

EDUKASI LITERASI LINGKUNGAN SEBAGAI UPAYA RESTORASI TERUMBU KARANG BAGI SISWA SMA NEGERI 15 AMBON PULAU AMBON

**Sara Haumahu^{1*}, Fredrik Rijoly², Junita Supusepa³,
Gino V. Limmon⁴, Fahrul R. Fakaubun⁵**

12345 Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Pattimura

*e-mail: shaumahu2@gmail.com

Abstract

Indonesia has the largest coral reef ecosystem in the world. Coral reefs ecosystem in Indonesia are very vulnerable to damage both as a result of anthropogenic activities and the influence of physical and chemical factors in the waters. To overcome damage of the coral reef ecosystem, one of the effort being made is coral reef restoration. Seeing of there is a decline in the diversity of fisheries resources in coral reef ecosystems and damage to this ecosystems, an understanding of the coral reef habitat restoration is very necessary. The community service activity was carried out at SMA Negeri 15, Ambon Island, Ambon City with the objective was to increase students' understanding of effort to prevent damage of coral reefs by means of coral restoration. This activity done by using lecture and discussion methods. The activity mechanism is divided into two stage, namely delivery of material by Team from Marine Science Department of Fisheries and Marine Science, Pattimura University and discussion. The result showed that student understood well the material provided including the definition of coral, function and benefit of coral reefs, factors causing damage to coral reefs, and methods of transplanting coral reefs. This can be seen from the student who played an active and enthusiastic role by asking various questions during the activity

Keywords: *Coral reefs, restoration transpantation, Ambon Island*

Abstrak

Indonesia memiliki ekosistem terumbu karang terluas di dunia. Ekosistem terumbu karang di Indonesia sangat rentan mengalami kerusakan baik sebagai akibat dari aktivitas antropogenik maupun pengaruh faktor fisik kimia perairan. Untuk mengatasi kerusakan ekosistem terumbu karang, salah satu upaya yang dilakukan adalah restorasi terumbu karang tersebut. Melihat bahwa terjadi penurunan keragaman sumber daya perikanan pada ekosistem terumbu karang serta kerusakan ekosistem tersebut, maka pemahaman tentang restorasi habitat terumbu karang merupakan hal yang sangat diperlukan. Kegiatan penyuluhan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang upaya mencegah kerusakan terumbu karang dengan jalan restorasi terumbu karang. Kegiatan penyuluhan ini dilakukan pada siswa SMA Negeri 15, Pulau Ambon dengan menggunakan metode ceramah dan diskusi. Mekanisme kegiatan dibagi atas dua tahapan yaitu penyampaian materi oleh Tim Pelaksana PkM dari Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura dan diskusi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa memahami dengan baik materi yang diberikan meliputi definisi karang, fungsi dan manfaat terumbu karang, faktor penyebab kerusakan terumbu karang, metode transplantasi terumbu karang. Hal ini terlihat dari siswa yang berperan aktif dan antusias dengan menyampaikan berbagai pertanyaan selama kegiatan dilakukan.

Kata Kunci: *Terumbu karang, restorasi, transplantasi, pulau Ambon*

1. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki sekitar 17.508 buah pulau yang disatukan oleh laut yang luas. Panjang garis pantai sekitar 81.000 km dan merupakan garis pantai tropis terpanjang kedua di dunia setelah Kanada (Dahuri, 2003). Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia, dan ekosistem sumber daya laut pada wilayah pesisir Indonesia sangat produktif. Tiga ekosistem utama wilayah tropis ditemukan di perairan Indonesia yaitu ekosistem mangrove, ekosistem lamun dan ekosistem terumbu karang. Indonesia merupakan negara yang memiliki ekosistem terumbu karang terluas di dunia, dan Indonesia terletak pada daerah segitiga terumbu karang dunia (*coral triangle*).

Terumbu karang (*coral reefs*) terbentuk dari endapan masif kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh hewan karang (*reef corals*) pembentuk terumbu (karang hermatipik) yaitu filum Cnidaria, ordo Sclerectinia yang hidup bersimbiosis dengan zooxantella dan sedikit tambahan alga berkapur dan organisme lainnya yang menghasilkan kalsium karbonat (Bengen, 2001; Nybakken & Bertness, 2005).

Terumbu karang memiliki manfaat yang cukup penting baik dari segi perikanan maupun manfaat ekologi. Dari segi perikanan, terumbu karang memiliki produktivitas primer yang sangat tinggi yang mampu menjadikan daerah ini sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), tempat asuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*) dari sebagian besar organisme laut termasuk ikan. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir tropis, yang merupakan sumber plasma nutfah, serta dihuni oleh lebih dari satu juta spesies organisme laut (Nybakken & Bertness, 2005). Dengan demikian produksi perikanan di daerah terumbu karang sangat tinggi. Dari segi ekologi, ekosistem terumbu karang dapat berfungsi sebagai penghalang pesisir (*barrier*), serta mencegah terjadinya erosi pantai. Selain itu, ekosistem terumbu karang merupakan daerah yang menarik dari aspek pariwisata karena keragaman spesies karang dan organisme penghuninya (Supriharyono, 2007).

Ekosistem terumbu karang di Indonesia mengalami penurunan baik dari segi luasan, jumlah jenis, dan organisme penghuninya dari tahun ke tahun (Giyanto et al., 2021). Tercatat pada tahun 2003-2016, persentase tutupan karang keras yang sehat di Indonesia menurun. Hanya tinggal sekitar 6% tutupan karang keras yang masih berada dalam kondisi baik (Supriharyono, 2007). Di pulau Saparua, Maluku Tengah, persen tutupan karang keras tercatat sekitar 33,59 % atau berada dalam kategori buruk (Ruli et al., 2019). Sebaliknya di Pulau Ambon, tutupan karang keras berada dalam kategori rusak (26, 6%) (Hukubun, 2020). Aktivitas pembangunan di wilayah pesisir seperti pertanian, industri, pengerukan pantai, penangkapan ikan dengan menggunakan racun dan bahan peledak, dan lainnya serta didukung oleh adanya peristiwa-peristiwa alam seperti badai, gempa bumi, kenaikan suhu udara menyebabkan terjadi kerusakan atau gangguan pada ekosistem terumbu karang (Evanno et al., 2009; Hillebrand et al., 2018).

Seiring dengan meningkatnya berbagai aktivitas pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut di provinsi Maluku dan sekitarnya, sebagai konsekuensi dari pertumbuhan penduduk di wilayah ini, mengakibatkan berbagai tekanan terhadap kondisi terumbu karang. Untuk mencegah penurunan potensi sumber daya laut, keanekaragaman dan kerusakan ekosistem terumbu karang pada wilayah pesisir, diperlukan upaya pengelolaan yang melibatkan semua pihak, baik lembaga pemerintah maupun non pemerintah termasuk masyarakat yaitu dengan jalan konservasi. Konservasi sumber daya perairan merupakan upaya perlindungan, pelestarian dan pemanfaatan sumberdaya perairan, termasuk ekosistem, keragaman jenis dan genetik untuk menjamin keberadaan, ketersediaan dan

meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragaman sumberdaya (Dahuri et al., 2021).

Salah satu cara untuk mengembalikan habitat terumbu karang yang rusak adalah membuat terumbu karang buatan sebagai upaya restorasi karang (Dhiecha et al., 2015). Restorasi terumbu karang adalah upaya mengganti dan memperbaiki keadaan terumbu karang yang memiliki potensi keanekaragaman biota laut yang tinggi, serta ekosistem terumbu karang yang memiliki potensi pariwisata (Hukubun et al., 2022). Terumbu karang buatan dapat memiliki peranan sebagai pelindung pantai dari pengikisan gelombang laut atau abrasi.

Terumbu karang buatan adalah habitat buatan yang dibangun di laut dan diletakan di dasar perairan yang tidak produktif dengan meniru beberapa karakteristik terumbu karang alami dengan tujuan untuk memperbaiki terumbu karang yang rusak. Aktivitas ini dapat membantu organisme laut untuk hidup dan menetap di ekosistem terumbu karang sehingga dapat meningkatkan potensi perikanan pada ekosistem ini. Terumbu karang buatan umumnya terbuat dari timbunan bahan-bahan yang sifatnya berbeda satu sama lain, seperti ban bekas, cetakan semen atau beton, bangkai kerangka kapal, ban mobil bekas, bambu dan lain-lain (KKP, 2005).

Melihat bahwa terjadi penurunan potensi maupun keanekeragaman sumber daya serta kerusakan ekosistem terumbu karang di wilayah pesisir khususnya yang terjadi di provinsi Maluku dan Indonesia secara umum, maka pemahaman tentang upaya restorasi terumbu karang sangat diperlukan melalui kegiatan penyuluhan atau sosialisasi tentang dampak kerusakan terumbu karang serta cara mengatasi kerusakan terumbu karang tersebut. Kegiatan penyuluhan yang dilakukan oleh Tim Pelaksana kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dari Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Pattimura (UNPATTI), Ambon bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman kepada siswa SMA Negeri 15 Ambon tentang fungsi ekosistem terumbu karang, faktor penyebab kerusakan ekosistem, dampak dari kerusakan ekosistem terumbu karang serta cara untuk merestorasi terumbu karang. Diharapkan kegiatan ini dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang upaya untuk menghindari kerusakan terumbu karang, sehingga ekosistem terumbu karang tetap terjaga, sumber daya laut dan keanekaragamannya pada ekosistem ini akan tetap terjaga, masa depan generasi berikutnya akan juga terjamin.

2. METODE

2.1 Waktu dan Lokasi PkM

Kegiatan PkM ini dilaksanakan di SMA Negeri 15 Ambon. Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 4 September 2023, oleh Tim PkM dosen Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNPATTI Ambon. Target dari kegiatan ini adalah siswa SMA Negeri 15 Ambon. Siswa yang hadir dalam kegiatan PkM ini berjumlah 50 orang yang didampingi oleh tiga orang guru. Tim Pelaksana PkM yang terlibat berjumlah 5 orang.

2.2 Tahapan Pelaksanaan

Pelaksanaan PKM dibagi atas tahap persiapan dan tahap pelaksanaan (Tabel 1).

Tabel 1. Pelaksanaan Kegiatan PkM

No.	Tujuan	Metode	Bentuk Kegiatan
A Persiapan			
1	Identifikasi lokasi kegiatan PkM	Komunikasi dengan Kepala SMA Negeri 15 Ambon	Surat menyurat
2	Penetapan waktu kegiatan PKM	Komunikasi dengan Kepala SMA Negeri 15 Ambon	Pengiriman surat ijin PKM
B Pelaksanaan Kegiatan			
1	Pembukaan Kegiatan oleh Kepala SMA Negeri 15 Pulau Ambon: Bapak Husin Dfinuban, M.Pd	Arahan	Menyampaikan tujuan kegiatan yang dilakukan oleh TIM PkM Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNPATTI
2	Penyampaian materi PkM (Gambar 1)	-	-
A	Memberikan pemahaman (pengetahuan praktis) tentang definisi terumbu karang dan terumbu karang, fungsi dan manfaat ekosistem terumbu karang, faktor penyebab dan dampak kerusakan ekosistem dan penurunan potensi sumberdaya perikanan dan kelautan pada ekosistem terumbu karang, metode untuk merestorasi terumbu karang	Ceramah dan diskusi	Dialog
B	Meningkatkan kesadaran siswa tentang pentingnya upaya menjaga dan melindungi terumbu karang dari kerusakan akibat aktivitas manusia	Ceramah dan diskusi	Dialog
C	Evaluasi	Penyampaian pertanyaan oleh siswa dan penjelasan oleh Tim Pelaksana PKM	Simultan
D	Penutup	Kegiatan ditutup oleh Wakil Kepala Sekolah Bidang Humas, Ibu Dra. Sarbanun Dumade	

Adapun sasaran dari kegiatan ini adalah:

1. Siswa memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang ekosistem terumbu karang yang ada di sekitar wilayah mereka
2. Siswa memiliki pengetahuan tentang faktor penyebab kerusakan ekosistem terumbu karang dan cara pemulihannya
3. Siswa memiliki kesadaran untuk menjaga dan melindungi ekosistem terumbu karang yang ada di daerah mereka
4. Menghasilkan satu kegiatan pengabdian sebagai bagian dari tugas staf dosen dalam memenuhi Tri Dharma Perguruan Tinggi sesuai dengan kompetensi ilmu yang dimiliki.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekosistem terumbu karang Indonesia memiliki keragaman jenis karang batu tertinggi di dunia. Ada sekitar 569 spesies karang batu atau 69% dari total karang batu di dunia. Hal ini disebabkan Indonesia berada pada segitiga karang dunia (coral triangel), serta terletak pada jalur lintasan arlindo. Keragaman jenis karang di daerah Maluku, Sulawesi dan Papua Barat sangat tinggi atau disebut pusat keanekaragaman (Giyanto et al., 2021). Kondisi terumbu karang di Indonesia sangat dipengaruhi oleh faktor antropogenik di mana sebagian besar penduduk bermukim di wilayah pesisir. Aktivitas penduduk di darat akan mempengaruhi kondisi perairan di laut terutama terhadap ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Selain itu perubahan iklim sangat mengancam kondisi terumbu karang dan berdampak sangat luas. Proses pemutihan karang secara massal (*coral bleaching*) karena peningkatan suhu air laut yang terjadi pada tahun 2015-2016 menyebabkan penurunan tutupan karang hidup dari 31,48 % (tahun 2015) menjadi 26,13% (tahun 2017) (Giyanto et al., 2021). Hal ini perlu mendapat perhatian dari pemerintah dan masyarakat. Masyarakat yang didalamnya terdapat unsur generasi muda perlu mendapat edukasi tentang ekosistem terumbu karang yang meliputi fungsi, manfaat, faktor penyebab dan dampak kerusakan serta metode untuk rehabilitasi ekosistem terumbu karang tersebut. Peningkatan pemahaman generasi muda tentang dampak kerusakan ekosistem terumbu karang bagi masyarakat terutama yang berada di pulau kecil seperti Maluku diharapkan dapat meningkatkan peran dan partisipasi generasi muda dalam upaya mencegah kerusakan ekosistem ini di masa depan. Hal ini yang menjadi latar belakang dilaksanakannya kegiatan PkM ini bagi siswa SMA Negeri 15 pulau Ambon.

Kegiatan PkM dengan tema literasi restorasi ekosistem terumbu karang yang dilakukan pada SMA Negeri 15 Pulau Ambon diawali dengan pembukaan oleh Kepala Sekolah SMA Negeri 15, Bapak Husin Dfinuban, M.Pd (Gambar 1). Dalam arahan pembukaan, Kepala Sekolah SMA Negeri 15 Ambon menghimbau siswa yang hadir dalam kegiatan untuk menyimak materi yang diberikan sehingga memperoleh pemahaman yang benar tentang apa yang harus dilakukan untuk mencegah kerusakan ekosistem terumbu karang dan bagaimana cara untuk melakukan restorasi terumbu karang tersebut. Selain itu, Kepala Sekolah SMA Negeri 15 Ambon juga mengucapkan terima kasih kepada Tim dari Jurusan Studi Ilmu Kelautan FPIK UNPATTI yang sudah memfasilitasi kegiatan pengabdian ini dan memilih SMA Negeri 15 sebagai target pelaksanaan kegiatan. Tahapan selanjutnya adalah perkenalan Tim Pelaksana PkM yang dilakukan oleh Ketua Program Studi Ilmu Kelautan FPIK UNPATTI, Junita Supusepa, S.Pi, M.Si.



Gambar 1. Sambutan oleh Kepala SMA Negeri 15 Pulau Ambon

Penyampaian materi dalam kegiatan ini berupa program edukasi dalam bentuk presentasi dengan menggunakan power point dan menggunakan bahasa yang sangat sederhana sehingga mudah dipahami oleh siswa. Materi disampaikan oleh Ir. Fredrik Rijoly, M.Si (Gambar 2). Topik yang dibahas antara lain: 1) definisi karang dan terumbu karang, 2) fungsi dan manfaat terumbu karang, 3) faktor penyebab dan dampak kerusakan ekosistem terumbu karang, dan 4) metode transplantasi terumbu karang.



Gambar 2. Penyampaian materi oleh Ir. Fredrik Rijoly, M.Si

Kegiatan diawali dengan pertanyaan pembuka (pre-test) yang dilakukan secara simultan dengan tujuan untuk mengetahui pemahaman dasar siswa tentang materi yang akan diberikan terutama perbedaan antara karang dan terumbu karang. Beberapa siswa memberikan jawaban yang berbeda-beda. Ada siswa yang mengatakan bahwa karang adalah tumbuhan, namun siswa yang lain (5 orang siswa atau 10%) mengatakan bahwa karang adalah hewan. Sebaliknya siswa tidak dapat menjelaskan pengertian dari terumbu karang. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan dasar siswa masih sangat terbatas. Pengetahuan yang terbatas ini akan sulit bagi siswa-siswi untuk berpartisipasi dalam rangka mengurangi aktivitas-aktivitas yang menjadi pemicu utama terjadinya kerusakan ekosistem terumbu karang yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan ekosistem ini.

Peningkatan pemahaman dan pengetahuan siswa dapat dilakukan dengan jalan mempersiapkan materi secara sederhana, tetapi berisi informasi pengetahuan yang padat dan benar. Selain itu, metode penyampaian yang tepat dapat membantu siswa sehingga mudah memahami informasi yang disampaikan. Contoh-contoh aplikatif perlu juga diberikan khususnya menyangkut masalah yang terjadi saat ini di lingkungan sekitar kehidupan siswa khususnya di Maluku dan lebih khusus lagi di Pulau Ambon. Penyampaian materi melalui pembelajaran interaktif dapat membantu siswa memahami materi dengan baik.

Peran aktif generasi muda sangat dibutuhkan dalam mengurangi dampak kerusakan ekosistem terumbu karang saat ini. Hal ini dapat ditempuh dengan beberapa cara antara lain: memberikan edukasi (pendidikan), pelatihan dan bimbingan moral kepada generasi muda; menyebarkan informasi tentang pemanfaatan sumberdaya hayati laut dan ekosistem utama wilayah pesisir terutama terumbu karang secara lestari dan berkesinambungan, melakukan pemulihan habitat sumberdaya alam khususnya restorasi ekosistem terumbu karang (Supriharyono, 2007).

Edukasi yang dilakukan dengan cara diskusi dan tanya jawab (Gambar 3) memungkinkan siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang benar tentang ekosistem terumbu karang khususnya faktor penyebab kerusakan, serta

dampaknya bagi keragaman sumberdaya hayati laut. Siswa diberikan pengetahuan tentang faktor penyebab kerusakan terumbu karang akibat pengaruh aktivitas manusia yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Misalnya: 1) Pengambilan terumbu karang secara ilegal untuk dijadikan asesoris atau hiasan bernilai ekonomis; 2) Pembangunan di wilayah pesisir pantai yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem laut termasuk ekosistem terumbu karang; 3) Penangkapan ikan secara ilegal dengan menggunakan pukot harimau, bahan peledak dan racun sianida yang selanjutnya akan mempengaruhi ekosistem terumbu karang; dan 4) membuang jangkar pada pesisir pantai secara tidak sengaja akan merusak terumbu karang yang ada di bawahnya. Siswa juga diberikan pengetahuan tentang bagaimana membedakan karang yang baik dan tidak baik. Pengetahuan ini penting sehingga siswa dapat melihat dampak terburuk dari aktivitas antropogenik maupun pengaruh faktor fisik-kimia lingkungan terhadap ekosistem terumbu karang.



Gambar 3. Proses diskusi dan tanya jawab dalam kegiatan PkM

Inti dari penyampaian materi ini adalah cara mengatasi kerusakan ekosistem terumbu karang. Salah satu metode yang paling mudah dilakukan adalah merestorasi ekosistem terumbu karang tersebut melalui kegiatan transplantasi terumbu karang. Kegiatan transplantasi terumbu karang bertujuan untuk merehabilitasi fungsi ekologis terumbu karang yaitu dengan jalan membuat terumbu buatan (*artificial reefs*). Siswa diberikan pengetahuan tentang cara sederhana yang dapat dilakukan dalam upaya membuat terumbu buatan. Pembuatan terumbu buatan ini harus selalu dimonitor keberhasilannya sehingga dapat dilihat efektivitas dari proses rehabilitasi terumbu karang ini.

Setelah penyampaian materi dan proses diskusi atau tanya jawab, siswa diberikan pertanyaan secara simultan sebagai bagian dari *post-test* untuk memperoleh gambaran tentang peningkatan pemahaman mereka terhadap materi yang diberikan. Walaupun *post-test* ini tidak dianalisa secara deskriptif statistik, hasil pengamatan Tim Pelaksana menyimpulkan ada peningkatan pemahaman dan pengetahuan siswa sekitar 75% dari total pertanyaan yang disampaikan, di mana siswa dapat menjawab pertanyaan dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mempunyai keinginan yang besar untuk memperoleh pengetahuan praktis dalam upaya menjaga ekosistem terumbu karang dari aktivitas merusak akibat aktivitas antropogenik. Selain itu, siswa juga memiliki komitmen untuk melakukan kegiatan yang tidak merusak ekosistem terumbu karang dengan jalan memberikan informasi kepada orang tua dan masyarakat di sekitar lingkungan mereka.

4. KESIMPULAN

Edukasi tentang restorasi atau rehabilitasi terumbu karang merupakan salah satu upaya untuk mengembalikan kondisi terumbu karang yang rusak akibat pengaruh antropogenik (aktivitas manusia) ataupun pengaruh faktor fisik-kimia lingkungan laut. Hasil kegiatan PkM yang dilakukan pada siswa SMA Negeri 15 Pulau Ambon menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan siswa tentang restorasi ekosistem terumbu karang. Hal ini terlihat dari hasil *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan secara simultan, di mana pada saat *pre-test*, hanya sekitar 10% siswa yang memiliki pemahaman yang benar tentang pertanyaan yang diajukan. Sebaliknya pada *post-test* ditemukan sekitar 75% siswa yang menjawab pertanyaan dengan benar. Pemberian materi secara praktis melalui kegiatan PkM ini perlu ditingkatkan pada semua level baik generasi muda maupun masyarakat sebagai pengguna dan pemanfaat ekosistem terumbu karang ini. Ketika siswa maupun masyarakat yang bermukim di pesisir pantai memiliki pengetahuan yang baik serta kesadaran untuk menghindari lingkungan laut terutama ekosistem terumbu karang dari aktivitas yang merusak, sumber daya laut dan keanekaragamannya pada ekosistem ini akan tetap terjaga, masa depan generasi berikutnya akan juga terjamin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pelaksana PkM Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNPATTI mengucapkan terima kasih kepada guru-guru dan Kepala Sekolah SMA Negeri 15 Pulau Ambon, yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan salah satu tugas Tridharma Dosen yaitu pengabdian kepada masyarakat (PkM) pada SMA Negeri 15 Pulau Ambon. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Dekan FPIK UNPATTI yang telah membiayai kegiatan PkM ini melalui pendanaan PNBK FPIK Unpatti tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. (2001). *Sinopsis ekosistem dan sumberdaya alam pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman hayati laut, aset pembangunan berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, M. J. (2021). *Pengelolaan sumber daya pesisir dan kelautan secara terpadu* (4th ed.). Pradnya Paramita.
- Dhiecha, D. M., Utomo, K. P., & Jati, D. R. (2015). Perencanaan Artificial Reef Sebagai Restorasi Terumbu Karang Dan Pengaman Pantaidi Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v3i1.9081>
- Evanno, G., Castella, E., Antoine, C., Paillat, G., & Goudet, J. (2009). Parallel changes in genetic diversity and species diversity following a natural disturbance. *Molecular Ecology*, 18(6), 1137–1144. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04102.x>
- Giyanto, Sari, N. W. P., Siringoringo, R. M., Abrar, M., Hadi, T. A., Hermato, B., Fatri, L. O. A., Fauzi, I., & Kurniawan, F. (2021). Data potensi terumbu karang Indonesia Tahun 2021. In *Coremap_CTI Pusat Riset Oseanografi Badan Riset dan Inovasi Nasional*.
- Hillebrand, H., Brey, T., Gutt, J., Hagen, W., Metfies, K., Meyer, B., & Lewandowska, A. (2018). Climate change: warming impacts on marine biodiversity. In *Handbook on Marine Environment Protection* (Issue January, pp. 1–18). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60156-4>

- Hukubun, R. D. (2020). Kondisi terumbu karang di pesisir Desa Amahusu (Batu Capeu), Kota Ambon. *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan Papua*, 3(1), 16–19. <https://doi.org/10.31957/acr.v3i1.1211>
- Hukubun, R. D., Rijoly, F., & Lokollo, F. F. (2022). Penerapan Terumbu Buatan (Artificial Reef) Di Perairan Desa Rutong Dalam Upaya Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Dan Peningkatan Usaha Penangkapan. *PAKEM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 83-89.
- KKP, D. J. P. dan P. K. (2005). *Pedoman pengelolaan terumbu buatan dan transplantasi karang*.
- Nybakken, J. W., & Bertness, M. D. (2005). *Marine biology, An ecological approach* (Sixth). Benjamin Cummings.
- Ruli, F., Indrabudi, T., & Alik, R. (2019). Kondisi terumbu karang di Pulau Saparua, Kabupaten Maluku Tengah. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional, April 2020*, 246–254.
- Supriharyono. (2007). *Konservasi ekosistem sumberdaya hayati di wilayah pesisir dan laut tropis* (I). Pustaka Pelajar. Yogyakarta.