**SURVEI TUTUPAN KARANG DAN KOMPOSISI IKAN KARANG**

**DI PERAIRAN PLTU SEBALANG, LAMPUNG SELATAN**

***Survey of Coral Percent Cover and Reef Fish Composition in PLTU Sebalang Waters***

M. Khairul Anam1, Novriadi Novriadi2

1 CV.Salam Satu Laut, Lampung, Indonesia

2 Program Studi Biologi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

Email: novriadi@bi.itera.ac.id

*Original research*

**Abstrak**

Terumbu karang merupakan ekosistem produktif yang menghadapi ancaman kerusakan akibat penangkapan ikan ilegal dan pembangunan pesisir yang tidak berkelanjutan. Praktik penangkapan ikan ilegal dan pembangunan area pesisir diduga berkontribusi pada penurunan tutupan karang hidup di perairan PLTU Sebalang, Lampung Selatan. Informasi mengenai kondisi ekosistem terumbu karang di area PLTU Sebalang Lampung Selatan saat ini masih belum memadai. Oleh sebab itu, perlu dilakukan survei kesehatan terumbu karang di area ini sebagai bagian dari langkah pengelolaan ekosistem terumbu karang secara berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2024 di perairan PLTU Sebalang. Pengambilan data terumbu karang menggunakan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) yang dikombinasikan dengan program identifikai karang CPCe (*Coral Point Count with Excel extensions*). Pengambilan data ikan karang menggunakan metode *Underwater Visual Census* (UVC). Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi tutupan terumbu karang pada seluruh titik penelitian dikategorikan buruk. Persen tutupan karang terendah berada pada titik 1 kedalaman 8 meter yaitu sebesar 1.53%. Sedangkan kondisi tutupan karang pada titik 2 kedalaman 8 meter memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 23.28%. Ikan karang yang ditemukan sebanyak 10 famili yang terdiri dari *Apogonidae, Aulostomidae, Caesonidae, Chaetodontidae, Haemulidae, Holocentridae, Labridae, Nemipteridae, Pomacentridae,* dan *Pempherididae*. Faktor yang mempengaruhi buruknya kondisi tutupan terumbu karang dan sedikitnya jumlah famili ikan karang yang terdapat pada seluruh titik pengamatan dipengaruhi oleh faktor tingginya sedimentasi, kuatnya arus perairan, dan nelayan jaring payang yang menangkap ikan hingga ke dasar perairan.

Kata kunci : Terumbu karang, ikan karang, PLTU Sebalang

**Abstract:**

*Coral reefs are productive ecosystems that face significant threats from illegal fishing and unsustainable coastal development. These practices are suspected of contributing to the decline in live coral cover in the waters surrounding the Sebalang Power Plant (PLTU Sebalang), South Lampung. Current information on the coral reef ecosystem in this area remains insufficient. Therefore, a coral health survey is essential as part of sustainable management efforts. This study was conducted in January 2024 in the waters of PLTU Sebalang. Coral reef data were collected using the Underwater Photo Transect (UPT) method, combined with the Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) software for coral identification. Data on reef fish were gathered using the Underwater Visual Census (UVC) method. The results indicate that coral reef cover at all study sites was categorized as poor. The lowest coral cover was recorded at Site 1 at a depth of 8 meters, with only 1.53% coverage, while the highest cover was observed at Site 2, also at a depth of 8 meters, with 23.28%. A total of 10 reef fish families were identified, including Apogonidae, Aulostomidae, Caesonidae, Chaetodontidae, Haemulidae, Holocentridae, Labridae, Nemipteridae, Pomacentridae, and Pempherididae. The poor condition of coral cover and the low number of individual reef fish at all observation sites were influenced by high sedimentation, strong currents, and the use of payang nets by fishermen, which reach the seabed.*

*Keywords: Coral reefs, reef fish, PLTU Sebalang*

**Pendahuluan**

Ekosistem terumbu karang memiliki produktivitas primer dan keanekaragaman hayati yang tinggi, menjadikannya komponen penting dalam ekosistem pesisir dan laut (Rhyne *et al.*, 2012). Terumbu karang berperan sebagai habitat, tempat pemijahan, serta sumber pangan bagi biota laut (Hughes *et al.*, 2003), sekaligus memiliki nilai ekonomis sebagai tempat penangkapan ikan dan kawasan wisata (Ceccarelli *et al.*, 2022). Namun, saat ini terumbu karang menghadapi ancaman kerusakan yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti penangkapan ikan menggunakan metode yang tidak ramah lingkungan (Razak *et al.*, 2022) dan pembangunan di area pesisir (Jaap, 2000). Praktik penangkapan ikan ilegal dan pembangunan area pesisir juga diduga berkontribusi pada penurunan tutupan karang hidup di perairan PLTU Seblang, Lampung Selatan. Pembangunan pesisi, polusi, dan over eksploitasi menjadi penyebab rusaknya ekosistem terumbu karang (Burke *et al.*, 2011). Survei kesehatan terumbu karang di Sebalang diperlukan untuk memperoleh data baseline yang akan menjadi dasar dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengetahui persentase tutupan karang dan komposisi ikan karang pada perairan PLTU Sebalang

**Bahan dan Metode**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2024 di perairan PLTU Sebalang. Titik pengambilan sampel berada di dekat titik inlet (jalur masuknya air laut menuju pembangkit) dan titik antara (jalur antara inlet dan outlet dari pembangkit). Setiap titik penelitian dilakukan pengambilan sampel pada kedalaman empat dan delapan meter. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Apparatus*), GPS, *Underwater Camera, Divecomp,* Alat ukur kualitas air, pasak penanda permanen, Piranti lunak CPCe.

Pengambilan data terumbu karang menggunakan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) yang dikombinasikan dengan program identifikai karang CPCe (*Coral Point Count with Excel extensions*) (Giyanto, 2010). Pengambilan data ikan karang menggunakan metode *Underwater Visual Census* (UVC) yang dimodifikasi dari Salmoilys (1997). Pengambilan data kualitas air meliputi pH, suhu (0C), kecerahan (m), oksigen terlarut (mg/l), dan salinitas (ppt). Penentuan status kondisi terumbu karang (Giyanto *et al.*, 2014) seperti pada Tabel 1.

Penentuan persen tutupan karang dihitung menggunakan rumus (English, Wilkinson and Baker, 1998) sebagai berikut:

Penentuan status ikan karang dihitung dalam persen komposisi ikan karang yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

Kategori kriteria ikan karang dihitung berdasarkan jumlah ikan yang teramati sepanjang transek. (Manuputty and Djuwariah, 2009) Penentuan kriteria mengikuti Tabel 2.

Tabel 1. Penetuan status terumbu karang berdasarkan persen tutupan karang hidup

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Persen tutupan (%) | Kategori |
| 1 | 0-25 | Jelek/Rusak |
| 2 | 25-50 | Cukup/Sedang |
| 3 | 51-75 | Baik |
| 4 | 76-100 | Sangat Baik |

Tabel 2. Kategori kriteria ikan karang

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Jumlah ikan (ekor) | Kategori |
| 1 | <25 | Sedikit |
| 2 | 25-50 | banyak |
| 3 | >50 | Melimpah |

**Hasil dan Pembahasan**

***Persentase Tutupan Karang***

1. ***Titik 1***

Titik 1 pada kedalaman 4 meter memiliki persentase tutupan karang hidup sebesar 18.49%. Kategori lain seperti alga dari genus *Halimeda* sebesar 1.50% dan makroalga dari jenis anggur laut *Caulerpa* sp sebesar 17.67%. Kategori abiotik terbanyak adalah *Rubble* (patahan karang mati) dengan persentase 50.48%, sementara kategori abiotik lainnya yang ditemukan berupa *Sand* (pasir) sebesar 0.14% dan *Silt* (pasir berlumpur) sebesar 11.66% (Gambar 1a).

Karang hidup yang terdapat pada titik ini yaitu ACB (*Acropora* *branching*) sebesar 1.36%, CB (*Coral* *branching*) sebesar 0.75%, CE (*Coral* *encrusting*) sebesar 0.20%, CF (*Coral* *foliose*) sebesar 6.96%, CHL (*Coral* *heliopora*) sebesar 0.27%, CM (*Coral* *massive*) sebesar 0.61%, dan CMR (*Coral* *mushroom*) sebesar 8.32%.

Titik 1 pada kedalaman 8 meter memiliki persen tutupan sebesar 1.53%. Ganggang yang ditemukan adalah alga dari genus *Halimeda* sebesar 0.60%, anggur laut dari spesies *Caulerpa* sp. sebesar 0.80%, *Other* dengan persentase 0.20%, dan *Soft* *Corals* dengan persentase 12.40%. Kategori abiotik meliputi *Rock* (batu) sebesar 1.27%, *Rubble* (patahan karang) sebesar 15.40%, dan *Silt* (pasir berlumpur) sebesar 67.67% (Gambar 1b).

A comparison of a chart

Description automatically generated with medium confidence

a)

A comparison of a chart

Description automatically generated with medium confidence

b)

Gambar 1. Persentase tutupan karang hidup di titik 1 pada kedalaman a) 4 meter dan b) 8 meter.

Karang hidup pada titik ini terdiri dari CMR (*coral mushroom*) yang memiliki persentase sebesar 1.53%. Berdasarkan hasil survei di titik satu pada kedalaman 4 meter dan 8 meter, dapat disimpulkan bahwa tutupan terumbu karang di kedua kedalaman tersebut tergolong buruk. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya persentase karang hidup pada kedua kedalaman, yakni sebesar 18.49% dan 1.53%.

1. ***Titik 2***

Persentase tutupan karang hidup di titik 2 pada kedalaman 4 meter sebesar 23,22%, sedangkan karang mati sebesar 0,40%. Kategori yang mendominasi kelompok abiotik terdiri dari *Rubble* (patahan karang mati) dengan persentase sebesar 53,57% dan *Silt* (pasir berlumpur) sebesar 16,01%. Selain itu, kategori *Others* yang didapat hanya berupa SC (*soft* *coral*) dengan persentase 3,20%. Kategori alga dari kelompok PA (*Padina* sp.) memiliki persentase sebesar 1,67%, dan MA (*macroalgae*) sebesar 1,93%.

Data karang hidup yang terdapat pada titik ini terdiri dari ACD (*Acropora digitate*) sebesar 1,20%, CF (C*oral* *foliose*) sebesar 13,01%, CHL (*Coral* *heliopora*) sebesar 0,33%, CM (*Coral* *massive*) sebesar 2,80%, dan CMR (*Coral* *mushroom*) sebesar 5,60%. Karang mati yang teridentifikasi berupa DCA (*Dead* *coral* *algae*) dengan persentase 0,27% dan DC (*Dead* *coral*) dengan persentase 0,13%.

Titik kedua di kedalaman 8 meter memiliki persen tutupan karang hidup yang paling tinggi dibandingkan dengan titik lainnya. Persen karang hidup mencapai 23,28%, sementara karang mati memiliki persentase 0,54%. Kategori OT (*others*) dan SC (*soft* *coral*) masing-masing memiliki persentase 15,79% dan 1,27%. Kategori Alga di titik ini memiliki persentase sebesar 3,61%. Dominasi dari kategori abiotik terdapat pada kelompok *Rubble* (patahan karang mati) sebesar 38,86% dan *silt* (pasir berlumpur) sebesar 17,93%.

Data mengenai karang hidup pada titik ini mencakup *Acropora* *tabular* (ACT) sebesar 0,54%, CB (*Coral* *branching*) sebesar 0,47%, CE (*Coral* *encrusting*) sebesar 3,81%, CF (*Coral* *foliose*) sebesar 3,28%, CHL (C*oral* *heliopora*) sebesar 0,47%, CM (*Coral* *massive*) sebesar 5,35%, dan CMR (C*oral* *mushroom*) sebesar 9,36%. Sementara itu, karang mati yang teridentifikasi termasuk dalam kategori DC (karang mati) dengan persentase 0,27% dan DCOR (penyakit karang) dengan persentase 0,27%.

Kedua kedalaman di titik pengamatan 1 dan 2 menunjukkan persentase tutupan kurang dari atau sama dengan 25%. Hal ini dapat diatribusikan pada beberapa faktor, antara lain tingginya tingkat sedimentasi, kuatnya arus bawah perairan, dan suhu air yang cenderung lebih tinggi akibat adanya pembuangan air bahang PLTU Sebalang. Kondisi ini jelas menunjukkan ketidaksesuaian lingkungan bagi terumbu karang di lokasi tersebut (Tuttle and Donahue, 2022).

A screenshot of a white card

Description automatically generated

a)

A screenshot of a white card

Description automatically generated

b)

Gambar 2. Persentase tutupan karang hidup di titik 2 pada kedalaman a) 4 meter dan b) 8 meter.

Sedimentasi yang tinggi dipengaruhi oleh muara sungai yang berdekatan dengan titik pengamatan. Aliran sungai membawa endapan lumpur yang teraduk oleh arus dasar perairan. Hal ini dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom air sehingga membuat visibilitas air menjadi sangat rendah (Richmond and Hunter, 1990). Selain itu, sedimentasi dari lumpur yang mengendap dan menempel pada terumbu karang mengakibatkan stress pada karang. Karang merespons stres tersebut dengan mengeluarkan lendir atau *mucus* untuk menyingkirkan sedimen sebagai bentuk pertahanan diri (Oliveira *et al.*, 2020). Jika hal ini terjadi terus menerus, maka ini akan menguras energi terumbu karang. Proses ini menggunakan energi yang seharusnya digunakan untuk tumbuh dan berkembang. Terumbu karang akan mati karena kehabisan energi (Khasanah *et al.*, 2020).

Selain itu, rendahnya tingkat kecerahan yang disebabkan oleh tingginya tingkat sedimentasi dapat mengganggu proses fotosintesis alga simbiotik (*Zooxanthellae*) yang hidup bersama terumbu karang (Morse *et al.*, 1988). Penurunan laju fotosintesis dapat menurunkan produktivitas primer dan menghambat pertumbuhan serta reproduksi terumbu karang.

Permasalahan lain yang muncul adalah peningkatan suhu perairan akibat pembuangan air bahang PLTU Sebalang. Suhu air yang meningkat dapat menyebabkan pemutusan hubungan simbiosis antara terumbu karang dan *Zooxanthellae*. Pemutusan ini dikenal dengan istilah *bleaching* ataupemutihan karang.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tabel 3. Kondisi habitat bentik di dua titik stasium penelitian perairan PLTU Sebalang, Lampung Selatan dengan dua kedalaman berbeda (4 dan 8 meter) | | | | | |
| **No** | **Kategori** | **Titik 1** | | **Titik 2** | |
| Kedalaman | | Kedalaman | |
| 4 meter | 8 meter | 4 meter | 8 meter |
|  | **Karang Hidup** |  |  |  |  |
| 1 | *Acropora branching* | 1,36 | - | - |  |
| 2 | *Acropora digitata* | - | - | 0,27 |  |
| 3 | *Acropora tabular* | - | - | - | 0,54 |
| 4 | *Coral Branching* | 0,75 | - | - | 0,47 |
| 5 | *Coral encrusting* | 0,20 | - | 1,20 | 3,81 |
| 6 | *Coral foliose* | 6,96 | - | 13,01 | 3,28 |
| 7 | *Coral Heliopora* | 0,27 | - | 0,33 | 0,47 |
| 8 | *Coral massive* | 0,61 | - | 2,80 | 5,35 |
| 9 | *Coral mushroom* | 8,32 | 8,32 | 5,60 | 9,36 |
|  | **Alga** |  |  |  |  |
| 10 | *Halimeda* | 1,50 | 0,60 | - | - |
| 11 | *Makroalga* | 17,67 | 17,67 | 1,93 | - |
| 12 | *Padina* | - | 0,13 | 1,67 | - |
|  | **Biota lain** |  |  |  |  |
| 13 | *Soft coral* | - | 12,40 | 3,20 | 1,27 |
| 14 | OT | - | 0,20 | - | 14,52 |
|  | **Karang mati** |  |  |  |  |
| 15 | *Dead coral* | - | - | - | 0,27 |
| 16 | *Dead coral with alga* | - | - | - | 0,27 |
| 17 | *Rubble* | 50,48 | - | 53,57 | 38,86 |
|  | **Abiotik** |  |  |  |  |
| 18 | *Rock* | - | 1,27 | - | - |
| 19 | *Sand* | 0,14 | - | - | - |
| 20 | *Silt* | 11,66 | 67,67 | 16,01 | 17,93 |

***Persentease Komposisi Ikan Karang***

1. ***Titik 1***

Famili ikan yang ditemukan pada titik 1 pada kedalaman 4 meter adalah *Pomacentridae, Labridae, Haemulidae, Chaetodontidae,* dan *Aulostomidae*. Total individu ikan yang tercatat berjumlah 47 ekor. Dari total jumlah tersebut menunjukkan bahwa kriteria ikan pada titik pengamatan 1 dengan kedalaman 4 meter dikategorikan banyak, hal ini ditunjukkan dengan nilai jumlah individu ikan diantara 25 - 50 ekor.

Pada kedalaman 8 meter terdapat 5 famili ikan yang ditemukan yaitu ikan dari famili *Pomacentridae*, *Caesonidae*, *Nemipteridae, Holocentridae*, dan *Pempherididae* dengan total jumlah individu yang tercatat sebanyak 38 ekor. Dari total jumlah tersebut terlihat bahwa kriteria yang dikategorikan untuk titik pengamatan 1 dengan kedalaman 8 meter dikategorikan banyak, dengan nilai jumlah individu ikan berada di antara 25 - 50 ekor.

1. ***Titik 2***

Di titik 2 pada kedalaman 4 meter terdapat 5 famili ikan yang ditemukan yaitu *Pomacentridae*, *Nemipteridae, Holocentridae, Chaetodontidae,* dan *Pempherididae.* Total individu ikan yang tercatat

berjumlah 63 ekor. Total jumlah tersebut menunjukkan bahwa kriteria yang dikategorikan untuk titik pengamatan 2 dengan kedalaman 4 meter termasuk ke dalam kategori melimpah, dengan nilai jumlah individu ikan berada lebih dari 50 ekor.

Pada kedalaman 8 meter ditemukan 5 famili dari famili *Pomacentridae*, *Nemipteridae*, *Labridae*, *Apogonidae*, *Chaetodontidae*. Total jumlah individu yang tercatat yaitu 51 ekor. Total jumlah tersebut menunjukkan bahwa kriteria yang dikategorikan untuk titik pengamatan 2 dengan kedalaman 8 meter juga termasuk dalam kategori melimpah dengan nilai jumlah individu ikan berada lebih dari 50 ekor.

Data perhitungan persentase tutupan karang dan komposisi ikan karang di kedua titik dengan dua kedalaman yang didapat, menunjukkan bahwa hanya pada titik pengamatan 2 yang memiliki jumlah persentase tutupan karang dan komposisi ikan yang lebih baik baik bila dibandingkan dengan titik pengamatan 1. Hal ini dibuktikan dengan nilai persentase yang didapat lebih besar. Persentase tutupan karang sangat mempengaruhi komposisi komunitas ikan karang, terutama karena karang menyediakan habitat, tempat berlindung, dan sumber makanan bagi berbagai spesies ikan. Studi menunjukkan bahwa area dengan tutupan karang yang

Tabel 4. Jumlah Komposisi Ikan Pada Titik 1 (kedalaman 4 dan 8 meter)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Famili** | **Kedalaman** | | | |
| 4 meter | | 8 meter | |
| Jumlah | Persen Komposisi (%) | Jumlah | Persen Komposisi (%) |
| 1 | *Pomacentridae* | 33 | 70,21 | 26 | 68,42 |
| 2 | *Nemipteridae* | - | - | 4 | 10,53 |
| 3 | *Labridae* | 2 | 4,26 |  | - |
| 4 | *Apogonidae* | - | - |  | - |
| 5 | *Chaetodontidae* | - | - |  | - |
| 6 | *Holocentridae* | - | - | 3 | 7,89 |
| 7 | *Haemulidae* | 1 | 2,13 |  | - |
| 8 | *Aulostomidae* | 7 | 14,89 |  | - |
| 9 | *Caesonidae* | - |  | 2 | 5,26 |
| 10 | *Pempherididae* | - | - | 3 | 7,89 |

Tabel 5. Jumlah Komposisi Ikan Pada Titik 2 (kedalaman 4 dan 8 meter)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Famili** | **Kedalaman** | | | |
| 4 meter | | 8 meter | |
| Jumlah | Persen Komposisi (%) | Jumlah | Persen Komposisi (%) |
| 1 | *Pomacentridae* | 44 | 69,84 | 30 | 58,82 |
| 2 | *Nemipteridae* | 6 | 9,52 | 8 | 15,69 |
| 3 | *Labridae* | - | - | 3 | 5,88 |
| 4 | *Apogonidae* | - | - | 8 | 15,69 |
| 5 | *Chaetodontidae* | 4 | 6,35 | 2 | 3,92 |
| 6 | *Holocentridae* | 4 | 6,35 | - | - |
| 7 | *Haemulidae* | - | - | - | - |
| 8 | *Aulostomidae* | - | - | - | - |
| 9 | *Caesonidae* | - | - | - | - |
| 10 | *Pempherididae* | 5 | 7,94 | - | - |

tinggi cenderung mendukung keanekaragaman ikan yang lebih besar dan populasi yang lebih stabil dibandingkan area dengan tutupan karang rendah. Penurunan tutupan karang, misalnya akibat pemutihan karang atau kerusakan fisik, sering kali diikuti oleh penurunan kelimpahan dan diversitas ikan karang. Ikan herbivora, karnivora, dan spesies yang bergantung pada struktur karang khususnya sangat terdampak, karena mereka kehilangan habitat penting. Degradasi terumbu karang dapat mengakibatkan perubahan dalam komunitas ikan, dengan spesies oportunistik lebih mendominasi saat karang mati atau rusak, menggeser komposisi ekologis terumbu secara keseluruhan (Wilson *et al.*, 2006).

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengambilan data yang didapat, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi tutupan terumbu karang pada titik pendataan 1 dan 2 diklasifikasikan sebagai kategori buruk dengan persentase karang hidup yang ditemukan kurang dari sama dengan 25%.
2. Kondisi tutupan karang pada titik 1 kedalaman 8 meter sebesar 1.53% merupakan persentase tutupan karang paling sedikit, berbanding terbalik dengan kondisi tutupan karang pada titik 2 kedalaman 8 meter yang memiliki persentase tertinggi sebesar 23.28%.
3. Faktor yang mempengaruhi buruknya kondisi tutupan terumbu karang dan sedikitnya jumlah individu ikan karang yang terdapat pada titik pengamatan 1 dipengaruhi oleh faktor tingginya sedimentasi dan peningkatan suhu perairan akibat pembuangan air bahang PLTU Sebalang.

**DAFTAR PUSTAKA**

Burke, L. *et al.* (2011) *Reefs at Risk Revisited*, *Reefs*

*at Risk Revisited*.

Ceccarelli, D.M. *et al.* (2022) ‘Emerging marine

protected areas of eastern Indonesia: Coral reef trends and priorities for management’, *Marine Policy*, 141, p. 105091. Available at:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105091.

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (1998) ‘

Survey manual for tropical marine resources. Second edition’, *Survey manual for tropical marine resources. Second edition* [Preprint].

Giyanto *et al.* (2014) *Panduan monitoring k*

*esehatan terumbu karang*. Available at: http://www.coremap.or.id.

Hughes, T.P. *et al.* (2003) ‘Climate Change, Human

Impacts, and the Resilience of Coral Reefs’, *Science*, 301(5635), pp. 929–933. Available at: https://doi.org/10.1126/science.1085046.

Jaap, W.C. (2000) ‘Coral reef restoration’,

*Ecological Engineering*, 15(3), pp. 345–364. Available at: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00085-9.

Khasanah, R.I. *et al.* (2020) ‘Growth rate and

survivorship of Acropora sp. fragments that transplanted on the artificial substrate made from fly ash and bottom ash’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441(1). Available at: https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012126.

Manuputty, A.E.W. and Djuwariah (2009) ‘Point

Intercept Transect (PIT) untuk Masyarakat Studi Baseline dan Monitoring Kesehatan Karang di Lokasi Daerah Perlindungan Laut (DPL)’, *Coremap Ii - Lipi*, p. 73.

Morse, D.E. *et al.* (1988) ‘Control of larval

metamorphosis and recruitment in sympatric agariciid corals’, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 116(3), pp. 193–217. Available at: https://doi.org/10.1016/0022-0981(88)90027-5.

Oliveira, M. De *et al.* (2020) ‘Microplastics in

corals : An emergent threat’, *Marine Pollution Bulletin*, 161(PA), p. 111810. Available at: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111810.

Razak, T.B. *et al.* (2022) ‘Coral reef restoration in

Indonesia: A review of policies and projects’, *Marine Policy*, 137, p. 104940. Available at: https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104940.

Rhyne, A.L. *et al.* (2012) ‘future opportunities for

ecosystem and societal benefits’, 5, pp. 478–485. Available at: https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00265.x.

Richmond, R. and Hunter, C. (1990) ‘Reproduction

and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea’, *Marine Ecology Progress Series* [Preprint]. Available at: https://doi.org/10.3354/meps060185.

Tuttle, L.J. and Donahue, M.J. (2022) ‘Effects of

sediment exposure on corals: a systematic review of experimental studies’, *Environmental Evidence*, 11(1), pp. 1–33. Available at: https://doi.org/10.1186/s13750-022-00256-0.

Wilson, S.K. *et al.* (2006) ‘Multiple disturbances and the global degradation of coral reefs: Are reef fishes at risk or resilient?’, *Global Change Biology*, 12(11), pp. 2220–2234. Available at: https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01252.x.