Lewis, T.D. & Work, T.M. (2010). Disease Dynamics Of Montipora White Syndrome Within Kaneohe Bay, Oahu, Hawaii: Distribution, Seasonality, Virulence, And Transmissibility. *Diseases of aquatic organisms*. 91(1), 1-8.
- Allen, G.R. & Adrim, M. (2003). *Coral Reef Fishes of Indonesia*. Zoological Studies. 42(1), 1 -72.
- Allen, G., Steene, R., Humann, P., & DeLoach, N. (2003). *Reef Fish Identification Tropical Pacific*. New World Publications Inc. Jacksonville.
- Anthony, S.L., Page, C.A., Bourne, D.G., & Willis, B.L. (2008). Newly characterized distinct phases of the coral disease 'atramentous necrosis' on the Great Barrier Reef. *Diseases of Aquatic Organisms*. 81, 255-259.
- Beeden, R., Willis, B.L., Raymundo, L.J., Page, C.A., Weil, E., & Disease, C. (2008). *Underwater Cards for Assessing Coral Health on Indo-Pacific Reefs Underwater Cards for Assessing Coral Health on Indo-Pacific Reefs How to use these cards*. St.Lucia: CRTR.
- Carpenter, K.E, Micalat, R.I., Albaladejo, V.D. & Corpuz, V.T. (1981). The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp. Manila*. 2, 497-502.
- Dahuri R., Rais, J., Ginting, S. P., Sitepu, M.J. (2004). *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Dedi dan Arifin, T. (2017). Kondisi Kesehatan Karang Di Pulau-Pulau Kecil Teluk Jakarta. *Jurnal Kelautan Nasional*. 11 (3).
- Dinsdale, E.A. (2000). Abundance of black band disease on coral from one location on the great Barrier reef: a comparison Alt abundance in the caribbean region.

- Proceeding 9th International Coral Reef Symposium*. 2, 1239 -1243.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fahlevy, K., Khodijah, S., Prasetia, M. F., Idham, A., Yudha, F. K., Subhan, B., & Madduppa, H. (2019). Live hard coral coverage and coral diseases distribution in the Ujung Kulon National Park, Banten, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12(4).
- Gayatri, Y., Ryanyka, Y. (2008). *Laporan Pengelolaan Perikanan Kecamatan Tejakula 2006*. Buleleng: Reef Check Condition.
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T. A., Budiyo, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., & Iswari, M. Y. (2017). *Status terumbu karang di Indonesia 2017* (Suharsono, Ed.). Jakarta: COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Hazrul, Palupi, R.D., Ketjulan R. (2016). Identifikasi Penyakit Karang (*Scleractinia*) Di Perairan Pulau Saponda Laut, Sulawesi Tenggara. *Ilmu Kelautan*. 1(2), 32-41
- Indarjo, A., Wijatmoko, W., & Munasik (2004). Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara. Universitas Diponegoro Semarang. *Ilmu Kelautan*. 9(4), 217 – 224.
- Menteri Lingkungan Hidup. (2001). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang: Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*.
- Madduppa, H., Schupp, P.J., Faisal, M.R., Sastria, M.Y., & Thomas, C. (2015). Persistent Outbreaks Of The Black Disease Sponge *Terpios Hoshinota* In Indonesia Coral Reef. *Marine Biodiversity* DOI: 10.1007/s12526-015-0426-5
- Madduppa, H., Subhan, B., Suparyani, E., Siregar, A.M., Arafat, D., Tarigan, S.A., Alimuddin, Khairudin, D., Rahmawati, F., & Bramandito, A. (2013). Dynamics Of Fish Diversity Across An Environmental Gradient In The Seribu Island Reef Off Jakarta. *Marine Biodiversity* 14(1):17-24.
- Manembu, I., Adrianto, L., Bengen, D., & Yulianda, F. (2014). The Abundance Of Coral Fish In Artificial Reefs Area Of Rataotok Waters, North Sulawesi. *BAWAL* 6 (1): 55–61.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia Pustaka Tama. Jakarta.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Colin, P., L. & Arneson, C. (1995). *Tropical Pacific Invertebrates*. Beverly Hills: Coral Reef Press.
- Patty (2013). Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1 (3), 148-157
- Pemerintah Provinsi (Pemprov) Bali. (2015). *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Bali*. Pemerintah Provinsi Bali, Bali.
- Rachmawati, R. (2001). *Terumbu Buatan (Artificial Reef)*. Pusat Riset Teknologi Kelautan Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia
- Raymundo, L.J., Couch, C.S., Bruckner, A. W., & Harvell, C. D. (2008). *Coral disease handbook*. Melbourne: Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Program.
- Rudi, Edi & Ismail, M. (2010). *Ikan Karang Perairan Aceh dan Sekitarnya*. Lubuk Agung. Bandung
- Samways, M.J. (2005). Breakdown of butterflyfish (*Chaetodontidae*) territories associated with the onset of massive coral bleaching event. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 15 (S1). S101–S107.
- Satyawan, N.M., & Atriningrum, N. (2019). Kondisi Eksisting Fauna Megabentos di Perairan Labuan Pandan Lombok Timur Pasca Gempa Bumi Lombok 7.0 Skala Richter. *Jurnal Biologi Tropis* 19 (2), 172-179.
- Souhoka, J. (2016). Struktur Komunitas Karang Jamur (Fungiidae) di Perairan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah. *Biota*. 1(2), 51-61.

- Subhan, M.A. (2019). Laju Pertumbuhan Terumbu Karang *Acropora loripes* Menggunakan Metode Transplantasi Modul Rangka Spider Di Perairan Desa Les Kabupaten Buleleng, Bali. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Supriharyono. (2007). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Penerbit Djambatan, Jakarta, X + 129 p
- Tito, C. K., Ampou, E. E., Widagti, N., & Triyulianti, I. (2016). Kondisi pH Dan Suhu Pada Ekosistem Terumbu Karang Di Perairan Nusa Penida Dan Pemuteran Bali. *Jurnal Teknik Lingkungan* 5 (1), 1-13.
- Veron, J.E.N. (2000). *Corals of the World*. Australia: Australian Institute of Marine Science.