

**PENGARUH PERBEDAAN KOMPOSISI MEDIA
TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
SINTASAN KARANG *Acropora aspera*
DI PERAIRAN LEPPE KABUPATEN MAJENE**

SKRIPSI



Oleh:

MULYA REZKY RAMADHANI

G0219506

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2023**

ABSTRAK

MULYA REZKY RAMADHANI (G0219506) Pengaruh Perbedaan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Karang *Acropora aspera* di Perairan Leppe Kabupaten Majene. Dibimbing oleh ANDI ARHAM ATJO sebagai pembimbing utama dan FIRMANSYAH BIN ABD JABBAR selaku pembimbing anggota.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh komposisi substrat terhadap pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera* dan untuk mengetahui komposisi yang optimal substrat terhadap pertumbuhan karang *Acropora aspera*. Metode dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, dimana perlakuan K1 (tidak menggunakan tambahan kalsium), perlakuan K2 (menggunakan dosis kalsium 25%), perlakuan K3 (menggunakan dosis kalsium 50%), dan perlakuan K4 (menggunakan dosis kalsium 75%). Hasil penelitian dianalisis secara statistic menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan dosis kalsium pada substrat buatan tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap pertumbuhan dan laju pertumbuhan terumbu karang *Acropora aspera* dan dosis penambahan kalsium pada substrat buatan yang terdapat pada perlakuan K3 (menggunakan dosis kalsium 50%) memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci: *Acropora aspera*, kalsium, substrat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pentingnya terumbu karang dalam kehidupan, baik dari segi ekologi hingga segi ekonomi sangat menjanjikan, dimana dari segi ekologi karang merupakan tempat tinggal berbagai jenis biota seperti ikan kecil di laut, dan dari segi ekonomi terumbu karang dapat memajukan sektor pariwisata pada kawasan pesisir, dengan kegiatan menyelam (*diving*) dan *snorkeling*. Selain bidang pariwisata, terumbu karang telah menjadi salah satu komoditi budidaya yang memiliki potensi pengembangan yang sangat besar dan nilai ekonomis yang tinggi. Terumbu karang juga termasuk ekosistem yang sangat sensitif sehingga terumbu karang ini mudah mengalami kerusakan (Utami *et al.*, 2021).

Kerusakan terumbu karang dapat disebabkan oleh kualitas perairan yang kurang baik. Seperti halnya pencemaran secara tidak langsung yang berasal dari darat, penebangan hutan, perubahan tata lahan yang menyebabkan sedimentasi dan bahan pencemar buangan industri, limbah rumah tangga, zat penyubur kimia seperti fosfat melalui sungai-sungai besar. Selain itu, kerusakan terumbu karang juga dikarenakan peningkatan suhu permukaan air laut secara mendadak akibat pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*) (Wibawa dan Luthfi, 2017). Dampak dari pemutihan karang tersebut mengakibatkan proses pemulihan terumbu karang menjadi lambat dikarenakan sebagian besar juvenil baru dari karang mengalami kematian, kelimpahan ikan juga ikut menurun drastis disebabkan hilangnya tempat tinggal bagi ikan, tempat

mencari makan, tempat untuk memijah atau berkembang biak serta tempat tumbuh dan berkembangnya ikan karang (Setiawan *et al.*, 2017; Noviana *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk menjaga ekosistem terumbu karang sehingga kondisi dan kelestarian ekosistem terumbu karang dapat kembali baik. Dengan cara transplantasi karang untuk memanfaatkan reproduksi aseksual karang secara transplantasi untuk memperbanyak koloni karang (Subhan *et al.*, 2015).

Penelitian mengenai substrat buatan sebelumnya pernah dilakukan dimana penelitian tersebut menguji kelangsungan hidup karang menggunakan media buatan dengan bahan dari semen dan yang menggunakan pipa. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa pada media substrat semen kelangsungan hidup karang dari awal hingga akhir penelitian sebesar 100%, sedangkan dari media pipa mengalami penurunan dimulai dari minggu kedua hingga akhir penelitian menjadi 90%. Namun penelitian mengenai perbedaan komposisi dari substrat buatan sebelumnya belum pernah dilakukan di perairan Leppe Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat.

Keberhasilan transplantasi karang terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang sangat dipengaruhi oleh substrat yang di tempati fragmen karang (Fitriani *et al.*, 2020). Kemudian minimnya penelitian tentang substrat buatan untuk pertumbuhan karang yang ditransplantasikan serta efisiensi penggunaan kalsium pada substrat buatan. Adapun sebaran terumbu karang di Teluk Majene menurut Atjo *et al.*, (2023) yaitu persentase Tutupan Karang Hidup (HC) sebesar 38.9% yang dikategorikan sedang.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul Pengaruh Perbedaan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Karang *Acropora aspera* di Perairan Leppe Kabupaten Majene.

1.2 Rumusan dan Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi media tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera* di Perairan Leppe, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat.
2. Berapa persentase kalsium yang optimal untuk pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera* di Perairan Leppe, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh komposisi substrat terhadap pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera*.
2. Untuk mengetahui komposisi yang optimal substrat terhadap pertumbuhan karang *Acropora aspera*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait komposisi yang optimal substrat buatan terhadap pertumbuhan dan sintasan karang, sehingga diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembuatan substrat yang optimal demi meningkatkan pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ekologi Terumbu Karang

Secara ekologi, terumbu karang merupakan suatu ekosistem unik perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekaragaman biota dan nilai estetika yang tinggi. Peranan biofisik ekosistem terumbu karang sangat beragam, di antaranya sebagai tempat tinggal, tempat berlindung, tempat mencari makan dan berkembang biak bagi beragam biota laut, disamping berperan sebagai penahan gelombang dan ombak terhadap pengikisan pantai, dan penghasil sumberdaya hayati yang bernilai ekonomi tinggi. Terumbu karang sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan, baik yang bersifat fisik (dinamika perairan laut dan pantai), kerusakan akibat aktivitas manusia, pencemaran bahan kimia maupun kerusakan akibat aktivitas biologis (Burke *et al.*, 2002; Dahuri, 2003).

Pembentukan terumbu karang merupakan proses yang lama dan kompleks, dimana proses terbentuknya terumbu karang dimulai dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur. Pembentuk utama terumbu karang adalah *Scleractinia* (karang batu) yang sebagian besar dari karang batu tersebut mempunyai sejumlah alga yang bersel tunggal, terletak di dalam jaringan endodermnya. Alga bersel tunggal dengan ukuran mikroskopis berwarna coklat disebut *Zooxanthellae* memerlukan cahaya matahari untuk berfotosintesis. Proses pembentukan terumbu karang memiliki dua kelompok, meliputi kelompok pertama adalah karang yang membentuk terumbu (karang *Hermatipik*), yaitu dari *Scleractinia* (karang batu) dan kelompok kedua adalah karang yang tidak dapat membentuk terumbu (karang

Ahermatipik), yaitu dari *soft coral* (karang lunak). Kelompok karang batu (*Scleractinia*) mempunyai kemampuan untuk membentuk terumbu karang dalam prosesnya bersimbiosis dengan *zooxanthellae* dan membutuhkan sinar matahari untuk membentuk bangunan dari kapur yang kemudian dikenal *reef building corals*, sedangkan kelompok karang yang tidak dapat membentuk bangunan kapur sehingga dikenal dengan *non-reef building corals* yang secara normal hidupnya tidak tergantung pada sinar matahari (Veron, 1986). Pembentukan terumbu karang hermatipik dimulai adanya individu karang (polip) yang dapat hidup berkelompok (koloni) ataupun menyendiri (soliter). Karang yang hidup berkoloni membangun rangka kapur dengan berbagai bentuk, sedangkan karang yang hidup sendiri hanya membangun satu bentuk rangka kapur. Gabungan beberapa bentuk rangka kapur tersebut disebut terumbu karang.

Pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang dipengaruhi oleh faktor-faktor pembatas. Faktor-faktor pembatas itu antara lain kecerahan, cahaya, suhu, salinitas, pergerakan air, dan substrat. Faktor lingkungan yang berpengaruh cukup besar terhadap pertumbuhan karang adalah cahaya, suhu, sedimentasi dan aktivitas biologi (Houch, 1977; Levinton, 1982; Nybakken, 1992). Diantara faktor-faktor lingkungan itu, menurut Levinton (1982) suhu adalah faktor lingkungan yang paling besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan organisme laut termasuk karang. Beberapa pengaruhnya dapat dilihat pada kecepatan metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi, dan perombakan bentuk luar dari karang sehingga akan berpengaruh pada laju pertumbuhan karang yang akhirnya secara terakumulasi

terlihat pada persen tutupan karang yang menggambarkan tentang kondisi terumbu karang.

2.2. Morfologi dan Klasifikasi Karang *Acropora aspera*

Karang merupakan hewan yang dapat menghasilkan zat kapur, dimana karang ini yang nantinya membentuk terumbu karang. Zat kapur ini yang pada umumnya digunakan untuk menentukan jenis karang (Zurba, 2019). Sedangkan Thamrin, (2012) mengatakan bahwa karang sulit dibedakan jika hanya dilihat dari morfologi luarnya saja karena karang dengan spesies yang sama namun hidup di kedalaman yang berbeda dapat membuat pertumbuhan karang juga berbeda, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti arus, salinitas, intensitas cahaya, temperatur, kedalaman dan kompetisi dengan berbagai spesies.

Karang memiliki bentuk tubuh yang bervariasi dimana ada beberapa bentuk morfologi, yaitu bercabang, submasif, meja, mengerak, soliter, masif, serta lembaran (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Karang *Acropora aspera* memiliki bentuk koloni (*Corymbose*), dimana memiliki ukuran cabang yang sedang, setiap cabang memiliki ukuran yang bervariasi sesuai dengan lingkungan hidupnya, dan memiliki percabangan lebih dari dua cabang. Koralit aksial kecil namun masih terlihat dan koralit radial memiliki dua ukuran besar dan kecil yang saling bercampur, berbentuk seperti sisik (Ismail, 2021).

Klasifikasi karang menurut, Dana (1846) dalam Suharsono (2008) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Animalia

Filum: Cnidaria

Class: Anthozoa

Ordo: Scleractinia

Family: Acroporidae

Genus: Acropora

Species: *Acropora aspera*



Gambar 1. *Acropora aspera*
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

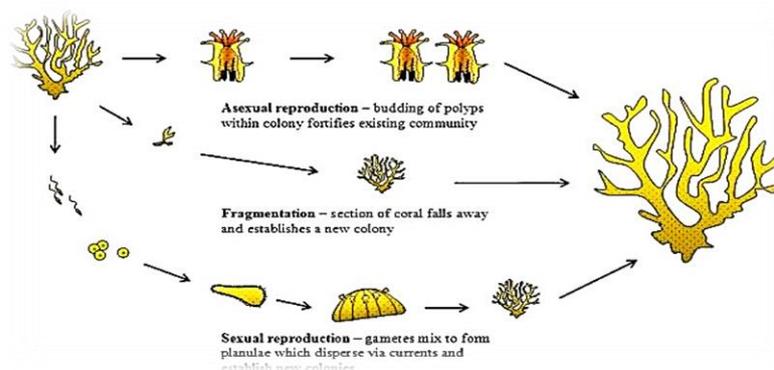
Karang memiliki bentuk dan warna beraneka ragam sesuai jenis karang tersebut (Riadi *et al.*, 2018). Karang *Acropora aspera* sendiri memiliki warna coklat gelap atau bewarna keabu-abuan, dan karang *Acropora aspera* ini umumnya tumbuh di sekirar tubir dan dapat di temukan di seluruh perairan Indonesia (Suharsono, 2008).

Menurut Dana (1846) *Acropora aspera* memiliki ciri koloni *corymbose* dengan cabang batang yang besar dan gemuk. Bentuk pertumbuhan karang jenis ini bervariasi tergantung dari paparan gelombang di perairan. Koralit aksial berukuran kecil dan koralit radial memiliki dua ukuran, padat dan memiliki bibir bawah yang menonjol sehingga tampak seperti sisik. Biasanya berwarna coklat tua atau keabu-

abuan, kadang-kadang bewarna biru pucat abu-abu, hijau atau krem, terkadang biru cerah. Habitat dari *Acropora aspera* terdapat pada dataran terumbu karang dan laguna dangkal, juga memperlihatkan lereng terumbu bagian atas dan kadang-kadang perairan dalam.

2.3. Siklus Hidup Karang

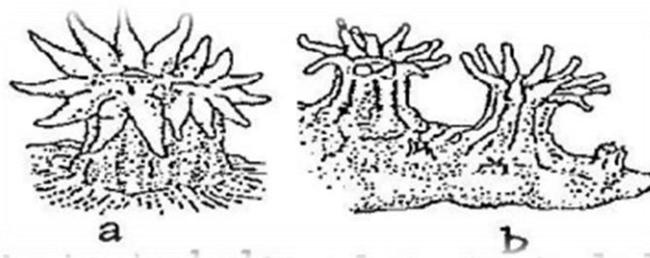
Karang berkembang biak dengan cara seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif) (Nybakken, 1992). Perkembangbiakan secara seksual, pembuahan terjadi setelah sel kelamin jantan (sperma) telah mencapai sel kelamin betina (ovum) di dalam ruang gastrovaskur. Proses pembuahan akan membentuk planula (larva) yang berukuran 1.20 mikron, yang berenang bebas. Planula mula-mula berbentuk masif, seluruh tubuhnya mengandung silia, kemudian terbentuk mulut disalah satu ujungnya, untuk selanjutnya terbentuk pula rongga tubuhnya. Pada saat menemukan substrat yang cocok, hewan ini akan melekatkan diri dengan bagian mulut berada di sebelah atas, sedangkan bagian pangkalnya mengeluarkan zat untuk memperkuat kedudukannya. Selanjutnya akan mengalami proses metamorfosa (perubahan bentuk), membentuk kerangka kapur dengan bersekat-sekat (Nybakken, 1992).



Gambar 2. Proses Reproduksi Karang

Sumber: Rudi, 2006

Perkembangbiakan secara aseksual (vegetatif) terjadi dengan pembentukan tunas. Polip karang dewasa (terutama karang batu) membentuk tunas dengan peregangan cakram karang yang memanjang ke satu arah, yang akhirnya membentuk polip baru. Proses tersebut dinamakan pertunasan intratentakuler. Pembentukan tunas dapat pula terjadi di dasar polip lama, pertunasan ini disebut ekstratentakuler (Ditlev, 1980).



Gambar 3. Pertunasan Karang (a) Intratentakuler dan (b) Ekstratentakuler

Sumber: Barnes, 1987

Perbedaan antara karang lunak dan karang batu terdapat pada jumlah tentakel, kekenyalan tubuh, dan kerangka penyusunnya. Jumlah tentakel karang lunak ada delapan buah dan dilengkapi dengan duri-duri (pinnula), sedangkan karang batu memiliki tentakel yang berjumlah enam atau kelipatan enam dan tidak berduri. Karang lunak mudah dikenali karena tekstur tubuhnya yang lunak dan tertanam dalam masa gelatin. Kerangka tubuh bersifat endoskeleton dan tidak menghasilkan kapur yang radial. Karang batu menghasilkan kerangka kapur yang radial dalam bentuk Kristal aragonit dan bersifat eksoskeleton (Manuputty, 1986).

2.4. *Zooxanthellae*

Zooxanthellae merupakan mikro alga uniseluler dari kelompok dinoflagellata yang bersimbiosis mutualisme dengan karang. Selain bersimbiosis dengan karang,

Zooxanthellae dapat ditemukan dalam tubuh organisme yang hidup di terumbu karang seperti dalam tubuh *Hydrozoa* dan *scyphozoa* (Thamrin, 2017). *Zooxanthellae* memerlukan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis, dalam proses fotosintesis *Zooxanthellae* sebagai penyuplai oksigen karang dan *Zooxanthellae* menerima karbondioksida untuk berfotosintesis dan menghasilkan kalsium (Muhlis, 2011; Zurban, 2019).

2.5. Kualitas Perairan

2.5.1 Suhu

Menurut Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa, suhu optimal untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 28–30°C. Membuktikan bahwa suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme, pertumbuhan, reproduksi karang yang menggambarkan tentang kondisi terumbu karang tersebut (Muhlis, 2011).

2.5.2. Salinitas

Perubahan salinitas merupakan hal yang sensitif terhadap terumbu karang, yang mana 30‰ - 36‰ merupakan kisaran salinitas ideal bagi pertumbuhan terumbu karang, sehingga salinitas yang rendah menyebabkan terumbu karang mati (Nugraha, 2019). Menurut Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa, salinitas untuk pertumbuhan terumbu karang sebesar 33 – 34‰.

2.5.3. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, disebutkan bahwa pH yang baik untuk pertumbuhan karang kisaran 7-8,5.

2.5.4. Oksigen Terlarut

DO yang baik untuk pertumbuhan karang berdasarkan Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yaitu >5 mg/l.

2.5.5. Kecerahan

Shodiqin (2016) mengatakan bahwa kedalaman efektif distribusi vertikal terumbu karang hanya mencapai sekitar 10 meter dari permukaan laut. Sehingga terumbu karang masih dapat hidup di kedalaman tersebut sebab cahaya matahari masih mencapai terumbu karang. Hal ini selaras dengan pendapat Yusuf *et al.*, (2012) yang mengatakan bahwa kecerahan 90% - 100% sangat mendukung kelangsungan hidup karang.

2.5.6. Cahaya

Karna adanya alga *Zooxanthellae* yang hidup bersimbiosis dalam jaringan karang sehingga cahaya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan terumbu karang, dimana *Zooxanthellae* bersimbiosis dengan karang yang melakukan proses fotosintesis (Nugraha, 2019).

2.5.7. Pergerakan Air

Pergerakan air di suatu perairan sangat berguna bagi terumbu karang karna aliran arus atau pergerakan air berfungsi sebagai pembawa makanan, oksigen dan

jasad renik dari daerah lain untuk keberlangsungan hidup terumbu karang (Muhlis, 2011). Adapun kategori pengelompokan kecepatan arus menurut Risnawati *et.al.*, (2018) dapat dilihat pada Tabel 1 di bawa.

Tabel 1. Kategori kecepatan arus (Risnawati *et al.*, 2018)

No.	Kecepatan Arus	Kategori
1	>1 m/s	Sangat cepat
2	0.5-1 m/s	Cepat
3	0.25-0.5 m/s	Sedang
4	0.1-0.2 m/s	Lambat
5	<0.01 m/s	Sangat lambat

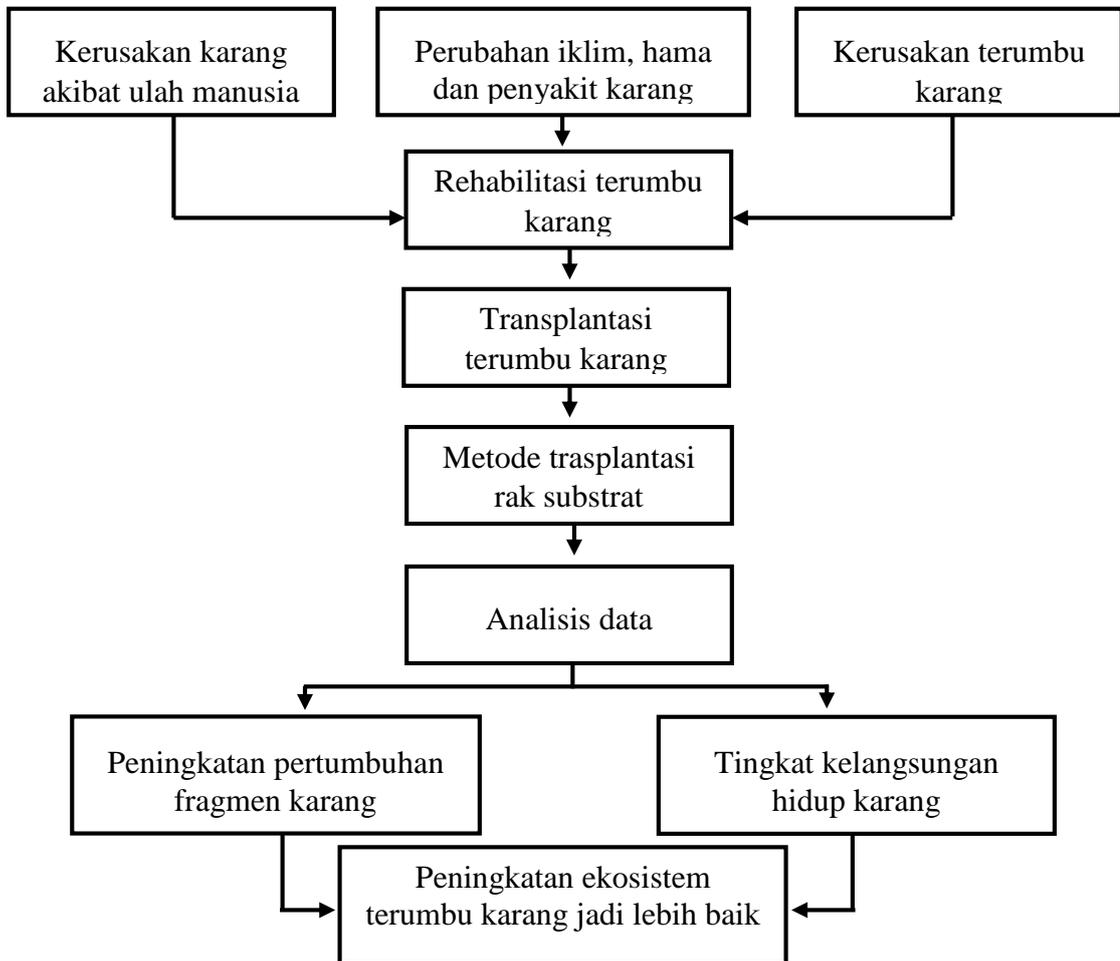
2.5.8. Sedimentasi

Sedimentasi dapat membatasi laju pertumbuhan terumbu karang sebab menghalangi cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menghambat proses fotosintesis dan menyebabkan terganggunya proses makan hewan karang (Supriyadi, 2019). Menurut Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan, bahwa padatan tersuspensi untuk karang sebesar 20 mg/L.

2.5.9. Substrat

Dalam proses penempelan larva terumbu karang diperlukannya sebuah substrat, dimana bagi larva planula substrat keras dan bersih sangat diperlukan untuk tempat menempel dan terbentuknya koloni baru (Sukarno *et al.*, 1981 dalam Supriyadi, 2019).

2.6. Kerangka Pikir



Gambar 4. Kerangka Berfikir
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

2.7. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh perbedaan komposisi media tanam substrat terhadap pertumbuhan dan sintasan karang jenis *Acropora aspera*.
2. Terdapat komposisi media tanam substrat yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan sintasan karang jenis *Acropora aspera*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis ragam, komposisi media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan sintasan karang *Acropora aspera*.
2. Secara deskriptif, penambahan dosis kalsium 50% pada media tanam lebih baik dari semua perlakuan yang ada terhadap pertumbuhan karang *Acropora aspera*.

5.2. Saran

Dari hasil laju pertumbuhan pada dosis 25% dimana laju pertumbuhannya hanya 67%, disarankan kedepannya lebih memperhatikan kedalaman penempatan, musim dan kepadatan plankton di perairan saat dilakukannya transplantasi karang, serta perlu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui kandungan kalsium yang lebih baik untuk pertumbuhan karang *Acropora aspera*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, D. Purnama, D., Negara, B.F.S.P., Kusuma, A.B. dan Tapilatu, Ricardo F. 2020. Tingkat Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora* sp. Ditransplantasikan pada Substrat Karang Mati Buatan di Perairan Pulau Baai, Bengkulu, Indonesia', *Jurnal Kehidupan Laut*, 4(1). 17–23. doi:10.13057/oceanlife/o040103.
- Atjo, A.A. Rahmi, N. dan Muhammad, R.A. 2023. Identifikasi Keanekaragaman Jenis dan Frekuensi Kemunculan Penyu pada Ekosistem Terumbu Karang di Teluk Majene. *Jurnal Akuatik lestari*, 6(2): 226-231. doi.org/10.31629/akuatiklestari.v6i.4883.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air*. SNI.06-2412-1991. Jakarta.
- Barnes, R. D., 1987. *Intervertebrata Zoology*. 5th ed. *Sounders College Publishing*. Phila Delphia.
- Burke L, Selig E, Holmes M. 2002. *Reefs at Risks in Southeast Asia*. World Resource Institute, Washington DC, USA.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Dana. 1846. *Acropora aspera*. Corals of the World. Diakses 23 Januari 2023, <http://www.coralsoftheworld.org/species_factsheets/species_factsheet_summary/acropora-aspera/>.
- Ditlev, H., 1980. *A Field Guide to the Building Corals of The Indo-Pasific*. Dr. W. Backnhuys Publication. Roterdams.
- Fitriani, D.P., Zainuri, M. dan Nugraha, W.A. 2020. Laju Pertumbuhan dan Pertumbuhan Mutlak Karang Lunak *Cladiella* sp. pada Substrat yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 29. doi.org/10.14710/jkt.v23i1.5383.
- Haruddin, A., Edi, P. dan Sri, B. 2011. Dampak Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Hasil Penangkapan Ikan oleh Nelayan Secara Tradisional di Pulau Siompo Kabupaten Buton Propinsi Sulawesi Tenggara. *Ekosains*, 3(3). 29-41.
- Houch, J.E. 1977. The Respons of Coral Growth rate and Sceletal Sterntium Content to.Light Intencity and Water Temperature. Proc. 3 d int. symp. Coral Reef edTailor, D. L. *School of Marine and Atmospheric Scince University of Miami*. 2. 425–431.

- Insafitri., Nisa, R.A., Milda, P. dan Wahyu, A.N. 2022. Tingkat Keberhasilan Hidup Transplantasi Karang *Porites sp.* pada Substrat Rubble Skala Laboratorium. *Jurnal Kelautan*, 14(3). 291-296.
- Ismail, M.S. 2021. *Terumbu Karang Khazanah Tersembunyi Di Selat Malaka*. 1st edn. Edited by M.S. Ismail. Pulau Pinang: Institut Penyelidikan Perikanan FRI Batu Maung.
- Johan O, Dedi S, dan Suharsono. 2008. Tingkat Keberhasilan Transplantasi Karang Batu (stony coral) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Riset Akuakultur* 3(2). 289-300.
- Johan, O., Hadie, W., Saputra, A., Hariyadi, J. dan Listyanto, N. 2007. Budi Daya Karang Hias Mendukung Perdagangan Karang Hias yang Berkesinambungan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(3), 415. doi.org/10.15578/jra.2.3.2007.415-424.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2022. *Karang Hias*. Balai Pengelolaan SD Pesisir dan Laut Makassar.
- Levinton, J.S. 1982. *Marine Ecology*. Practice Hall Inc. Engloweed Cliffs, New Jersey. 526.
- Manuputty, A.E.N. 1986. *Marine Biology, Environment, Diversity and Ecology*. Benjamin/Cumings Publishing Co.
- McKinney, L. 2021. Karang Frogspawn, *Euphyllia divisa*, Informasi Karang LPS dan Gambar Karang - Hewan Peliharaan - 2021, CNN.UA. Diakses 24 September 2023, <<https://id.cnn.cv.ua/Frogspawn-Coral-924>>.
- Mompala, K., Rondonuwu, A.B. dan Rembet, U.N.W.J. 2017. Laju Pertumbuhan Karang Batu *Acropora sp.* yang Ditransplantasikan pada Terumbu Buatan di Perairan Kareko Kecamatan Lambeh Utara Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(2). 234-42.
- Noviana, L., Hadi, S.A., Luky, A. dan Kholil Studi Ekosistem Terumbu Karang di Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 9(2): 352-365. doi.org/10.29244/jpsl.9.2.352-365.
- Muhlis. 2011. Ekosistem Terumbu Karang dan Kondisi Oseanografi Perairan Kawasan Wisata Bahari Lombok. *Berk. Penel. Hayati*, 16, 111–118.
- Ningsih, S. dan Saka, B.G.M. (2021) Analisis Karakteristik Arus di Perairan Teluk. *Jurnal Geoecebes*, 5(2). 182–188. doi:10.20956/geoecebes.v5i2.8914.

- Nugraha, D. 2019. Pengaruh Faktor Hidro-Oseanografi Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*) Hasil Transplantasi Terumbu Karang jenis *Acropora* sp. di Perairan Paiton, Probolinggo. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis* (Terjemahan dari M. Eidman., Koesoebiono, D.G. Bengen., M. Hutomo dan S. Suharjo). P.T. Gramedia Jakarta. 459.
- Palaciosan. 2019. *Aquarium Calcium/Hardness 101 Spotlight for Fresh & Saltwater*. Tank Facts. Diakses 27 September 2023, <https://www.tankfacts.com/article/aquarium-calciumhardness-101-spotlight-for-fresh-saltwater_130>
- Patty, S.I. dan Akbar, N. 2018. Kondisi Suhu, Salinitas, pH dan Oksigen Terlarut di Perairan Terumbu Karang Ternate, Tidore dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 1(2). 1–10.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 *tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. [JDIH BPK RI] LN.2021/No.32, TLN No.6634, jdih.setkab.go.id: 374.
- Prayoga, B., Munasik dan Irwani. 2019. Perbedaan Metode Transplantasi Terhadap Laju Pertumbuhan *Acropora aspera* pada Artificial Patch Reef di Pulau Panjang, Jepara. *Journal of Marine Research*, 8(1). 1–10.
- Rani, C., Tahir, A., Jompa. J., Faisal, A., Yusuf, S., Werorilangi, S. dan Arniati. 2017. Keberhasilan Rehabilitas Terumbu Karang Akibat Peristiwa Bleaching Tahun 2016 dengan Teknik Transplantasi. *Spermonde*, 3(1). 13-19
- Riadi, S., Wahyudin, Y. dan Arkham, M.N. 2018. Review Literature: Policy of Backing for Trading Ornament Corals and. *Coastal and Ocean Journal*, 4(2), 83–90.
- Risnawati, K.M. dan Haslianti. (2018). Studi Kualitas Air Kaitannya dengan Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Pada Rakit Jaring Apung Di Perairan Pantai Lakeba Kota Bau-Bau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(2), 155–164.
- Rudi, E. 2006. Rekrutmen Karang (*Scleraktinian*) di Ekosistem Terumbu Karang Kepulauan Seribu DKI, Jakarta. *Disertasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sean, B. 2022. *Can Calcium Be Too High In A Reef Tank?*. Reef Keeping World. Diakses 27 September 2023, <<https://reefkeepingworld.com/can-calcium-be-too-high-in-a-reef-tank/>>

- Setiawan, F., Azhar, M.S.A., Tarigan., Muhidinc., Hotmariyahb., Abdus Sabillb. dan Jessica, P. 2017. Pemutihan Karang Akibat Pemanasan Global Tahun 2016 Terhadap Ekosistem Terumbu Karang : Studi Kasus di TWP GILI MATRA (Gili Air , Gili Meno Dan Gili Trawangan) Provinsi NTB Abstrak Pemutihan Karang Merupakan Respon yang Biasa Terjadi Terhadap Karang scl. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 1(2), 39–54. doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.02.1.
- Shodiqin, M.A. 2016. Studi Total Suspended Solid dan Tranparansi Perairan Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 Sebagai Faktor (Studi Kasus: Perairan PLTU Paiton, Kabupaten Probolinggo) Transparency Of Sea Waters Using Worldview-2 Satellite Imagery as a Coral Reef S Gro. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Subhan, B., Madduppa, H., Arafat, D. dan Soedharma, D. 2015. Bisakah Transplantasi Karang Perbaiki Ekosistem Terumbu Karang?. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 1(3). 159. doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i3.10292.
- Subhan, M.A. 2020. *Laju Pertumbuhan Terumbu Karang Acropora Loripes Menggunakan Metode Transssplantasi Modul Rangka Spider di Perairan Desa Les*. Jakarta.
- Suharsono. 2008. *Jenis-Jenis Karang Indonesia*. 1st edn. Edited by D.Z. Anita, A. Budiyanto, and Suharsono. Jakarta: LIPI Press.
- Suparno, Munzir, A. dan Suryani, K. 2016. Transplantasi Karang Hias Untuk Mendukung Wisata Selam di Nagari Sungai Pinang, Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 60–65.
- Supriyadi. 2019. Pengaruh Faktor Oseanografi dan Suspensi Sedimen Terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas Karang Transplantasi (*Acropora* sp.) di Paiton Probolinggo. *Journal of Marine Resources and Coastal Management*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. doi.org/10.29080/mrcm.v1i1.749.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Ofset. Yogyakarta
- Thamrin. 2012. *Ekosistem Terumbu Karang Hubungan antara Karang dan Zooxanthellae*. Riau. UR Press Pekanbaru.
- Thamrin. 2017. *Karang: Biologi Reproduksi & Ekologi*. 1st edn, UR Press Pekanbaru. 1st edn. Edited by Thamrin. Riau: UR Press.
- Utami, M., Arthana, I.W. dan Made, N. 2021. Laju Pertumbuhan Karang Transplantasi *Acropora* sp. di Pantai Pandawa, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2), 205–211.

- Veron J.E.N., 1986. *Corals of Australia and The Indo-Pasific*. Angus and Robertson Publisers.
- Wibawa, I.G.N.A. dan Luthfi, O.M. 2017. Kualitas Air pada Ekosistem Terumbu Karang di Selat Sempu, Sendang Biru, Malang. *Jurnal Segara*, 13(1), 25–35. doi.org/10.15578/segara.v13i1.6420.
- Woesik, R.V., Kelly, V.W., Liana, V.W. dan Sandra, V.W. 2013. Effects of Ocean Acidification on the Dissolution Rates of Reef-Coral Skeletons. *PeerJ* 1:e208. doi.org/10.7717/peerj.208
- Yunus, B.H., Diah, P.W. dan Agus, S. 2013. Transplantasi Karang *Acropora aspera* dengan Metode Tali di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(3):22–28.
- Yusuf, M., Handoyo, G., Muslim., Wulandari, S.Y. dan Setiyono, H. 2012. Karakteristik Pola Arus dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 1. 63–74.
- Zurba, N. 2019. *Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Bireuen. Unimal Press.