

Pertumbuhan dan Sintasan Karang Hasil Transplantasi di Lapangan Minyak Tiaka, Teluk Tolo, Sulawesi Tengah

Growth and survival rate of coral transplantation at Tiaka Oil Field, Tolo Bay, Central Sulawesi

Kasim Mansyur^{1*}, Achmad Rizal¹, Musayyadah Tis'in¹, Muh. Saleh Nurdin¹ dan Nuke Susanti²

¹Pusat Penelitian Kelautan & Pemberdayaan Masyarakat Pesisir (PPKPM) Universitas Tadulako

²Joint Operating Body Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi (JOB PMTS)

Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

*Corresponding author: pppkmp.untad@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberhasilan transplantasi karang di Lapangan Minyak Tiaka. Keberhasilan transplantasi dinilai dari perkembangan fragmen karang melalui sintasan dan pertumbuhan karang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2015 – April 2016, di perairan Lapangan Minyak Tiaka, Teluk Tolo, Provinsi Sulawesi Tengah. Jumlah fragmen karang yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1600 pieces. Prosedur kerja transplantasi karang dimulai dari pembuatan tatakan, pemilihan bibit karang, fragmentasi, dan perawatan. Karang yang digunakan pada penelitian ini yaitu karang jenis family Acroporidae, (1) *Acropora formosa*; (2) *A. nobilis*; (3) *A. grandis*; (4) *A. nasuta*. Media transplantasi ditata pada lokasi transplantasi dengan kedalaman 5-7 m di bawah permukaan laut saat surut terendah. Hasil penelitian ini menunjukkan pertumbuhan optimum anakan karang hasil transplantasi mencapai 33 cm, terutama jenis karang *Acropora formosa* dan *A. nobilis*. Sebesar 61,94% koloni telah mencapai ukuran 25-33 cm, 31,06% berukuran 20-25 cm, 6,43% berukuran 15-20 cm; dan 0,56% berukuran 10 cm. Kisaran nilai sintasan fragmen karang tergolong tinggi dengan nilai 97 – 99,44 %. Sintasan yang tinggi ditemukan pada monitoring terakhir sedangkan terendah pada monitoring kedua. Kondisi perairan sangat optimum untuk mendukung perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang.

Kata kunci: transplantasi karang, pertumbuhan, sintasan, lapangan minyak Tiaka

Pendahuluan

Terumbu karang memegang peranan penting bagi manusia sebagai sumber makanan (Hartati dan Rahman, 2016), habitat bagi biota laut yang bernilai ekonomis tinggi seperti rajungan dan kerapu (Ammar *et al.*, 2013; Nurdin *et al.*, 2015; Nurdin *et al.*, 2016; Achmad *et al.*, 2017; Harahap *et al.*, 2017; Indrabudi dan Alik, 2017), dimanfaatkan sebagai kawasan pariwisata (Edrus *et al.*, 2010; Rani *et al.*, 2017) khususnya wisata selam (Sujirachato *et al.*, 2013; Mira *et al.*, 2017), dan memiliki cadangan sumber plasma nutfah yang tinggi (Warsa dan Purnawati, 2017). Lebih lanjut dikemukakan oleh Burke *et al.*, (2012), bahwa nilai ekonomi terumbu karang di Indonesia diperkirakan mencapai \$ 2,014 miliar dengan rincian \$ 127 juta untuk kegiatan pariwisata, \$ 1,5 miliar penangkapan ikan di terumbu karang, dan \$ 387 juta untuk kegiatan perlindungan pantai.

Lapangan Minyak Tiaka, Blok Senoro-Toili sejak Tahun 2003 telah dikembangkan oleh Joint Operating Body Pertamina-Medco Tomori Sulawesi (JOB Tomori) yang hingga saat ini telah memasuki fase produksi. Lapangan Minyak Tiaka adalah Lapangan Minyak *Offshore* yang dioperasikan di atas pulau buatan (*Gosong Tiaka*). Eksistensi terumbu karang di Gosong Tiaka telah menyediakan sumberdaya perikanan yang dimanfaatkan oleh masyarakat, atau dengan kata lain bahwa eksistensi terumbu karang di Gosong Tiaka memiliki nilai

sosial ekonomi bagi nelayan. Penurunan kondisi ekosistem terumbu karang di Gosong Tiaka dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor alami dan faktor manusia. Faktor alami penyebab kerusakan terumbu karang disebabkan oleh predasi hewan pemakan karang (*Achantaster planci*). Penyebab lainnya adalah faktor manusia, dimana Gosong Tiaka merupakan *fishing ground* nelayan. Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan seperti penggunaan bom ikan (*fishing blasting*) dan linggis telah memberi dampak langsung dan signifikan bagi menurunnya kondisi ekosistem terumbu karang. Selain itu, beberapa aktivitas nelayan lainnya seperti pembuangan jangkar kapal/perahu secara serampangan di atas areal terumbu karang telah menjadi ancaman serius bagi menurunnya kondisi terumbu karang (Tis'in dan Mansyur, 2016).

Pengelolaan terumbu karang merupakan salah satu kewajiban pengelolaan lingkungan oleh JOB Tomori, sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 72 Tahun 2002, yaitu dalam melakukan Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL) sesuai dengan yang tercantum pada dokumen RKL, salah satunya melalui pengembangan transplantasi karang.

Transplantasi karang dapat meningkatkan rekrutmen karang sehingga mempercepat proses pemulihan ekosistem terumbu karang (Abrar *et al.*, 2011; Babu dan Sureshkumar, 2016). Teknik transplantasi juga mudah diadopsi oleh komunitas nelayan dan kelompok pemerhati wisata bahari dalam upaya pengelolaan ekosistem terumbu karang (Haris *et al.*, 2017). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan karang hasil transplantasi di perairan Lapangan Minyak Tiaka, yang dinilai dari perkembangan fragmen karang melalui sintasan dan pertumbuhannya.

Metode Penelitian

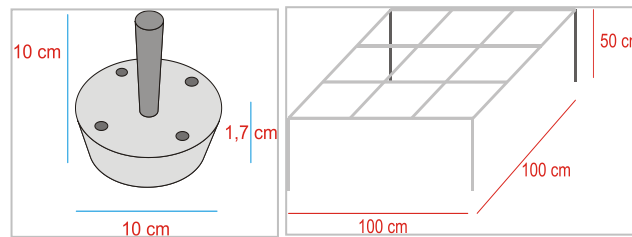
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2015 sampai April 2016. Lokasi penelitian terletak di perairan Lapangan Minyak Tiaka, Blok Senoro-Toili, Provinsi Sulawesi Tengah. Lapangan Tiaka merupakan lapangan minyak *offshore* yang dioperasikan di atas pulau buatan (Gosong Tiaka). Lokasi ini berada di perairan Teluk Tolo dengan jarak daratan terdekat sekitar 12 mil laut. Tepatnya lokasi penelitian berada pada koordinat 01° 50' 10.3" LS - 121°59' 06.2" BT.

Prosedur Kerja Transplantasi

Pembuatan media nursery

Media nursery transplantasi karang terdiri dari dua komponen utama, yaitu: meja/rak nursery dan tatakan fragmen karang. Substrat atau tatakan fragmen karang yang digunakan terbuat dari bahan beton berbentuk silinder dan diberi tonggak pada bagian tengahnya. Dimensi tatakan fragmen berdiameter 10 cm, tebal 2,5 cm, dan tinggi patok 10 cm. Media perawatan berupa meja atau rak terbuat dari baja berukuran 100 x 100 x 50 cm (Gambar 1).



Gambar 1. Dimensi Media Nursery

Penataan media nursery transplantasi karang untuk memastikan posisinya telah memenuhi syarat kesesuaian pertumbuhan dan perkembangan bibit/anakan karang yang akan ditransplantasi. Penataan media nursery juga dimaksudkan untuk memudahkan proses fragmentasi bibit karang dan proses pemeliharaan selanjutnya. Penataan media nursery dilakukan dengan memperhatikan jenis substrat dasar perairan, kontur dasar perairan dan kedalaman perairan. Untuk kemudahan fragmentasi bibit-bibit karang serta perawatannya ke depan, maka penataan media nursery juga memperhatikan jarak antar tiap unit dan pola susunan media nursery.

Media nursery disusun dan diatur sedemikian rupa membentuk pola persegi panjang yang mengikuti kontur dasar perairan dengan kedalaman antara 5 – 7 meter dari permukaan laut (dpl) saat air laut surut terendah. Masing-masing media nursery diberi jarak + 30 cm antara satu dengan lainnya. Secara umum, media nursery disusun 4 baris dalam setiap kolom. Tiap-tiap kolom diberi jarak selebar kurang lebih 100 cm (Gambar 2).



Gambar 2. Penataan Media Nursery

Bibit karang

Bibit karang yang digunakan adalah jenis karang dari family *Acroporidae* dengan bentuk pertumbuhan *branching* dan sebagian kecilnya lagi *tabulate*. Pemilihan jenis karang family *Acroporidae* (*Acropora formasa*; *A. nobilis*; *A. grandis* dan *A. nasuta*). Jenis karang ini memiliki pertumbuhan yang relatif cepat, yaitu ± 15 cm/tahun. Ekstraksi bibit karang ukuran 10 cm diperoleh dari koloni induk karang donor menggunakan alat pemotong. Ekstraksi bibit karang dibatasi dengan jumlah tidak lebih 5% dari ukuran koloni karang induk (donor). Jumlah bibit karang yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1600 pieces

Bibit karang diikat pada tatakan nursery menggunakan cable ties dan dipastikan terikat erat serta menyentuh dengan baik pada permukaan tatakan nursery (Gambar 3). Fragmentasi bibit karang dilakukan di bawah air pada bulan Juni 2015.



Gambar 3. Proses Fragmentasi Bibit Karang Pada Tatakan Nursery

Perawatan dan Penyulaman

Perawatan dimaksudkan untuk mengendalikan tumbuhnya organisme *biofouling* pada permukaan media nursery dan tatakan fragmen karang. Organisme *biofouling* menjadi salah satu penyebab utama kegagalan tumbuh karang pasca proses transplantasi/fragmentasi. Proses pembersihan media nursery (rak dan tatakan fragmen karang) dilakukan dengan menyikat permukaan media untuk melepas dan mengurangi tutupan *biofouling* yang tumbuh menempel (Gambar 4). Hal ini dapat mengurangi persaingan tempat hidup fragmen karang dengan organisme pesaing (*competitor*) yang selanjutnya akan meningkatkan *survival rate* fragmen/anakan karang.



Gambar 4. Proses Perawatan, Pengendalian Organisme *Biofouling*

Pengamatan Sintasan dan Pengukuran Pertumbuhan Fragmen Karang

Pengamatan sintasan karang hasil transplantasi dilakukan sebanyak empat kali, yaitu pada bulan September 2015, November 2015, Januari 2015 dan April 2016. Sedangkan evaluasi pertumbuhan karang hasil transplantasi dilakukan pada akhir penelitian (April 2016).

Prosedur pengamatan sintasan fragmen karang dilakukan dengan menghitung jumlah fragmen karang yang berhasil hidup/tumbuh pada media

nursery, serta mengukur pertambahan ukurannya. Selain itu juga lakukan perhitungan jumlah fragmen karang yang gagal tumbuh/mati pada setiap media transplantasi untuk menghitung nilai sintasan.

a. Kualitas Perairan

Pengukuran kualitas air dilakukan empat kali selama penelitian. Variabel-variabel yang diukur langsung (*in situ*) meliputi salinitas, suhu, kecepatan arus, dan kecerahan.

b. Analisis Data

Pertumbuhan fragmen karang menggunakan persamaan yang digunakan oleh Effendie (1979) yaitu:

$$\beta = Lt - L_0$$

dengan β = Pertumbuhan jenis karang yang ditransplantasikan; L_t = Rata-rata (tinggi, tunas atau diameter) setelah waktu ke t (cm); L_0 = Rata-rata (tinggi, tunas atau diameter) pada awal (cm).

Untuk mengetahui sintasan dari spesies yang ditransplantasi maka digunakan persamaan sebagai Effendie (1979) berikut:

$$SR = \left(\frac{N_t}{N_0} \right) \times 100\%$$

dengan SR = tingkat keberhasilan hidup (%); N_t = jumlah fragmen karang yang hidup pada akhir penelitian; N_0 = jumlah fragmen karang pada awal penelitian

Hasil dan Pembahasan

Perkembangan Media Nursery dan Anakan Karang

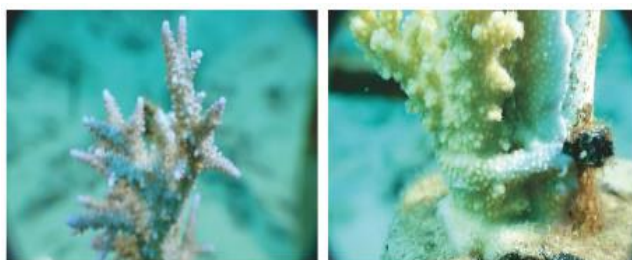
Pemantauan awal pasca fragmentasi bibit karang (September 2015), media nursery secara umum telah ditumbuhi oleh organisme biofouling (Hydrozoa; Ascidian, Makro Algae dan Sponge). Tumbuhnya organisme biofouling pada tatakan nursery menyebabkan persaingan tempat bagi anakan karang yang ditransplantasi (Gambar 5). Persaingan anakan karang dengan organisme kompetitor (organisme biofouling) lebih lanjut menjadi penyebab kematian beberapa fragmen/anakan karang (Gambar 5). Perawatan untuk mengurangi kompetisi dan meningkatkan peluang hidup anakan karang yang ditransplantasi dilakukan melalui proses pembersihan organisme biofouling dari media nursery.



Gambar 5. Organisme Biofouling yang Tumbuh pada Permukaan Tatakan Nursery

Perkembangan Anakan Karang

Pemantauan awal pasca fragmentasi bibit karang (September 2015), anakan karang hasil tranplantasi sebagian besar berhasil tumbuh dan berkembang dengan baik. Umumnya pertumbuhan fragment/anakan karang melalui penempelan pada media/tatakan fragmen dengan bentuk menjalar (*encrusting*). Pertumbuhan anakan karang dengan bentuk menjalar terutama terdapat pada tiang tatakan dan dasar tatakan fragment karang. Selain itu pada anakan karang telah menunjukkan pertumbuhan dengan adanya percabangan baru yang berkorelasi pada penambahan ukuran volume koloni karang (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa anakan karang telah mengalami proses pertumbuhan dan perkembangan yang baik.



Gambar 6. Perkembangan dan Pertumbuhan Anakan Karang

Beberapa fragment/anakan karang hasil transplantasi juga mengalami gagal tumbuh, yang ditunjukkan oleh perubahan warna karang menjadi putih terang serta pada beberapa anakan karang berwarna kehitaman yang disebabkan permukaannya telah ditumbuhi/diliputi oleh organisme *biofouling* (Gambar 7). Anakan karang yang mengalami gagal tumbuh lebih lanjut dilakukan penyulaman, yaitu pergantian fragmen karang dengan bibit karang baru dengan jenis yang sama.



Gambar 7. Anakan Karang yang Mengalami Gagal Tumbuh

Sintasan

Hasil pengamatan sintasan karang dalam kurun waktu 8 (delapan) bulan, atau 4 periode pemantauan seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan Fragmen Karang Hasil Transplantasi

No.	Kondisi	Jumlah Fragment Karang (Buah)			
		Sept 2015	Nov 2015	Jan 2016	April 2016
1	Berhasil Tumbuh baik	1579	1552	1583	1591
2	Gagal tumbuh / Mati	21	48	17	9
Evaluasi	Survival Rate (%)	98,68 %	97,00 %	98,94 %	99,44 %

Sintasan anakan karang hasil transplantasi pada monitoring keempat (April 2016) menunjukkan derajat kelangsungan hidup yang paling tinggi, yaitu 99,44% dan terendah pada monitoring kedua (November 2015), yaitu 97%. Mortalitas anakan karang pasca transplantasi secara umum disebabkan oleh adanya persaingan dengan organisme kompetitor (organisme *biofouling*).

Keberadaan organisme *biofouling* menjadi kompetitor bagi fragmen karang untuk mendapatkan tempat (Castro dan Huber, 2007). Persaingan untuk mendapatkan tempat antara organisme *biofouling* dengan karang sangat berpengaruh terhadap rekrutmen karang yang pada akhirnya akan berkonsekuensi pada terhalangnya pemulihan terumbu karang (Ruswahyuni dan Purnomo, 2009). Pembersihan organisme *biofouling* pada permukaan media nursery yang secara rutin dilaksanakan selama periode monitoring dan perawatan (2 bulan sekali), telah berhasil meminimalisir dampak negatif dan persaingan organisme *biofouling* dengan anakan karang hasil transplantasi. Hal inilah yang menjadi faktor kunci peningkatan sintasan pada monitoring akhir.

Hasil penelitian ini relatif sama dengan yang dilaporkan oleh Haris *et al.*, (2017) yang melakukan penelitian pada karang jenis *Acropora* sp diperoleh kisaran nilai 91,7-100 %. Demikian juga hasil yang didapatkan oleh Rani *et al.*, (2017) yang menggunakan jenis *Acropora robusta* yang secara keseluruhan mencapai 100%. Perbedaan nilai sintasan yang diperoleh diduga disebabkan oleh penutupan algae, sedimentasi, dan ukuran fragmen karang dengan cabang yang berbeda (Nurman *et al.*, 2017).

Pertumbuhan

Pertumbuhan optimum anakan karang hasil transplantasi mencapai diameter/tinggi koloni 29 cm, terutama jenis karang *Acropora formosa* dan *A. nobilis*. Evaluasi perkembangan anakan karang hasil transplantasi menunjukkan 991 pieces (61,94%) telah mencapai ukuran diameter/tinggi koloni 25-29 cm; 497 pieces (31,06%) memiliki ukuran 20-25 cm, 103 pieces (6,43%) memiliki ukuran 15-20 cm; dan 9 pieces (0,56%) memiliki ukuran 10 cm (Tabel 2). Anakan karang dengan ukuran 10 cm (9 pieces) merupakan hasil penyulaman karang yang mengalami gagal tumbuh.

Hasil evaluasi akhir (April 2016), menunjukkan sebanyak 1.591 pieces karang hasil transplantasi telah berhasil berkembang dengan baik. Anakan karang pada awal proses transplantasi (Juni 2015) rata-rata memiliki ukuran tinggi 10 cm, sedangkan hasil evaluasi setelah 10 bulan pemeliharaan (April 2016) menunjukkan perkembangan yang signifikan dengan pertumbuhan optimum mencapai 33 cm (evaluasi pertumbuhan dari panjang bibit awal mencapai 23 cm).

Tabel 2. Perkembangan Akhir Fragmen Karang Hasil Transplantasi (April 2016)

Kriteria	Diameter/Tinggi (cm)	Perkembangan Karang	
		Jumlah (Pieces)	Persentase (%)
High (Optimum)	33 - 25	991	61,94
Moderate	25 - 20	497	31,06
Low (Minimum)	20 - 15	103	6,43
Hasil Sulam	10	9	0,56
Jumlah		1.600	100%

Menurut Haris *et al.*, (2017) cepatnya pertambahan panjang cabang dari karang jenis *Acropora* disebabkan karena famili ini memang dikenal sebagai famili yang memiliki pertumbuhan yang cepat (dapat mencapai 12 cm/bulan). Hal ini disebabkan karena struktur rangka kapurnya lebih berpori dibanding jenis karang cabang lain seperti *Porites* dan *Pocillopora* yang memiliki struktur rangka yang lebih masif atau padat. Proses pertumbuhan karang terjadi seiring dengan terjadinya pembelahan polip yang menghasilkan polip-polip baru. Polip-polip tersebut kemudian membentuk kerangka kapur yang menjadikan koloni karang (Ali dan Bakri, 2017).

Pada penelitian ini juga terjadi rekrutmen karang baru berupa hard coral yaitu *Pocillopora verrucosa* dan soft coral yaitu *Nepthea*, *Didemnum molle*, *Lissoclinum patella*, dan *Didemnum* sp. Terjadinya rekrutmen karang menjadi indikator kemampuan terumbu karang untuk menjaga kemampuan pemulihan dan mempertahankan diri dari degradasi ekosistem (Prasetia, 2012).

Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air menunjukkan kondisi perairan sangat optimum untuk mendukung perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang (Tabel 3).

Tabel 3. Kualitas Air Selama Penelitian

No	Parameter	Hasil Pengukuran			
		Sept 2015	Nov 2015	Jan 2016	April 2016
1	Salinitas (‰)	32,4	33,3	32,7	33,1
2	Suhu (°C)	28,5	29,1	29,3	28,9
3	Kecepatan Arus Maks (cm/dt)	30	40	60	50
4	Kecerahan (%)	100	100	100	100

Parameter salinitas perairan tidak mengalami perubahan signifikan, yaitu 32,4-33,3 ‰, suhu berkisar antara 28,5 – 29,3 °C, kecepatan arus berkisar 30-60 cm/dtk dan kecerahan 100% (Tabel 3). Parameter kualitas air di Lapangan Minyak Tiaka tidak mengalami banyak perubahan, baik dari awal dilakukan penelitian hingga monitoring terakhir. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan pengambilan data, cuaca tidak mengalami perubahan yang sangat signifikan.

Faktor lingkungan seperti suhu dan kecepatan arus diduga mempengaruhi tingkat pertumbuhan, bentuk pertumbuhan, dan kemampuan reproduksi karang yang akhirnya memberikan pengaruh pada kelimpahan, komposisi dan keanekaragaman komunitas karang (Baker *et al.*, 2008). Kecerahan juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan karang. Kebutuhan akan cahaya tidak diragukan lagi untuk kepentingan fotosintesis *zooxanthellae*. Laju fotosintesis yang berkurang akan berpengaruh terhadap penurunan kemampuan karang untuk menghasilkan kalsium karbonat untuk membentuk terumbu karang (Insafitri dan Nugraha, 2006). Secara keseluruhan kualitas air pada penelitian ini sangat optimum untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan fragmen karang.

Kesimpulan

Pertumbuhan optimum anakan karang hasil transplantasi pada penelitian ini mencapai diameter/tinggi koloni 33 cm, terutama jenis karang *Acropora formosa* dan *A. nobilis*. Sebesar 61,94% koloni telah mencapai ukuran 25-29 cm, 31,06% berukuran 20-25 cm, 6,43% berukuran 15-20 cm; dan 0,56% berukuran 10 cm. Kisaran nilai sintasan anakan karang hasil transplantasi tergolong tinggi dengan nilai 97 – 99,44 %. Sintasan yang tinggi ditemukan pada monitoring terakhir sedangkan terendah pada monitoring kedua. Kondisi perairan sangat optimum untuk mendukung perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Joint Operating Body Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi (JOB Tomori) yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak yang telah berkontribusi selama pelaksanaan penelitian sehingga dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Abrar, M., Zamani, N. P., dan Nurjaya, I. W. 2011. Coral Recruitment, Survival, and Growth of Coral Species at Pari Island, Thousand Island, Jakarta: A Case Study of Coral Resilience. *Journal of Coral Reef*. 1(1): 7-14.
- Achmad, D. S., Nurdin. M. S., Ridwan., Selle. Y., dan Gobel. H. 2017. Analisis Volume Lalu Lintas Ikan Kerapu (Serranidae) Berdasarkan Pendekatan Sertifikasi Di Provinsi Gorontalo. *Akademika*. 6(2):84-90.
- Ali, A. M. T dan Bakri, M. 2017. Pertumbuhan Karang Jenis *Acropora Tenuis* yang Ditanam Pada Kedalaman Berbeda dengan Menggunakan Metode Transplantasi. *UNM Environmental Journals*. 1(1): 1 – 7.
- Ammar, M. S. A., El-Gammal, F., Nassar, M., Belal, A., Farag, W., El-Mesiry, Gamal., El-Haddad, K., Orabi, A., Abdelreheem, A., and Shaaban, A. 2013. Review: Current Trends In Coral Transplantation – An Approach To Preserve Biodiversity. *Biodiversitas*. 14(1): 43-53.
- Babu, I. K. K and Sureshkumar, S. 2016. Survival and Growth of Transplanted Coral Fragments in Lagoons of Lakshadweep with notes on Fish Aggregation. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture*. 2(5): 19-25.
- Baker, A. C., Glynn, P. W., Riegl. B. 2008. Climate Change And Coral Reef Bleaching: An Ecological Assessment Of Long-Term Impacts, Recovery Trends And Future Outlook. *Estuar Coast Shelf Sci*. 80: 435-471.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., Perry, A. 2012. *Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang*. World Resources Institute. 76 hal.
- Castro, P and Huber M. 2007. *Marine Biology* (Sixth Edition). Mcgraw-Hill.
- Edrus, I. N., Arief, S., dan Setyawan, I. E. 2010. Kondisi Kesehatan Terumbu Karang Teluk Saleh, Sumbawa: Tinjauan Aspek Substrat Dasar Terumbu dan Keanekaragaman Ikan karang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 16(2): 147-161.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Harahap, S. A., Syamsuddin, M. L., dan Purba, N. P. 2017. Penanaman Terumbu Karang Dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Lingkungan Dengan Metode Transplantasi Rangka Kubah Di Pangandaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(2): 68 – 71.

- Haris, A., Rani, C., Tahir, A., Burhanuddin, A. I., Samawi, M. F., Tambaru, R., Werorilangi, S., Arniati., dan Faizal, A. 2017. Sintasan dan Pertumbuhan Transplantasi Karang Hias *Acropora* Sp di Desa Tonyaman, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar. *Spermonde*. 2(3): 1-8.
- Hartati, S. T., dan Rahman, A. 2016. Kesehatan Terumbu Karang dan Struktur Komunitas Ikan di Perairan Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Bawal*. 8(1): 37-48.
- Indrabudi, T dan Alik, R. 2017. Status Kondisi Terumbu Karang di Teluk Ambon. *Widyariset*. 3(1): 81-94.
- Insafitri dan Nugraha, W. A. 2006. Laju Pertumbuhan Karang *Porites lutea*. *Ilmu Kelautan*. 11 (1) : 50 – 53.
- Mira., Saptanto, S., dan Hikmah. 2017. Valuasi Nilai Ekonomi Terumbu Karang Di Banda Neira. *Jurnal Sosek Kelautan dan Perikanan*. 12(1): 11-20.
- Nurdin, M. S., Ali. S. A., dan Yanuarita. D. 2015. Mortalitas dan Laju Eksploitas Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Pulau Salemo Kabupaten Pangkajene Kepulauan. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. 2(4):316-321.
- Nurdin, M. S., Ali. S. A., dan Yanuarita. D. 2016. Sex Ratio and Size at First Maturity Of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) at Salemo Island, South Sulawesi. *Ilmu Kelautan*. 21(1):17-22.
- Nurman, F. H., Sadarun, B., dan Palupi, R. D. 2017. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora formosa* Hasil Transplantasi Di Perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*. 2(4): 119-125.
- Prasetya, I. N. D. 2012. Rekrutmen Karang di Kawasan Wisata Lovina. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 1(2): 61-72.
- Rani, C., Tahir, A., Jompa, J., Faisal, A., Yusuf, S., Werorilangi, S., dan Arniati. 2017. Keberhasilan Rehabilitasi Terumbu Karang Akibat Peristiwa Bleaching Tahun 2016 Dengan Teknik Transplantasi. *Spermonde*. 3(1): 13-19.
- Ruswahyuni dan Purnomo, P. W. 2009. Kondisi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu Dalam Kaitan Dengan Gradasi Kualitas Perairan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(1): 93-101.
- Sujirachato, P., Thamrongnawasawat, T., Thongtham, N., Jantrarotai P., and Worachananant S. 2013. Survival Rate of Coral Fragments Transplanted by Different Methods. *Journal of Coral Reef Studies* (Special Issue): 351-358.
- Tis'in, M dan Mansyur, K. 2016. Studi Pendahuluan Kondisi Terumbu Karang Yang Memiliki Jarak Lokasi Berbeda Dari “Flare Produksi” Lapangan Minyak Tiaka. *Jurnal Agrisains*. 17(2): 78 – 84.
- Warsa, A dan Purnawati, B. I. 2017. Kondisi Lingkungan Dan Terumbu Karang Di Daerah Perlindungan Laut Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Bawal*. 3(2): 115-121.