



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 19%

Date: Tuesday, April 24, 2018

Statistics: 4121 words Plagiarized / 22067 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

i KATA PENGANTAR Terumbu karang adalah salah satu ekosistem laut yang paling penting sebagai sumber makanan, habitat berbagai jenis biota komersial, menyokong industri pariwisata dan sebagai penghalang terjangan ombak dan erosi pantai. Namun demikian terumbu karang juga merupakan salah satu ekosistem yang terancam punah di dunia, hingga kini tekanan yang disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti pencemaran, penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan dianggap sebagai bahaya utama bagi terumbu karang.

Belum lagi masalah ini selesai kembali kehidupan karang terancam karena adanya pemanasan global yang mengakibatkan naiknya suhu permukaan laut sehingga menyebabkan pemutihan pada karang (Coral Bleaching) bahkan sampai menyebabkan kematian. Pemutihan karang terjadi diakibatkan karena naiknya suhu permukaan laut 1 – 2 o C dalam jangka waktu yang lama.

Buku ini disusun sebagai panduan bagi pengelola dalam menangani karang yang sudah memutih dan mengetahui seberapa besar bahaya yang mengancam akibat dari pemanasan global dan bagaimana proses karang itu mulai memutih. Semoga buku ini bermanfaat bagi masyarakat perikanan dan kelautan. ii Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis, bila ada kritik dan saran dari pembaca akan kami terima dengan senang hati.

Tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua, istri, dan anak -anak tercinta atas dukungannya, seterusnya terimakasih untuk semua pihak yang telah memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil agar terwujudnya buku ini. Semoga apa yang telah kami terima dari semua pihak, mudah -mudahan mendapat imbalan dari Allah Subhanahuwataala dan menjadi amal ba ik bagi kita semua, amin

yarobbal'alamini Penulis Dr. Zulfikar, S.Pi., M.Si	iii	DAFTAR ISI KATA PENGANTAR	
.....	i	DAFTAR ISI	.....
iii		DAFTAR GAMBAR	.....
	v	DAFTAR TABEL	.....
.....	viii	BAB 1. PENDAHULUAN	.....
.....	1	1.1. Latar belakang	..... 1
1.2. Fenomena pemutihan karang dunia	2	BAB 2. BIOEKOLOGI TERUMBU KARANG	..... 6
.....	6	2.1.	.....
Pengertian terumbu karang	6	2.2. Anatomi karang	.....
.....	7	2.3. Reproduksi karang	..... 9
2.4. Periode reproduksi	12	2.5. Perekrutan karang baru	.....
.....	12	2.6. Zooxanthella	.....
16	2.7.	Pemutihan karang	.....
.....	17	2.8. Faktor pembatas terumbu karang	.....
.....	21	2.8.1. Faktor fisika	.....
.....	21	2.8.2. Faktor kimia	.....
.....	26	BAB 3. METODE PENILAIAN KONDISI TERUMBU KARANG	.....
.....	31	3. 1. Analisis tutupan karang	.....
.....	31	3.2.	.....
Indeks kematian (mortality index)	33	3.3. Pengamatan rekrutmen karang	.....
.....	33	BAB 4. FENOMENA PEMUTIHAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU WEH, ACEH	.....
.....	36	iv	.....
.....	36	4.1. Pemutihan karang	.....
.....	36	4.2. Analisis tutupan karang sebelum dan sesudah fenomena pemutihan karang di perairan Pulau Weh, Aceh	.....
.....	37	4.2.1. Lokasi kajian	.....
.....	37	4.2.2. Observasi terumbu karang sebelum dan sesudah fenomena pemutihan	.....
.....	42	4.2.3. Kondisi tutupan karang sebelum dan sesudah fenomena pemutihan karang di perairan Pulau Weh, Aceh	.....
.....	45	4.2.4. Jumlah koloni karang	.....
.....	49	BAB 5.	.....
REKRUTMEN KOLONI KARANG SETELAH FENOMENA PEMUTIHAN KARANG DI PERAIRAN PULAU WEH, ACEH	51	5.1.	.....
Pendahuluan	51	5.2. Hasil	.....
.....	55	5.2.1. Analisis tutupan karang juvenil	.....
.....	55	5.2.3 Jumlah karang juvenil dan tutupannya	.....
.....	58	5.2.4.	.....
Analisis pertumbuhan karang juvenil	68	5.2.5 Analisis statistik	.....
.....	76	5.3. Pembahasan	.....
.....	77	5.3.1.	.....

Tutupan dan rekrutmen koloni karang 77 5.3.2. Kelangsungan hidup karang juvenil 82 5.3.3. Pertumbuhan karang juvenil 83 BAB 6. KESIMPULAN 87 DAFTAR PUSTAKA

91 INDEKS 109 v DAFTAR GAMBAR Gambar 1. Struktur polip dan kerangka kapur (Veron, 2000) ... 8 Gambar 2. Siklus hidup karang dengan pembuahan di luar polip (spawner) (Wallace, 1999) 10 Gambar 3. Siklus hidup karang dengan pembuahan di dalam polip (brooder) (Wallace, 1999) 10 Gambar 4.

Grafik hubungan antara anomali suhu dengan lamanya waktu pemanasan (Marshall dan Schuttenberg, 2006) 20 Gambar 5. Contoh analisis tutupan karang 31 Gambar 6. Lokasi kajian di Pulau Weh, Aceh 38 Gambar 7. Peristiwa alam yang terjadi selama penelitian dilakukan (April 2010 - April 2013) di Pulau Weh, Aceh 40 Gambar 8.

Stasiun kajian berdasarkan topografi pantai di Pulau Weh Aceh, LWD (Lhokweng dalam), LWS (Lhokweng dangkal), GPD (Gapang dalam), GPS (Gapang dangkal), BDD (Batu Dua dalam), BDS (Batu Dua dangkal) 42 Gambar 9. Contoh konkrit semen dan susunan plot serta urutan pengambilan foto yang dimulai dari nomor 1 hingga nomor 25

44 Gambar 10. Contoh metode pengambilan gambar dengan menggunakan kuadrat yang buat dari PVC berukuran 1x1m .. 44 Gambar 11. Tutupan karang berdasarkan kategori, sebelum dan selepas fenomena pemutihan karang di Pulau Weh, Aceh. (LWD: Lhokweng dalam; LWS: Lhokweng dangkal; GPD: Gapang dalam; GPS: Gapang dangkal; BDD: Batu Dua dalam; BDS: Batu Dua dangkal).....

47 Gambar 12. Jumlah koloni karang di setiap stasiun sebelum dan setelah fenomena pemutihan karang di Pulau Weh, Aceh. (LWD: Lhokweng dalam; LWS: Lhokweng dangkal; GPD: Gapang dalam; GPS: Gapang dangkal; BDD: Batu Dua dalam; BDS: Batu Dua dangkal)..... 50 vi Gambar 13. Tutupan karang juvenil di terumbu dangkal dan terumbu dalam pada setiap bulan sampling di Lhokweng, perairan Pulau Weh, Aceh

56 Gambar 14. Kepadatan koloni karang juvenil di terumbu dangkal dan terumbu dalam pada setiap bulan sampling di Lhokweng, Perairan Pulau Weh, Aceh

58 Gambar 15. Jumlah koloni rekrutmen dan pertumbuhan karang juvenil *Porites* sp. di terumbu karang yang dalam dan terumbu dangkal di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh,

Indonesia .. 60 Gambar 16.

Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenil Porites sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 61

Gambar 17. Jumlah rekrutmen koloni dan pertumbuhan juvenil Acropora sp. pada terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia

..... 62 Gambar 18. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenile Acropora sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia

63 Gambar 19. Perubahan pertumbuhan terumbu karang pada setiap rentang sampling mulai April 2010 sampai April 2013 . 66 Gambar 20. Jumlah koloni yang merekrut dan

pertumbuhan karang juvenil Pocillopora sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 66 Gambar 21. Persentase tingkat

kelangsungan hidup karang juvenil c sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia

67 Gambar 22. Rekrutmen dan pertumbuhan cabang juvenil Acropora sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 70 Gambar 23.

Rekrutmen dan jumlah pertumbuhan cabang juvenil Acropora sp. di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia.

(a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 71 Gambar 24. Rekrutmen dan pertumbuhan cabang juvenil

Pocillopora sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, vii Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013

..... 72 Gambar 25.

Rekrutmen dan jumlah pertumbuhan cabang juvenil Pocillopora sp. di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d)

September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 ... 73 Gambar 26. Ukuran rekrutmen

dan pertumbuhan juvenil Porites sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia.

(a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 74 Gambar 27. Ukuran rekrutmen dan pertumbuhan juvenil Porites

sp. di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 75 Gambar

28.

Hubungan antara kepadatan karang juvenil dengan intensitas cahaya. (a) terumbu dangkal dan (b) terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 76 Gambar 29. Hubungan antara kepadatan karang juvenil dengan suhu perairan. (a) terumbu dangkal dan (b) terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 77

viii DAFTAR TABEL Tabel 1. Periode reproduksi spesies terpilih pada lokasi yang berbeda

13 Tabel 2. Hubungan antara anomali suhu air dan tingkat pemutihan karang 20 Tabel 3. Kategori komponen utama dalam kuadrat foto (modifikasi Veron, 2000) 32 Tabel 4. Contoh penamaan rekrutmen ID 34 Tabel 5. Letak dan dekripsi lokasi kajian 41 Tabel 6.

Persentase tutupan karang berdasarkan kategori pada bulan April dan Oktober 2010 di Pulau Weh, Aceh 48

1 BAB 1. PENDAHULUAN 1.1. Latar belakang Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang penting bagi berbagai organisme laut. Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat dinamis, akan tetapi sangat peka sekali terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Kondisi dinamis terumbu karang ditandai dengan perubahan yang terjadi pada komunitas serta adanya kaitan yang kuat antara biota karang dan biota penghuni terumbu lainnya serta kondisi abiotik lingkungan. Perubahan kondisi lingkungan sebagai akibat dari berbagai aktifitas manusia maupun oleh kejadian - kejadian lingkungan telah memberikan dampak kerusakan bagi terumbu karang dalam skala luas.

Tentu efek terumbu karang terhadap perubahan dan tekanan lingkungan adalah berusaha untuk bertahan (resistensi) dan menunjukkan pemulihan sampai terbentuk komunitas yang stabil (resilience) kembali setelah mengalami kerusakan (Obura dan Grimsditch, 2009). Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan salah satu fenomena yang menjadi perhatian dunia.

Iklim yang sulit di ramalkan dan perubahan suhu laut merupakan satu tanda telah terjadi fenomena perubahan iklim. Penyesuaian terhadap perubahan iklim telah menyebabkan lebih dari 30% tanaman dan hewan mengalami peningkatan risiko punah, perubahan penyebaran, kekurangan, perubahan waktu reproduksi ketika terjadi peningkatan suhu diatas 1,5 - 2,5 ° C (IPPC, 2007).

Pemutihan karang merupakan salah satu fenomena yang ditemukan pada ekosistem terumbu karang sebagai dampak dari perubahan iklim dan pemanasan global. 1.2.

Fenomena pemutihan karang dunia Pemutihan karang (coral bleaching) didefinisikan sebagai hilangnya warna karang yang disebabkan oleh berkurangnya populasi Symbiodinium dinoflagellata (zooxanthellae simbiosis) dalam tubuh hewan karang (jaringan endoderm) (Douglas, 2003; Brown dan Ogden, 1993).

Kepadatan alga zooxanthellae menurun hingga 70 - 90% (Fitt et al., 2000). Pemutihan karang terjadi sebagai akibat dari berbagai tekanan alami dan pengaruh dari aktivitas manusia yang mengakibatkan degenerasi atau hilangnya zooxanthellae dari jaringan karang (Brown et al. dalam Westmacott et al., 2000).

Penyebab pemutihan terumbu karang antara lain adalah karena tingginya suhu air laut yang tidak normal, tingginya peningkatan sinar ultraviolet, kurangnya cahaya, peningkatan kekeruhan dan sedimentasi air, penyakit, kadar garam yang tidak normal dan polusi. Pemutihan karang secara besar-besaran terakhir ini berhubungan dengan peningkatan suhu permukaan laut. Terumbu karang membutuhkan suhu stabil untuk pertumbuhannya.

Kenaikan suhu yang sedikit saja akan 3 menyebabkan tekanan pada karang. Bila tekanan pada karang bersifat sementara maka karang masih bisa bertahan hidup, sedangkan jika tekanan tersebut terjadi lama, maka kehidupan karang dan alga yang bersimbiosis dengannya akan terganggu sehingga mencapai tingkat pemutihan dan kematian (Thamrin et al., 2004).

Peningkatan suhu akibat dari pemanasan global merupakan salah satu penyebab pemutihan karang. Fenomena pemutihan karang secara massal telah dilaporkan terjadi di Indonesia, Karibia, Maladewa, India, Sri Lanka, Burma, Thailand, Singapura, Malaysia dan di berbagai bagian Afrika Timur.

Ini menunjukkan bahwa besaran dan skala terjadinya pemutihan karang pada tahun 2010/2011 merupakan yang paling parah dari pada tahun 1997/1998 dimana 16% dari terumbu karang dunia mati. Di Indonesia, tingginya suhu permukaan laut di Laut Andaman selama bulan Mei (2010) telah mengakibatkan pemutihan karang massal di seluruh wilayah tersebut (Guest et al., 2012). NOAA (2011) menyatakan suhu permukaan laut mencapai puncaknya pada 27 Mei 2010, yaitu 34 ° C, atau 4 ° C lebih tinggi dari rata-rata biasanya.

Karang telah berevolusi untuk beradaptasi selama jutaan tahun untuk mengatasi gangguan yang berulang, kerusakan atau kehancuran, kemudian diikuti dengan pemulihan kembali yang merupakan faktor alami bagi karang. Terumbu karang Indonesia telah mengalami pemutihan yang parah pada tahun 1998 (Guest et al., 2012)

dan tsunami Sumatera - Andaman pada 26 Desember 2004 (Campbell et al., 2007).

Selama periode 4 antara tahun 2010 sampai 2011, terumbu karang di Sumatera, Indonesia telah mengalami pemutihan pada bulan Mei 2010 (Guest et al., 2012). Pemulihan karang adalah kemampuan karang untuk dapat tumbuh kembali setelah mengalami fase pemutihan yaitu dengan kembali masuknya Zooxanthellae kedalam polip karang atau banyaknya jumlah karang yang merekrut di daerah yang mengalami pemutihan.

Kembalinya warna karang dari putih menjadi kecoklatan menjadi ukuran bahwa karang tersebut sudah kembali normal. Keberhasilan reproduksi merupakan langkah awal dalam pemulihan terumbu karang (Mondal et al., 2011). Pemulihan terumbu karang dapat dilihat dari peningkatan tutupan koloni biota karang hidup pembentuk terumbu (reef building corals) sebagai komponen utama pembentuk terumbu. Di laut pemulihan terumbu karang ditandai dengan tumbuhnya koloni karang juvenil (juvenil) dengan ukuran relatif kecil (Babcock dan Mundy, 1998).

Adanya koloni karang juvenil ini memberikan tanda terjadi penambahan koloni baru (pengrekrutan) ke dalam populasi dan berhubungan langsung dalam pembentukan dan perkembangan komunitas karang berikutnya. Akan tetapi pada banyak laporan dan hasil penelitian, tingkat pengrekrutan yang tinggi tidak selalu diikuti dengan peningkatan tutupan karang hidup sebagai ukuran pemulihan.

Hasil penelitian oleh Abrar (2005) pada pemulihan terumbu karang setelah tiga tahun kejadian pemutihan karang di Pulau Sipora, Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat, menunjukkan rata-rata kepadatan pengrekrutan karang 19.25 koloni/m² dengan tutupan koloni karang hidup mencapai 7.85 - 22.89%, namun hasil monitoring CRITC coremap - LIPI pada lokasi yang sama, menunjukkan kecenderungan penurunan tutupan karang hidup hingga 7.72% pada tahun 2004-2007 (Sukarno, 2008).

Keberhasilan perekrutan karang memainkan peran penting dalam pemulihan komunitas karang akibat dari gangguan alam yang parah (Edmunds, 2007; Crabbe, 2010). Fungsi ekologi dan respon karang dapat dikaji dengan memantau tingkat awal kehidupan, seperti penempatan dan perekrutan, disamping mempelajari perubahan dalam kelimpahan karang dewasa (Babcock et al., 2003).

Pengetahuan dan pemahaman tentang peristiwa biologis dan lingkungan yang mempengaruhi tingkat awal kehidupan karang sangat penting dalam mengelola terumbu karang (Irizarry-Soto dan Weil, 2009; Crabbe, 2010; Arnold, 2011; Crabbe, 2011). Selain itu, perubahan dalam pola pengendapan larva dan perekrutan dapat

membantu dalam penyediaan data ketahanan karang setelah gangguan, memberikan peringatan dini potensi kerusakan pada terumbu karang dan juga meningkatkan kesehatan karang dengan memprediksi masalah kesehatan terumbu karang di masa depan (Babcock et al.,

2003; Crabbe, 2011). 6 BAB 2. BIOEKOLOGI TERUMBU KARANG 2.1. Pengertian terumbu karang Terumbu karang adalah struktur dasar laut berupa deposit kalsium karbonat di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang termasuk dalam Filum Coelenterata atau Cnidaria, order Scleractinia dan sub kelas Octocorallia (Anthozoa) atau kelas Hydrozoa (Nybakken, 1993; Veron, 2000).

Odum (1993) mendefinisikan terumbu karang sebagai bagian ekosistem yang dibangun oleh berbagai kehidupan hewan maupun tumbuhan yang terus mengikat ion (Ca^{2+}) dan karbonat (CO_3^{2-}) dari air laut yang menghasilkan rangka kapur, kemudian gabungan dari kerangka kapur ini membentuk terumbu. Terumbu adalah endapan kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang, alga berkapur, dan organisme lain yang mensekresikan kalsium karbonat (Nybakken, 1993).

Karang dibedakan antara hewan karang sebagai individu organisme dan terumbu karang sebagai suatu ekosistem. Ada dua jenis karang, yaitu hewan karang yang membangun struktur kapur (hermatypic Corals) sedangkan yang kedua adalah jenis hewan karang yang tidak dapat membangun struktur kapur (ahermatypic corals). Kemampuan karang hermatipik membentuk struktur kapur merupakan bagian dari daur hidup hewan ini.

Dalam hidupnya, hewan ini bersimbiosis dengan sejenis ganggang yang dikenal dengan zooxanthellae yang hidup di jaringan-jaringan polip hewan karang tersebut, dan menjalankan proses fotosintesis. Hasil sampingan dari fotosintesis tersebut adalah endapan kapur, kalsium karbonat, yang memiliki struktur dan bentuk khusus. Fitur ini akhirnya digunakan untuk menentukan spesies karang.

Zooxanthellae yang hidup dalam koloni karang selain menghasilkan karbon, juga menghasilkan kapur (kalsium karbonat) melalui proses kalsifikasi, untuk membentuk bangunan karang, sehingga karang jenis ini disebut sebagai reef building Corals, atau jenis karang yang membuat bangunan karang dari kapur. Ekosistem terumbu karang adalah unik dan khusus karena umumnya hanya terdapat di perairan tropis dan sensitif terhadap perubahan lingkungan perairan, terutama suhu, salinitas, sedimentasi dan eutrofikasi serta membutuhkan kualitas perairan yang sesuai (Wallace, 1985; Veron, 1993).

Seperti hewan laut yang lain, karang akan mempertahankan tingkat kemandirian untuk melanjutkan keturunannya. Untuk mempertahankan keturunannya, karang akan melakukan reproduksi dengan cara seksual dan aseksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara pembelahan (fragmentation), sedangkan reproduksi seksual dilakukan dengan pembentukan gamet melalui proses gametogenesis.

2.2. Anatomi karang Karang terdiri dari bagian lunak dan bagian keras yang membentuk kerangka kapur. Tubuhnya menyerupai umang umang (sea anemon) yang dikenal dengan polip dan umumnya 8 membentuk tabung silinder dengan ukuran diameter yang berbeda mulai dari satu milimeter sampai beberapa sentimeter. Mulut selinder pada bagian atas dikelilingi oleh banyak tentakel yang dapat menjulur keluar.

Secara internal saluran pencernaan karang terdiri dari mulut, stomodium, atau pharink yang pendek yang bersambung sampai ke rongga gastr ovaskuler. Rongga tersebut terbagi secara longitudinal oleh sebagian radial yang disebut mesenterica yang menyimpan gonad yang juga berperan penting dalam aktivitas pencernaan. Sisa makanan kemudian dikeluarkan melalui mulut yang juga berfungsi sebagai anus (Veron, 1986).

Gambar 1 menunjukkan struktur rangka keras dari individu karang atau polip. Gambar 1. Struktur polip dan kerangka kapur (Veron, 2000) 9 2.3. Reproduksi karang Untuk menjaga keseimbangan populasi karang, karang yang mati harus diganti oleh individu baru dengan jumlah yang seimbang, baik dari hasil reproduksi seksual maupun aseksual. Perekrutan adalah suatu proses di mana individu baru menjadi bagian dari komunitas terumbu karang (Richmond, 1987a).

Karang dapat bereproduksi dengan dua cara yaitu secara vegetatif dan secara generatif (Nybakken, 1993). Pembikinan secara generatif dimulai ketika spermatogonium dan oogonium berkembang menjadi gamet, dan proses ini disebut sebagai gametosis. Selanjutnya gamet yang telah matang akan dilepaskan di dalam air.

Selanjutnya terjadi pembuahan internal atau eksternal yaitu zigot berkembang menjadi blastula, kemudian berubah menjadi gastrula dan menjadi larva Planula. Planula yang diliputi oleh silium ini akan berenang bebas sebelum melekat dan menetap setelah menemukan tempat yang sesuai dengan posisi, bagian mulut menghadap ke sebelah atas, sedangkan bagian pangkalnya mengeluarkan zat untuk memperkuat pemendapannya (Gambar 2 dan Gambar 3).

Pada karang hermafrodit atau gonokoris, peristiwa pembuahan terjadi melalui pembuahan eksternal, sedangkan inkubasi berlangsung melalui pembuahan internal, di

mana keduanya akan menghasilkan Planula yang bersifat teleplanik atau filopatrik. Umumnya sebagian besar karang hermatifik bersifat hermafrodit yang dapat melepaskan dan mengeram gamet. 10 Gambar 2.

Siklus hidup karang dengan pembuahan di luar polip (spawner) (Wallace, 1999) Gambar 3. Siklus hidup karang dengan pembuahan di dalam polip (brooder) (Wallace, 1999) 11 Perkembangan gonad dan pelepasan gamet pada karang hermafrodit terjadi terus menerus atau berurutan, sehingga membentuk keragaman potensi pembuahan.

Pen eluran (berkorelasi dengan fekunditas yang tinggi, sedangkan inkubasi nilai fekunditas pegeraman adalah lebih rendah (Veron, 2000). Menurut Harison (2011), dari 444 jenis karang Scleractian, hanya 400 jenis karang yang diketahui cara pembiakannya yaitu hermafrodit. Reproduksi secara vegetatif umumnya dilakukan dengan pembentukan tunas yang akan menjadi individu baru dan pembentukan tunas yang berkelanjutan merupakan mekanisme untuk menambah ukuran koloni.

Koloni yang terbentuk secara pertunasan intratentakuler memiliki kemampuan beradaptasi yang lebih baik pada kondisi yang berbeda **dibandingkan koloni yang terbentuk secara** ekstratentakuler (Suharsono, 1999). Selain pertunasan, reproduksi aseksual juga **dapat dilakukan dengan cara** fragmentasi yaitu ketika kerusakan sebagian koloni karang akibat faktor fisik, sebagai contoh yaitu tercerainya ranting atau cabang karang dari koloni akibat pukulan gelombang. Setiap jenis karang memiliki usia kematangan seksual yang berbeda-beda.

Spesies **Favia doreyensis** matang secara seksual pada saat koloni berumur 8 tahun **dengan diameter 10 cm**. Karang jenis Acropora, Pocillopora dan Stylophora mencapai kematangan seksual pada usia yang lebih juvenil (Barnes dan Hughes, 1999). 12 2.4. Periode reproduksi Kegiatan pelepasan gamet terjadi dalam ruang air di mana pembuahan dan perkembangan larva terjadi secara eksternal sedangkan pembuahan secara internal dilepaskan ke dalam air setelah inkubasi Planula (McGuire, 1998). **Jenis karang yang berbeda** akan melepaskan gamet **dalam jangka waktu yang** berbeda.

Meskipun ada karan g yang dapat mereproduksi sepanjang tahun, sementara sebagian besar karang bereproduksi pada waktu tertentu tergantung dari keadaan lingkungan. Keadaan tersebut berupa dampak suhu dan cahaya (Edmunds dan Bruno, 2008). Periode reproduksi genus dan jenis yang sama adalah berbeda **tergantung pada populasi dan lokasi** (Tabel 1). 2.5.

Perekrutan karang baru Perekrutan tergantung pada kemampuan larva untuk mengidentifikasi lokasi yang tepat untuk menempel dan bermetamorfosis. Keberhasilan

melekatnya larva karang pada substrat dipengaruhi oleh jenis substrat, gerakan air, salinitas, cahaya matahari bagi zooxanthellae dan sedimentasi yang rendah. Jenis substrat dapat mempengaruhi rekrutmen, pertumbuhan koloni dan derajat kemandirian karang juvenil .

Larva Planula cenderung memilih substrat yang keras dibandingkan substrat yang lembut seperti sedimen (Richmond, 1987b). 13 Tabel 1. Periode reproduksi spesies terpilih pada lokasi yang berbeda Jenis Cara pembiakan Periode Lokasi Referensi Acropora aspera Bertelur Agt – Okt Selatan Pulau Phuket, Thailand Chanmethakul et al.,

2001 Bertelur Apr Pulau Panjang, Jawa Tengah, Indonesia Munasik dan Widjadmoko, 2005 Acropora austere Bertelur Nov Selatan Pulau Phuket, Thailand Chanmethakul et al., 2001 Acropora sp. Bertelur Jul Palau **Richmond dan Hunter, 1990** Bertelur Mar - Apr and Okt – Nov Pulau Barr ow dan Dampier Archipelago, bagian barat Australia Rosser dan Gilmour, 2008 Bertelur Mar - Apr and Okt – Nov Scott Reef, bagian barat Australia Gilmour et al., 2009 Bertelur Okt – Nov Great Barrier Reef Babcock et al.,

1986 Pocillopora damicornis Mengeram Nov – Mar Pulau Rottneest, Bagian barat Australia Stoddart dan Black, 1985 Mengeram Sepanjang tahun Palau Atoda, 1947a, dalam Richmond & Hunter, 1990 Mengeram Sepanjang tahun Great Barrier Reef Marshall dan Stephenson, 1933, dalam Tanner, 1996 Mengeram Sepanjang tahun Selatan Taiwan Fan et al., 2002 Mengeram Sepanjang tahun Singapura Lee et al.,

2009 Porites lobata Bertelur Jul Palau Richmond dan Hunter (1990) Porites cylindrical Bertelur Jun Okinawa, Jepang Hirose dan Hikada (2006) Porites sp. Bertelur Nov Great Barrier Reef Babcock et al. (1986) Bertelur Nov – Des Dampier Archipelago, barat Australia Baird et al. (2011) 14 Karang juvenil yang planktonik akan termendap pada substrat yang sesuai kemudian tumbuh menjadi karang juvenil dengan ukuran yang kecil.

Penambahan karang juvenil ini dikenal sebagai perekrutan. Keberhasilan reproduksi karang dapat diukur dengan melihat jumlah karang juvenil yang merekrut dan mampu menghadapi berbagai tekanan dari lingkungan (Irizarry -Soto dan Weil, 2009; Richmond dan Hunter, 1990).

Perekrutan karang memainkan **peran yang sangat penting dalam** pemulihan komunitas karang setelah kerusakan yang parah akibat tekanan maupun bencana alam (Crabbe, 2012; Edmunds, 2000). Fungsi ekologi dan reaksi terumbu karang dilakukan dengan membuat pengamatan terumbu karang dari awal tahap kehidupan mulai dari sedimentasi dan perekrutan, bukan hanya mengukur perubahan kelimpahan karang

dewasa (Babcock, 1995). Larva karang dan karang juvenil diketahui sebagai tahap awal kehidupan karang.

Deposisi larva pada substrat dan ketahanan hidup adalah dua proses penting dalam perekrutan karang, sebelum karang juvenil dapat tumbuh dan berkembang menjadi karang dewasa dalam komunitas terumbu karang. Perekrutan karang memiliki pola yang berbeda baik dalam skala spasial dan temporal. Ini berarti bahwa tingkat perekrutan, cara perekrutan dan kelimpahan karang juvenil berbeda dari segi spasial dan temporal (Connell et al., 1997; Hughes et al.,

2003; Irizarry-Soto dan Weil, 2009). Richmond dan Hunter (1990) menyatakan bahwa proses perekrutan karang merupakan indikator yang penting untuk pertumbuhan kembali karang dan potensi pertumbuhannya. Vanmoorsel (1985) juga menyatakan bahwa proses perekrutan dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kepadatan 15 karang dewasa, baik dari masyarakat lokal maupun dari komunitas yang jaraknya jauh, kondisi substrat, kualitas air, siklus air laut, topografi pantai, pola arus, cahaya matahari, polusi dan sedimentasi, intensitas pemangsaan (Richmond dan Hunter, 1990) dan kompetisi ruang dengan mikro alga (McCook, 2001).

Selanjutnya, Edmunds (2000) menyatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi perekrutan karang termasuk interaksi biologi (persaingan dan pemangsaan), variasi lingkungan (perubahan sedimentasi, cahaya, suhu, kesuburan air), serta gangguan alam (angin topan, tsunami, pemutihan karang) dan antropogenik (kegiatan pembangunan, memancing, transportasi laut dan sebagainya).

Pengetahuan dan pemahaman tentang daur biologis dan lingkungan yang mempengaruhi tingkat awal kehidupan larva karang harus dipahami untuk pengelolaan terumbu karang (Crabbe, 2012; Irizarry-Soto dan Weil, 2009). Hasil pengamatan perekrutan ini dapat memberikan gambaran potensi pemulihan terhadap terumbu karang. Potensi pemulihan serta bagaimana perubahan kondisi karang yang terjadi di Pulau Weh sangat penting untuk dicatat sehingga dapat digunakan untuk penyusunan perencanaan pelestarian terumbu karang untuk masa depan.

Dengan adanya keputusan ini, pemerintah bisa mengeluarkan aturan bagaimana cara pengelolaan suatu kawasan terumbu karang semisal mengeluarkan larangan kegiatan untuk jangka waktu yang ditentukan pada daerah terumbu karang yang terkena dampak pemutihan, sehingga daerah tersebut bisa pulih kembali. 16 2.6. Zooxanthella Zooxanthella adalah alga uniseluler yang hidup di dalam tubuh berbagai invertebrata laut dan hubungannya yang saling menguntungkan atau bersifat simbiosis mutualisme (Nontji, 1984).

Ketentuan zooxanthella digunakan sebagai sebutan pada setiap ganggang uniseluler yang hidup sebagai simbiosis dalam invertebrata (Nontji, 1984). Umumnya zooxanthella merupakan anggota dari Dinophyceae. Umumnya Dinophyceae hidup sebagai fitoplankton sedangkan zooxanthella hidup terutama di dalam Anthozoa (Yonge, 1968).

Jumlah terbesar dari zooxanthella pada karang didapatkan pada daerah mulut cangkir, tentakel dan coenosarc yang mana bagian tersebut semuanya selalu mendapatkan cahaya matahari (Suharsono, 1984). Semua simbiosis dinoflagellata dalam coelenterata adalah intraseluler dan dibatasi oleh lapisan gastrodermis yang ada pada anthozoa, tidak pernah didapatkan di dalam ektoderm atau di dalam mesoglea. Di lingkungan, daur hidup zooxanthella terdiri dari fase kokoid dan fase motil (bergerak).

Pada fase kokoid, zooxanthella tinggal menetap dalam anthozoa. Pada fase motil, sel memiliki sifat banyak bergerak dan hanya ada dalam waktu singkat. Sel-sel motil memiliki flagella yang berguna untuk berenang dan merupakan suatu cara untuk menyebar dari satu anthozoa kepada anthozoa lainnya (Nontji, 1984). Hubungan antara anthozoa dengan zooxanthella diketahui sebagai simbiosis mutualisme, dimana hubungannya saling menguntungkan antara inang dan simbiosis (Fankboner, 1971). Anthozoa menyediakan perlindungan serta hasil-hasil metabolisme seperti karbondioksida dan nutrient untuk zooxanthella (Taylor, 1969).

Goreau (1964) menjelaskan bahwa anthozoa akan menerima hasil fotosintesis dari zooxanthella. Simbiosis keduanya juga memiliki kekurangan, yaitu jika anthozoa terkena radiasi sinar ungu (ultraviolet) yang sangat tinggi, maka zooxanthella akan berfotosintesis dengan cepat dan menghasilkan oksigen yang berlebih sehingga menjadi racun bagi anthozoa (Lesser et.al., 1990).

Pemutihan karang Pemutihan karang (coral bleaching) diartikan sebagai hilangnya warna karang yang disebabkan oleh berkurangnya populasi Symbiodinium dinoflagellata (zooxanthellae simbiosis) dalam tubuh hewan karang (jaringan endoderm) (Douglas, 2003; Brown dan Ogden, 1993). Pemutihan karang dapat pula diartikan sebagai hilangnya atau dikeluarkannya zooxanthella dari tubuh karang ketika karang mengalami perubahan ekstrim di lingkungan secara cepat. Perubahan kondisi lingkungan secara cepat dapat menyebabkan karang tertekan dan akhirnya mengalami pemutihan (Glynn, 1990).

Perubahan suhu air laut secara cepat disebabkan oleh pemanasan global yang mengakibatkan perubahan panas bumi yang berdampak pada peningkatan suhu permukaan laut. Dampak gangguan pada terumbu karang bukan disebabkan oleh

pemanasan global saja, akan tetapi juga disebabkan oleh intensitas cahaya matahari, waktu penyinaran matahari, kenaikan atau penurunan jumlah nutrisi yang masuk ke perairan, buangan limbah panas, pengadukan lumpur oleh aktivitas manusia (pengeboran), hujan, radiasi sinar ungu dan polusi herbisida (Brown, 1997). 18 Terumbu karang hidup bersimbiosis dengan Dinoflagellata (zooxanthella) sebagai simbiosis mutualisme.

Kenaikan suhu perairan mengakibatkan jumlah simbiosis zooxanthella yang ada pada jaringan endodermis karang berkurang. Jika tekanan tersebut berlangsung sementara, mungkin terumbu karang masih bertahan, sedangkan bila berlangsung terlalu lama dan terus menerus maka kehidupan terumbu karang akan terganggu dan berakibat lepasnya Zooxanthellae dari jaringan karang yang mengakibatkan karang memutih. (Buchheim, 1998, Brown dan Ogden, 1993).

Dampak dari pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu diperkirakan akan terjadi 1 -2 °C pada tahun 2100 (Westmacott et. al., 2000). Pada daerah tropis sudah terjadi kenaikan 0,5 °C selama 2 dekade terakhir (Hoegh dan Bruno, 2010). Bila kenaikan suhu berlangsung 5-10 minggu dapat menyebabkan zooxanthella lepas dari jaringan karang dan dapat menyebabkan pemutihan pada berbagai jenis karang.

Bila kenaikan suhu bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama maka karang akan mengalami kematian dan selanjutnya akan mempengaruhi jumlah /populasi karang, jumlah kelimpahan karang akan berkurang karena pemutihan akan mematikan karang dewasa sebelum sempat untuk reproduksi (Buchheim, 1998,). Juga bila dampak pemutihan karang yang terjadi sangat parah maka alga yang tumbuh secara luas dapat mencegah rekolonisasi karang-karang baru (Hoegh-Guldberg, 1999).

Pemutihan terumbu karang akibat peningkatan suhu permukaan laut telah terjadi berulang kali (tahun 1983, 1987, 1991, 1995 dan 1998) yang melanda 60 negara di daerah tropis di Samudera Pasifik, Samudera Hindia serta Laut Karibia (Westmacott, 2000). Daya tahan karang terhadap suhu ditentukan oleh bentuk fisiologisnya misalnya Karang Scleractinian yang lebih fleksibel dibandingkan dengan Oktocoral (Baker dan Romanski, 2007).

Halide dan Ridd (2002) telah melakukan kaji ulang di salah satu gugusan karang di Great Barrier Reef dan ditemukan bahwa fenomena pemutihan karang terjadi ketika suhu laut pada tahun tertentu lebih tinggi sebesar 0.37 °C dari suhu laut tahun sebelumnya. Untuk menghindari pemutihan, karang akan melakukan mekanisme penyesuaian sebagai bentuk proses penyesuaian diri terhadap lingkungan.

Bila terjadi peningkatan suhu air laut, ganggang yang tidak tahan terhadap perubahan suhu yang tinggi akan keluar meninggalkan karang. Hampir semua karang yang mengalami pemutihan pada tahun 1983, 1987, 1992 dan 1993, ditemukan berada dalam kondisi aman dibandingkan dengan peristiwa pemutihan pada tahun 1998, sementara daerah yang belum pernah terkena pemutihan karang sebelumnya akan mengalami kerusakan (Goreau et al., 2000).

Anomali suhu permukaan laut dapat digunakan untuk melihat risiko kejadian pemutihan karang (Strong et al., 1998). Done et al. (2003) dan Mc Clanahan et al. (2009) menggunakan degree heating weeks (DHWs) yang diterbitkan oleh NOAA (2006) untuk mencari hubungan antara perubahan iklim dengan pemutihan karang (Gambar 4). Peningkatan suhu 1 °C dalam waktu lebih dari empat minggu akan mengakibatkan tekanan pada terumbu karang dan peningkatan suhu 2 °C dalam waktu tiga minggu akan mengakibatkan pemutihan karang. 20 Gambar 4.

Grafik hubungan antara anomali suhu dengan lamanya waktu pemanasan (Marshall dan Schuttenberg, 2006) Secara lebih khusus, hubungan antara anomali suhu air dan tingkat pemutihan karang dijelaskan pada Tabel 2. Tabel 2. Hubungan antara anomali suhu air dan tingkat pemutihan karang No . Tingkatan pemutihan Titik panas dan derajat pemanasan perminggu (DHWs) Uraian 1 Tanpa tekanan 0 <an = Periode (Min ggu) 21 4 Peringatan pemutihan tingkat 1 1 2.8.

Faktor pembatas terumbu karang Ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan laut seperti suhu , cahaya, salinitas, gerakan air/ arus, makanan (nutrisi) dan jenis substrat. Sedangkan gangguan biologis pada ekosistem terumbu karang biasanya dalam bentuk persaingan dan pemangsaan. 2.8.1. Faktor fisika Suhu berperan penting dalam membatasi sebaran terumbu karang.

Terumbu karang umumnya dapat tumbuh dengan baik pada perairan yang bersuhu 26-28 ° C (Birkeland, 1997). Pengaruh suhu secara langsung adalah mengontrol reaksi kimia dan enzim dalam proses fotosintesis. Peningkatan suhu akan menyebabkan lisisnya protoplasma sehingga karang akan menyusut dan mengakibatkan zooxanthellae keluar dari jaringan karang.

Kenaikan suhu 2 - 4 °C dapat merusak jaringan karang dan kenaikan 4 - 5 °C akan mengakibatkan kematian karang. Dampak kenaikan suhu yang lain adalah mempengaruhi proses enzim dan proses kalsifikasi karang (Grigg, 1995). Suhu ekstrim akan mempengaruhi karang dalam proses metabolisme dan pembentukan kerangka kapur.

Beberapa spesies karang dapat bertahan terhadap suhu 14 ° C, tetapi tingkat 22 kalsifikasi menurun ketika meningkat tinggi, suhu tinggi akan menyebabkan metabolisme meningkat hingga ke tingkat tertentu di mana pertumbuhan kerangka menurun (Tomascik, 1991). Suhu melebihi 31 ° C pada umumnya mendatangkan suatu gejala yang dikenal dengan pemutihan karang, yaitu keluarnya zooxanthellae dari jaringan karang sehingga warna karang menjadi putih. Jika peningkatan suhu (31 ° C) ini berlanjut dalam waktu yang lama akan mengakibatkan kematian karang (McClanahan, 2004).

Musim kemarau dan musim panas mengakibatkan naiknya suhu permukaan laut 1 - 2°C selama beberapa hari dapat mempercepat proses pemutihan karang (Hoegh-Guldberg, 1999). Pemutihan karang juga disebabkan oleh terdedahnya karang selama 1 - 2 hari pada musim panas dengan kenaikan suhu 3 - 4°C dari suhu normal atau terdedahnya karang dalam jangka panjang dengan kenaikan suhu 1 - 2 ° C (Jokiel dan Coles, 1990). Cahaya juga merupakan salah satu faktor penehad terumbu karang.

Karang membutuhkan perairan yang jernih untuk memastikan cahaya dapat diperoleh untuk proses fotosintesis Zooxanthellae. Oleh karena itu, penetrasi cahaya juga merupakan faktor penehad bagi terumbu karang. Penurunan penetrasi cahaya ke kedalaman tertentu dapat menyebabkan karang mengubah bentuk pertumbuhannya.

Untuk melakukan fotosintesis, zooxanthella membutuhkan cahaya matahari. Secara tidak langsung kehidupan terumbu karang juga tergantung pada intensitas cahaya yang menembus ke dalam air laut. Semakin dalam laut maka semakin kecil intensitas cahaya yang diterima.

Untuk bertahan hidup terumbu karang membutuhkan oksigen demi berlangsungnya proses respirasi. Terumbu karang mendapatkan oksigen tambahan dari hasil fotosintesis zooxanthellae, semakin rendah produksi oksigen oleh zooxanthellae, mengakibatkan pasokan oksigen untuk terumbu karang juga berkurang (Nybakken, 1993). Menurut Coles dan Jokiel (1978), kisaran intensitas cahaya bagi hewan karang berkisar antara 200 - 700 F.C.

(Food candle) atau setara dengan 2152.8 - 7534.7 lx (Supriharyono, 2007). Setiap jenis karang yang berbeda memiliki toleransi yang berbeda terhadap cahaya maksimum dan minimum. Hal inilah yang menyebabkan variasi struktur komunitas karang pada berbagai kedalaman.

Terumbu karang dapat ditemukan pada kedalaman 0 - 50 m dengan dasar perairan

yang keras dan jernih (Veron, 1986). Kebanyakan karang dapat tumbuh dengan baik pada kedalaman kurang dari 25 m dengan kecerahan lebih dari 5 m dan kekeruhan kurang dari 5 NTU. Namun ada juga karang hermatifik yang dapat tumbuh di kedalaman 80 m di pulau-pulau Oseanik yang jernih.

Sebaliknya di perairan yang keruh, karang hanya dapat ditemukan pada kedalaman hingga 2 m (Ditlev, 1980). Selain itu penurunan penetrasi cahaya juga dipengaruhi oleh sedimen yang menutupi karang (Lane, 2012). Salinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi organisme dalam mempertahankan tekanan osmotik di antara protoplasma organisme dengan air di daerah sekitarnya.

Perkembangan terumbu karang juga dibatasi oleh salinitas. Kisaran salinitas pertumbuhan karang di Indonesia adalah di antara 29 - 33 ppt (Suharsono, 1999). Seperti hewan laut lainnya, terumbu karang juga menghadapi tekanan dalam penerimaan cairan yang masuk, di mana ketika terumbu karang terkena salinitas lebih rendah dari kisaran toleransinya, maka terumbu karang akan mengalami kekurangan cairan sehingga tidak banyak nutrisi yang akan masuk dan sebegitu juga sebaliknya, jika salinitas tinggi maka cairan yang ada di dalam tubuhnya akan keluar. Kenaikan dan penurunan salinitas air laut juga disebabkan oleh hujan yang terus menerus.

Hujan yang terus menerus akan mengakibatkan pelapisan pada permukaan air laut yang menyebabkan salinitas turun secara cepat, sehingga mengganggu perkembangan karang. Selain itu penurunan salinitas juga disebabkan oleh adanya aliran air tawar yang masuk ke dalam laut sehingga mematikan karang. Amnya pada daerah muara yang dekat dengan sungai-sungai besar tidak ditemukan terumbu karang.

Pergerakan air atau arus memiliki pengaruh positif dan negatif terhadap kehidupan biotik. Perairan yang berarus atau berombak memiliki pertumbuhan karang yang lebih baik dibandingkan dengan karang yang hidup di perairan yang tenang. Hal ini disebabkan perairan yang berarus memungkinkan karang memperoleh sumber air yang segar, memberikan oksigen ke dalam laut, mencegah pengendapan sedimen pada koloni, memberikan sumber nutrisi dan membawa plankton baru bagi sumber makanan populasi karang (Birkeland, 1997; Nybakken, 1993).

Selain itu gerakan air juga sangat penting untuk transportasi unsur nutrisi, larva dan sedimen. Dampak negatifnya yaitu arus dapat mengakibatkan jaringan jasad hidup yang tumbuh di daerah 25 tersebut rusak. Pada perairan dengan dasar berlumpur, arus akan mengakibatkan lumpur berkocak sehingga mengakibatkan kekeruhan yang tinggi dan dapat menyebabkan kematian karang dan menghalangi penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam air (Nontji, 2002).

Total padatan tersuspensi adalah partikel -partikel yang mengapung dalam air dan berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen bukan hidup (abiotik) seperti detritus dan partikel -partikel inorganik. Total padatan tersuspensi dapat mengurangi cahaya matahari ke permukaan dan bagian perairan yang lebih dalam, sehingga proses fotosintesis pada karang tidak berlangsung dengan sempurna. Jumlah pepenjal tersuspensi berkorelasi dengan kejernihan air.

Air yang keruh akan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam perairan sehingga mengurangi kemampuan Zooxanthellae untuk berfotosintesis. Jika alga ini tidak dapat berfotosintesis maka dapat dipastikan bahwa karang akan kekurangan makanan, sehingga akan menyebabkan kematian bagi karang. Deposisi padatan tersuspensi di dalam air maupun di atas karang akan memberikan dampak negatif kepada karang.

Bila jumlah padatan tersuspensi (TSS) tinggi maka proses fotosintesis zooxanthellae pada karang akan terganggu (Goldberg et al., 2001). Kebanyakan karang pembentuk terumbu tidak akan bertahan hidup dengan adanya endapan yang berat. Musim hujan dan pasang surut juga mempengaruhi jumlah TSS dalam perairan (Abdullah et al., 2011).
26 2.8.2.

Faktor kimia Nilai pH merupakan hasil pengukuran ion hidrogen dalam perairan dan menunjukkan keseimbangan di antara keasaman dan alkalinitas air. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktivitas biologis seperti fotosintesis, respirasi organisme, suhu, keberadaan ion-ion dalam air, kegiatan manusia seperti limbah rumah tangga dan industri.

Perairan dengan pH 4 merupakan perairan yang asam dan dapat menyebabkan kematian organisme air, sedangkan pH > 9 merupakan perairan yang sangat alkali dan dapat menyebabkan kematian juga serta mengurangi produktivitas primer. Kisaran pH yang sangat sesuai untuk kehidupan organisme laut adalah 7,7 - 8,4 (Nybakken, 1993). Pengasaman merupakan ancaman utama bagi terumbu karang dengan mengurangi tingkat kalsifikasi pembangun rangka karang.

Kemudian, pengasaman berkemungkinan mempengaruhi hubungan antara karang dan Zooxanthellae, sehingga karang akan mengalami pemutihan (Anthony et al., 2008). Karang akan mempertahankan ekstrak penepuan yang tinggi ketika melakukan proses kalsifikasi. Akan tetapi pada pH rendah, proses ini akan membutuhkan energi yang lebih banyak lagi. Hal ini akan mengalihkan energi dari kebutuhan energi lain.

Sehingga proses biologis maupun kimia yang karang lakukan akan mulai terganggu, misalnya seperti aktivitas metabolisme dan reproduksi. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan gangguan metabolisme dan respirasi (Odum, 1993).

27 Nitrogen merupakan salah satu unsur penting bagi pertumbuhan organisme dan proses pembentukan protoplasma, serta merupakan salah satu unsur utama pembentukan protein. Di perairan, biasanya nitrogen ditemukan dalam bentuk amonia, amonium, nitrat dan nitrit. Pada umumnya nitrogen diserap oleh fitoplankton dalam bentuk nitrat (NO_3^- -N) dan amonia (NH_3 -N).

Nitrogen ini sangat dipengaruhi oleh kadar oksigen dalam air, di mana pada saat kadar oksigen rendah nitrogen berubah menjadi amonia (NH_3) dan apabila kadar oksigen tinggi nitrogen berubah menjadi nitrat (NO_3^- -N). Nitrat (NO_3^- -N) adalah nutrisi utama bagi pertumbuhan fitoplankton dan alga. Nitrat sangat juvenil larut dalam air dan bersifat stabil hasil dari proses oksidasi sempurna nitrogen di perairan.

Konsentrasi nitrat di perairan dipengaruhi oleh proses nitrifikasi, yaitu oksidasi amonia yang berlangsung dalam kondisi aerobik, mengkonversi nitrit dan nitrat. Oksidasi amoniak menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri Nitrosomonas dan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri Nitrobacter (Effendi et al., 2003). Kondisi perairan berdasarkan kisaran nitrat dapat dibagi menjadi; perairan oligotrofik memiliki (nitrat <0.226 mg/L), perairan mesotrofik (nitrat 0.227-1.129 mg/L) dan perairan eutrofik (nitrat 1.130-11.250 mg/L) (Meng et al., 2008). Kandungan nitrat di laut sangat penting dalam menjamin keutuhan ekosistem perairan.

Hal itu disebabkan karena nitrat merupakan unsur yang digunakan dalam proses fotosintesis dan merupakan unsur yang digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton. Pada terumbu karang, nitrat diperlukan oleh Zooxanthellae untuk melakukan proses fotosintesis. Peningkatan jumlah nitrat akan meningkatkan jumlah zooxanthellae pada karang Porites sp.,

Tetapi apabila jumlah nitrat di perairan sangat tinggi (> 10 mg / L) akan berdampak buruk kepada karang, karena peningkatan nitrat akan mempercepat proses perkembangan alga di perairan dan peledakan jumlah plankton yang mengakibatkan terhalangnya cahaya matahari ke dalam perairan (Marubini & Davies, 1996). Nitrit (NO_2^- -N) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit dalam perairan. Porsinya lebih kecil dibandingkan nitrat karena nitrit bersifat tidak stabil.

Nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat serta di antara nitrat dan

gas nitrogen yang umumnya dikenal dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Sumber nitrit adalah dari sampah industri dan rumah tangga. Perairan normal mengandung nitrit sekitar 0.001 mg/L dan sebaiknya tidak melebihi 0.006 mg/L. Kandungan nitrit yang melebihi 0,05 mg/L dianggap beracun bagi organisme di dalam perairan (Effendi et al., 2003).

Pencemaran perairan berdasarkan nilai nitrit dibagi pencemaran ringan 0.001 - 0.023 mg/L, sederhana 0.024-0.083 mg/L dan berat >0.083 mg/L. Amonia (NH₃) dan garam-garamnya bersifat juvenil larut dalam air laut. Amonia bersifat toksik bagi organisme air sedangkan amonium tidak bersifat toksik. Secara alami, amonia di perairan berasal dari hasil metabolisme hewan dan hasil dekomposisi bahan organik oleh bakteri.

Jika harga amonia di perairan terlalu tinggi yaitu melebihi 1,1 mg /L pada suhu 25 °C dan pH 7,5, maka dapat dipercaya perairan tersebut telah tercemar (Effendi et al., 2003). Menurut Moosa (2001), kadar nitrogen memiliki distribusi vertikal dan horisontal yang berbeda. Distribusi vertikal akan menyebabkan kadar nitrit, nitrat dan amonia semakin tinggi sejalan dengan pertambahan kedalaman laut dan penurunan kadar oksigen, sedangkan distribusi secara horisontal akan menyebabkan kadar nitrit, nitrat dan amonia semakin dekat dengan pantai / sungai maka akan semakin meningkat.

Fosfat merupakan salah satu unsur penting bagi pembentukan protein dan metabolisme organisme. Fosfat merupakan salah satu unsur yang diperlukan dan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan organisme laut. Fosfat yang berada di dalam air laut, apakah terlarut maupun tersuspensi berada dalam bentuk inorganik dan organik (Nybakken, 1993).

Fosfor yang terdapat dalam air laut umumnya berasal dari penguraian organisme yang sudah mati. Fosfor merupakan salah satu senyawa nutrisi yang penting karena akan diabsorpsi oleh fitoplankton dan masuk ke dalam rantai makanan (Hutagalung dan Rozak, 1997). Fosfor dalam bentuk fosfat merupakan mikronutrien yang diperlukan dalam jumlah kecil namun sangat esensial bagi organisme akuatik.

Kekurangan fosfat juga dapat berakibat pertumbuhan fitoplankton (Effendi et al., 2003). Sumber-sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan organik. Sumber antropogenik fosfor adalah dari limbah industri dan limbah domestik, yakni yang berasal dari deterjen.

Kontribusi dari daerah pertanian yang menggunakan pupuk juga memberikan kontribusi yang cukup besar bagi keberadaan fosfor (Effendi, 2003). Ortofosfat (PO₄) merupakan bentuk fosfat yang dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman air,

sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Menurut Dodge et al. (1984), kandungan fosfat normal di perairan umum tidak melebihi 0.1

mg/L, kecuali pada perairan yang menerima limbah perumahan atau industri. Peningkatan kadar fosfat di laut akan mengakibatkan populasi fitoplankton meningkat. Perkembangan populasi fitoplankton ini menyebabkan terjadinya peledakan populasi ganggang merah, yang mengakibatkan invertebrata dan ikan mati secara massal (Hutagalung, 1987). Selanjutnya dikatakan bahwa perairan oligotrofik memiliki kadar fosfat 0.003-0.010 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar fosfat 0.011-0.030 mg/L dan perairan eutrofik memiliki kadar fosfat 0.031-0.1 mg/L. 31 BAB 3. METODE PENILAIAN KONDISI TERUMBU KARANG 3. 1.

Analisis tutupan karang Status terumbu karang dapat ditentukan oleh persentase terumbu karang hidup di ekosistem terumbu karang. Semakin kecil persentase tutupan karang hidup yang tercatat, semakin sedikit keragaman terumbu karang yang hidup. Analisis citra kuadrat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Adobe Photoshop CS 5 untuk membagi kuadrat sebesar 1 x 1 meter menjadi 100 bagian yang lebih kecil (10 x 10cm), sehingga setiap kotak menjadi satu persen (Gambar 5). Gambar 5.

Contoh analisis tutupan karang 32 Individu yang termasuk dalam kotak disebutkan secara manual di koloni mereka dan terus diidentifikasi sejauh genusnya. Selain itu, jumlah orang dewasa dan koloni karang juvenil telah dihitung. Metode klasifikasi karang telah dimodifikasi dari klasifikasi English et al. (1994). Dalam analisis terumbu karang, karang dipisahkan menjadi beberapa komponen besar seperti karang hidup, terumbu karang, terumbu karang, batuan mati atau karang, pasir, alga makro dan hewan lainnya (Tabel 3). Tabel 3.

Kategori komponen utama dalam kuadrat foto (modifikasi Veron, 2000) Komponen Deskripsi Biotik Karang Hidup Dewasa Koloni karang hidup dengan diameter lebih dari 5 cm Juvenil Koloni karang hidup dengan diameter kurang atau sama dengan 5 cm. Karang mati Karang yang baru saja mati, baik diselubungi alga maupun tidak. Masih dalam posisi tegak seperti masa hidup.

Makroalga Semua jenis makro alga yang hidup dan yang menutupi substrat dasar Lainnya Hewan lainnya termasuk karang lunak, kerang, bintang laut, landak laut, timun laut dan sebagainya. Abiotik Pasir Pecahan batuan berukuran < 0.5cm. Pecahan karang Patahan karang bercabang yang bersaiz diantara 0.5cm sehingga 15cm. Batu/karang lama Batuan atau karang yang sudah lama mati. Dalam penelitian ini, klasifikasi paling

tidak sampai ke tingkat genus.

Sebuah koloni yang tidak diketahui dari nama genus, sampel di lapangan, dan kemudian diidentifikasi di laboratorium dengan 33 bantuan identifikasi karang dari Veron (2000). Identifikasi terumbu karang juga dilakukan di lapangan saat pengambilan sampel dilakukan. Persentase penutupan karang dihitung berdasarkan analisis foto kuadrat menghitung jumlah tutupan karang yang meliputi kotak terbagi seperti pada Gambar 5.

Bila terumbu karang menutupi semua kotak yang telah terbagi, persentase terumbu karang hidup adalah 100%. Persentase tutupan karang dikategorikan menjadi beberapa kelompok berdasarkan Gomez dan Yap (1988), yaitu; 0 - 24,9% (buruk), 25 - 49,9% (sedang), 50 - 74,9% (baik) dan 75 - 100% (sangat bagus). 3.2.

Indeks kematian (mortality index) Perhitungan indeks kematian karang dapat menunjukkan adanya perubahan dari karang hidup menjadi karang mati. Indeks ini dihitung dengan menggunakan rumus indeks kematian berikut (English et al., 1994):
Indeks kematian = Tutupan karang mati/tutupan karang mati + tutupan karang hidup
Indeks indeks kematian mendekati nol menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan dalam kehidupan karang, sedangkan jika nilai indeks mendekati satu, maka perubahan kehidupan terumbu karang menjadi kematian karang. 3.3.

Pengamatan rekrutmen karang Foto kuadrat dengan beberapa interval waktu di analisis untuk mengidentifikasi perbedaan dalam rekrutmen dan 34 pertumbuhan karang. Jumlah rekrutan juvenil di foto tersebut juga didukung oleh data lapangan yang tercatat secara langsung selama periode sampling. Karang juvenil yang baru didefinisikan sebagai karang hidup yang memiliki diameter kurang dari atau sama dengan 5 cm.

Terumbu karang baru didefinisikan bila tidak terdeteksi pada analisis foto sebelumnya, sementara pertumbuhan anak-anak karang merupakan koloni karang yang sebelumnya ada pada pengamatan pertama dan masih terdeteksi pada pengamatan foto selanjutnya. Selanjutnya anak-anak karang diidentifikasi dan dikelompokkan ke dalam tahap keluarga seperti Acroporidae, Poritidae, Pocilloporidae dan lain-lain.

Jumlah dan ukuran karang yang direkrut di setiap foto kuadrat dihitung dan dicatat. Setiap rekrutmen baru diberi kode identifikasi (recruitment ID) untuk tujuan pengakuan. Contoh rekrutmen terumbu karang ditunjukkan pada Tabel 4. Tabel 4. Contoh penamaan rekrutmen ID Rekrut ID Keterangan S Menunjukkan terumbu dangkal D Menunjukkan terumbu dalam Q x 1 Nombor k uadrat ke x...

R x 2 Nombor pengrekrutan ke x... Contoh: SQ03R2, DQ19R4 Pengukuran pertumbuhan

karang diperlukan untuk mengetahui pertumbuhan karang. Pengukuran pertumbuhan karang tidak sama untuk setiap jenis karang. Spesies karang besar seperti keluarga Poritidae, pertumbuhan karang juvenil diukur 35 dengan menghitung luas permukaan masing-masing koloni individu dengan menggunakan perangkat lunak Image-J 1.42q (Rasband, 2011).

Image-J adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pengolahan citra dan program analisis dan dapat digunakan untuk mengukur luas permukaan karang besar dalam foto kuadrat (Forsman et al., 2006). Untuk terumbu karang (Acroporidae dan Pocilloporidae), pertumbuhan anak-anak karang diukur dengan menghitung jumlah cabang untuk masing-masing koloni individu.

36 BAB 4. FENOMENA PEMUTIHAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU WEH, ACEH 4.1. Pemutihan karang Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan fenomena alam yang tak terelakkan. Iklimnya sulit diprediksi dan kenaikan suhu laut merupakan salah satu tanda fenomena perubahan iklim.

Adaptasi diri terhadap iklim telah menyebabkan lebih dari 30% tanaman dan hewan mengalami peningkatan risiko kepunahan, perubahan difusi, kekurangan dan perubahan waktu reproduksi. Fenomena yang paling umum terjadi di terumbu karang dan dianggap sebagai dampak perubahan iklim dan pemanasan global adalah pemutihan karang. Isu perubahan iklim dianggap sebagai salah satu ancaman utama bagi kehidupan terumbu karang, karena terjadi dalam skala besar (Baker dan Romanski, 2007).

Karang putih akan mati seluruhnya atau sebagian atau sebagian atau seluruhnya dapat dipulihkan tergantung pada kemampuan sel zooxanthellae untuk kembali ke karang. Hal ini ditandai dengan kembalinya warna karang dari putih ke coklat kembali (Marshall dan Scuttenberg, 2006). Kejadian pemutih karang telah terjadi berulang kali (1983, 1987, 1991, 1995) yang meny erang 60 negara di wilayah tropis Samudra Pasifik dan Hindi, serta Laut Karibia (Wesmascot et al., 2000).

Pemutihan karang pada tahun 1997/1998 adalah bencana terumbu karang terbesar, yang telah menghancurkan sekitar 18% 37 terumbu karang dunia yang luas (Hughes et al., 2007). Pemutihan karang pada tahun 1998 hanya mempengaruhi daerah -daerah di Indonesia seperti bagian timur Sumatera (Kepulauan Riau), Jawa (Karimunjawa), Bali (Pulau Menjangan, Tulamben, Amed), dan Lombok, sedangkan pada tahun 2010 pemutihan karang berlaku untuk lebih dari 11 provinsi di indonesia Lokasi pemutihan karang adalah Pulau Weh di Aceh, Padang, Situbondo di Jawa Timur, Morella dan Ratulahat di Ambon, Teluk Tomini Parigi, Lypah Amed dan Pemuteran Bali, Gili Air

Lombok, Tabulolong Kupang, Pulau Badi Spermonde Sulawesi Selatan, Wakatobi Sulawesi Utara, Kofiau dan Misool dari Papua Barat (Jompa et al., 2010).

Pemutihan terumbu karang merupakan masalah serius karena ketika terumbu karang mati, akan diikuti oleh dampak lain yang timbul dari kepunahan terumbu karang, seperti aspek ekologis terhadap dampak **pada aspek sosial ekonomi** masyarakat. 4.2. Analisisutupan **karang sebelum dan sesudah** fenomena pemutihan karang di perairan Pulau Weh, Aceh 4.2.1.

Lokasi kajian Penelitian yang dimulai dari April 2010 hingga April 2013 ini terbagi menjadi dua tahap. Pengambilan sampel terumbu **karang sebelum dan sesudah** fenomena pemutih dicatat **pada bulan April 2010** dan Oktober 2010. Fenomena pemutihan **terjadi pada akhir bulan** April 2010 sampai akhir Mei 2010. Studi rekrutmen karang direkam dari bulan April 2010 sampai April 2013.

Penelitian dilakukan di Pulau Weh, Aceh, Indonesia . Pulau Weh terletak di 38 ujung barat wilayah Indonesia dan terletak di Samudra Hindia. Pulau Weh sekitar 156,3 km² dan 3.900 ha merupakan kawasan konservasi yang meliputi hutan dan pantai, termasuk terumbu karang. Panjang garis pantai adalah 98,25 km dengan luas wilayah lautnya 922,12 km².

Lokasi penelitian **terletak pada koordinat 95 ° 13'02 " - 95 ° 22'36"** Timur dan **05 ° 46 '28 " - 05 ° 54'28"** Utara. (Gambar 6). Gambar 6. Lokasi kajian di Pulau Weh, Aceh **Kondisi iklim di Pulau Weh** termasuk iklim tropis yang dipengaruhi oleh dua musim, **musim hujan dan musim** kemarau. Arah angin bergerak dalam dua arah, timur dan barat.

Angin **bergerak ke arah timur pada bulan** Januari, Februari, November dan Desember, sedangkan pada bulan Maret sampai Oktober, 39 angin bergerak ke arah barat. Kecepatan angin per bulan sekitar 0,4 sampai 18 knot, di mana kecepatan angin meningkat pada bulan Juni, Agustus dan Oktober. Geomorfologi Pulau Weh terbagi menjadi dua bagian: pantai datar dan daerah pesisir.

Bahan dasar pemilik pulau Weh adalah hasil dari proses erosi pegunungan, **hal ini dibuktikan dengan** banyaknya bahan dasar yang sama yang ditemukan antara daerah pesisir dan perbukitan. Sekitar 70% luas lahan terdiri dari batuan vulkanik, sedangkan 27% adalah batuan sedimen dan sisanya 3% adalah sedimen aluvial. Bahan dasar pantai pasir coklat berukuran sedang hingga sedang (Badan Pusat Statistik, 2013).

Survei status terumbu karang di sekitar Pulau Weh telah dipelajari oleh **Departemen Kelautan dan Perikanan** Aceh pada tahun 2003 dan LSM Masyarakat Konservasi Liar

(WSC) pada tahun 2005, 2006 dan 2008. Penilaian status terumbu karang pada penelitian ini dimulai pada awal April 2010, maka pada bulan Mei 2010, fenomena pemutihan karang di sekitar Pulau Weh dihasilkan dari kenaikan permukaan laut yang mengakibatkan kematian terumbu karang di terumbu karang di Pulau Weh (Gambar 7). 40 Gambar 7.

Peristiwa alam yang terjadi selama penelitian dilakukan (April 2010 - April 2013) di Pulau Weh, Aceh Lokasi penelitian dipilih berdasarkan topografi yang berbeda. Di daerah yang dekat dengan terumbu karang di sekitar perairan Pulau Weh. Perbedaan topografi pantai berkisar dari pantai berbatu, pantai berpasir hingga pantai berlumpur atau hutan bakau.

Perbedaan topografi ini penting untuk melihat tingkat pemulihan dan perubahan terumbu karang setelah fenomena pemutihan karang. Topografi pesisir dikaitkan dengan jumlah sedimen yang masuk ke laut, sehingga endapan tersebut mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang. Tiga lokasi dipilih untuk studi ini: Lhokweng (LW), Gapang (GP) dan Batu Dua (BD) (Gambar 8).

Di setiap lokasi terdapat dua kotak persegi empat permanen 5 x 5 m pada kedalaman berbeda 2 - 4 m (terumbu dangkal) dan 6 - 8 m (terumbu dalam). Untuk mejuvulkan Peristiwa alam sepanjang kajian di Pulau Weh Badai, Maret 2011 Penelitian selesai 41 analisis data masing-masing plot diberi nama stasiun sesuai dengan lokasi petak. Koordinat masing-masing stasiun ditunjukkan pada Tabel 5.

Stasiun Lhokweng dangkal dan Lhokweng dalam dipilih untuk studi pengamatan terumbu karang. Stasiun Lhokweng dipilih karena daerahnya jauh dari tempat tinggal dan kegiatan wisata, sehingga untuk sampai ke daerah perlu menggunakan perahu. Selain itu, kawasan ini juga menghadap ke laut terbuka (Samudera Hindia), dimana sirkulasi air baru selalu masuk daerah tersebut.

Hasil awal juga mencatat banyak terumbu juvenil yang direkrut di daerah ini. Tabel 5. Letak dan dekripsi lokasi kajian No Nama stasiun Koordinat Keterangan lokasi 1 Lhokweng dalam (LWD) N 5° 51' 42.5" - E 95° 16' 01.6" Kawasan ini berada di depan kawasan hutan mangrove. Di dalam perairan ada banyak terumbu karang. Tempat ini berada tepat di seberang laut lepas dari andaman laut.

2 Lhokweng dangkal (LWS) N 5° 51' 41.8" - E 95° 16' 00.5" 3 Gapang dalam (GPD) N 5° 51' 18.7" - E 95° 16' 13.4" Terletak di daerah berbentuk teluk dan di tepi pantai berpasir. Dasar perairan didominasi oleh pasir. Tempat ini berada tepat di seberang kota Sabang. 4 Gapang dangkal (GPS) N 5° 51' 16.4" - E 95° 16' 13.5" 5 Batu Dua dalam (BDD) N 5°

51' 18.1" - E 95° 16' 28.1" Ini adalah pantai berbatu dan terletak di ujung teluk bay. Dasar air didominasi oleh batuan. 6 Batu Dua dangkal (BDS) N 5° 51' 14.1" - E 95° 16' 25.2" 42 Gambar 8. Stasiun kajian berdasarkan topografi pantai di Pulau Weh Aceh, LWD (Lhokweng dalam).

LWS (Lhokweng dangkal), GPD (Gapang dalam), GPS (Gapang dangkal), BDD (Batu Dua dalam), BDS (Batu Dua dangkal) 4.2.2. Observasi terumbu karang sebelum dan sesudah fenomena pemutihan Pengambilan sampel karang untuk pra dan pasca sebelum dan sesudah fenomena pemutihan karang dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada bulan April 2010 sebelum fenomena pemutihan karang terjadi dan pada bulan September 2010 setelah fenomena pemutihan karang terjadi.

Fenomena pemutihan terjadi pada akhir bulan April 2010 hingga akhir bulan Mei 2010. Metode yang digunakan untuk menilai kondisi dan perubahan terumbu karang telah dimodifikasi dari metode transek kuadrat (English et al., 43 1994). Metode ini cocok untuk pengamatan terhadap cakupan terumbu karang untuk waktu yang lama. Enam plot tetap dipertahankan sebagai stasiun penelitian.

Setiap plot dibuat dari 4 ukuran semen beton 30 x 30 x 15 cm yang diletakkan di setiap sudut kotak. Semen beton hanya berfungsi sebagai penanda dan tali untuk plot persegi. Ukuran plot pada masing-masing stasiun adalah 5 x 5 meter (25m²). Setiap plot ditempatkan dua warna semen beton dengan warna yang berbeda untuk mejuvenilnkan pengambilan sampel dan pengambilan gambar pada pengamatan selanjutnya (Gambar 9).

Dalam penelitian ini tembakan kuadrat mulai dari kiri ke kanan, dan untuk mejuvenilnkan penembakan dimulai selalu dari beton semen warna merah ke beton semen beton hijau. Pengambilan foto kuadrat membutuhkan waktu 6 bulan dengan menggunakan SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) dan kamera bawah air. Pada masing-masing kuadrat tetap berukuran 5 x 5 m, pe motretan dilakukan 25 kali, masing-masing 1 x 1 m dilakukan sekali dengan luas total 25 m² .

Penembakan dilakukan dengan bantuan pipa PVC yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga membentuk kuadrat 1x1 m. Foto diambil tepat di atas ukuran pipa PVC 1 x 1 meter (Gambar 10). 44 Gambar 9. Contoh konkrit semen dan susunan plot serta urutan pengambilan foto yang dimulai dari nomor 1 hingga nomor 25 Gambar 10.

Contoh metode pengambilan gambar dengan menggunakan kuadrat yang buat dari PVC berukuran 1x1m Foto kuadrat diambil menggunakan kamera digital Nikon D2X dengan lensa SLR 12 -24 mm, menggunakan lampu ND2 sub - 45 ND2 dengan Nikonos

SB 105 dan Nikon Speedlight SB -800. Metode ini memiliki keuntungan dapat merekam semua jenis koloni dan mengurangi resiko kehilangan rekaman beberapa koloni.

Metode ini juga memungkinkan proses meninjau kembali hasil pengamatan dengan melihat foto -foto yang diambil pada kotak permanen di masa lalu. Selain itu, kotak foto dapat digunakan untuk memantau perekrutan (endapan terumbu karang baru), pertumbuhan dan jumlah kematian individu karang dalam kotak dalam beberapa tahun (Connell et al., 1997).

Metode ini tidak hanya cepat dalam pengambilan data tetapi juga data yang diambil dalam berbagai bulan atau tahun akan tetap i berada di lokasi yang sama karena kuadrat bersifat konstan. Metode yang digunakan untuk menilai kondisi terumbu karang dan terumbu karang yang di modifikasi dari kotak transek (English et al., 1994). Selain pengambilan foto, kondisi terumbu karang hidup, mati dan terumbu karang disekitar plot juga tercatat untuk data pendukung.

Titik koordinat stasiun dicatat menggunakan Global Positioning System (GPS) dan nama lokasi, tanggal, kedalaman dan kondisi cuaca juga dicatatkan. 4.2.3. Kondisi tutupan karang sebelum dan sesudah fenomena pemutihan karang di perairan Pulau Weh, Aceh Hasil kajian tutupan terumbu karang berdasarkan kategori (Tabel 6) di setiap stasiun mulai April 2010 dan Oktober 2010 dapat dilihat pada Gambar 11.

Hasil penelitian sebelum fenomena pemutihan menemukan bahwa tutupan karang hidup yang paling tinggi tercatat pada bulan April 2010 yaitu di stasiun GPD sebesar $46.549 \pm 0.11 \text{ m}^2$ (21.97%) diikuti stasiun GPS $4.04 \pm 0.11 \text{ m}^2$ (16.17%), LWS $2.55 \pm 0.09 \text{ m}^2$ (10.18%) LWD $2,54 \pm 0,08 \text{ m}^2$ (10,15%) dan BDS $1,88 \pm 0,07 \text{ m}^2$ (7,53%) sedangkan cakupan terendah tercatat di stasiun BDD $1,16 \pm 0,04 \text{ m}^2$ (4,62%).

Pengamatan bulan Oktober 2010 se telah fenomena pemutihan karang menemukan bahwa terumbu karang hidup menurun secara dramatis dimana cakupan tertinggi tercatat di stasiun GPD $0,97 \pm 0,05 \text{ m}^2$ (3,86%), diikuti oleh stasiun LWD $0,90 \pm 0,03 \text{ m}^2$ (3,61%), GPS $0,75 \pm 0,04 \text{ m}^2$ (2,99%), LWS $0,31 \pm 0,02 \text{ m}^2$ (1,22%), BDD $0,26 \pm 0,02 \text{ m}^2$ (1,032%) dan tingkat kelangsungan hidup terendah tercatat di stasiun BDS $0,23 \pm 0,03 \text{ m}^2$ (0,92%).

Kategori fraksi pecahan karang mendominasi jumlah tutupan pada bulan April dan Oktober 2010. Stasiun LWD $12.68 \pm 0.15 \text{ m}^2$ (50.73%) dan $13.06 \pm 0.14 \text{ m}^2$ (52.22%) sedangkan LWS $14.04 \pm 0.14 \text{ m}^2$ (56.14%) dan $14.17 \pm 0.15 \text{ m}^2$ (56.67%) dan stasiun gpd $14.22 \pm 0.13 \text{ m}^2$ (56.88%) dan $13.30 \pm 0.16 \text{ m}^2$ (53.21%), sedangkan tutupan batu mendominasi stasiun BDD 18.10 ± 0.25 (72.39%) dan 18.22 ± 0.28 (72.88%) dan BDS

13.35 ± 0.22 m² (53.40%) dan 13.46 ± 0.23 m² (53.84%).

Untuk stasiun GPS, kategori pasir mendominasi luas tutupan yaitu sebanyak 12,27 ± 0,09 m² (49,08%) pada bulan April 2010 dan 12,56 ± 0,08 m² (50,22%) pada bulan Oktober. 47 Gambar 11. Tutupan karang berdasarkan kategori, sebelum dan selepas fenomena pemutihan karang di Pulau Weh, Aceh. (LWD: Lhokweng dalam; LWS: Lhokweng dangkal; GPD: Gapang dalam; GPS: Gapang dangkal; BDD: Batu Dua dalam; BDS: Batu Dua dangkal) Hasil analisis statistik ANOVA satu arah untuk tutupan karang hidup antara stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$), sedangkan analisis terumbu karang hidup dengan uji t antara bulan penelitian adalah berbeda secara signifikan ($P < 0,05$).

0 5 10 15 20 25 LWD LWS GPD GPS BDD BDS LWD LWS GPD GPS BDD BDS Sebelum pemutihan (Apr- 2010) Selepas pemutihan (Okt-2010) Tutupan (m²) Stasiun Lainnya Pasir Pecahan karang Batu/karang lama Karang mati Karang hidup 48 Tabel 6. Persentase tutupan karang berdasarkan kategori pada bulan April dan Oktober 2010 di Pulau Weh, Aceh Komponen April 2010 (%) Oktober 2010 (%) LWD LWS GPD GPS BDD BDS LWD LWS GPD GPS BDD BDS Karang hidup 10.15 10.18 21.97 16.17 4.62 7.52 3.61 1.22 3.86 2.99 1.03 0.92 Karang mati 1.79 0.94 5.23 3.17 2.02 2.70 6.25 6.25 20.72 13.52 4.10 7.48 Batu/karang lama 22.79 20.60 3.096 21.58 72.39 53.40 21.98 20.80 5.24 19.42 72.88 53.84 Pecahan karang 50.73 56.14 56.88 9.99 2.44 21.80 52.22 56.66 53.20 13.84 2.90 21.52 Pasir 14.52 12.13 12.81 49.08 18.35 13.96 15.93 15.05 16.96 50.22 19.07 15.72 Lainnya . 00 00 .00 00 0.16 0. 61 00 00 00 .00 00 0.52 Keterangan: LWD: Lhokweng dalam; LWS: Lhokweng dangkal; GPD: Gapang dalam; GPS: Gapang dangkal; BDD: Batu Dua dalam; BDS: Batu Dua dangkal. 49 4.2.4.

Jumlah koloni karang Jumlah koloni karang pada masing-masing stasiun pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Gambar 12. Jumlah koloni karang tertinggi tercatat pada bulan April 2010 di stasiun GPD (207 koloni), diikuti oleh stasiun LWD (203 koloni), GPS (170 koloni), LWS (162 koloni), BDS (94 koloni) terendah tercatat di stasiun BDD (45 koloni). Sebagian besar koloni karang didominasi oleh genus Porites dan Acropora.

Jumlah koloni di setiap stasiun mengalami penurunan yang signifikan pada bulan Oktober 2010 karena kebanyakan koloni mati karena fenomena pemutihan karang yang terjadi pada bulan Mei 2010. Jumlah koloni yang paling banyak tercatat pada bulan Oktober 2010 di stasiun LWD (101 koloni) diikuti oleh GPD (69 koloni), GPS (57 koloni), LWS (50 koloni), BDD (19 koloni) dan paling sedikit tercatat di stasiun BDS (9 koloni).

Hampir semua koloni genus Acropora mengalami kematian pada bulan Oktober 2010,

sampai hanya spesies *Porites* yang tersisa. Spesies karang yang dominan tinggal sebelum fenomena pemutihan adalah jenis *Acropora* sp. dan *Porites* sp., sedangkan jumlah koloni *Pavia* sp. kurang dari *Acropora* sp. dan *Porites* sp. Bila fenomena pemutihan berlangsung, maka bisa dideteksi oleh *Acropora* sp.

menderita kematian berat, sedangkan koloni dari spesies *Porites* sp. masih bertahan setelah fenomena pemutihan berlangsung. Efek pemutihan pada semua stasiun adalah sama. Spesies karang *Porites* sp. paling tidak terpengaruh oleh fenomena ini dan mendominasi terumbu karang setelah adanya fenomena 50 pemutihan sedangkan *Acropora* sp. dan *Pocillopora* sp.

tidak bisa bertahan dan lenyap begitu terjadi fenomena. Gambar 12. Jumlah koloni karang di setiap stasiun sebelum dan setelah fenomena pemutihan karang di Pulau Weh, Aceh. (LWD: Lhokweng dalam; LWS: Lhokweng dangkal; GPD: Gapang dalam; GPS: Gapang dangkal; BDD: Batu Dua dalam; BDS: Batu Dua dangkal) Analisis ANOVA satu arah menunjukkan bahwa jumlah koloni karang di antara stasiun pada masing - masing pengambilan sampel berbeda secara signifikan ($P > 0,05$), sedangkan analisis t -test antara koloni dengan bulan sampling berbeda nyata ($P < 0,05$).

0 50 100 150 200 250 LWD GPD BDD LWS GPS BDS LWD GPD BDD LWS GPS BDS
Sebelum pemutihan (Apr-10) Selepas pemutihan (Oct- 10) Jumlah koloni / 25 m2
Stasiun Juvenil massive Juvenil branching *Turbinaria* sp *Lobophyllia* sp *Ecrusting*
Mushroom *Goneastrea* sp *Pavia* sp *Porites* sp *Pocillopora* sp *Acropora* sp 51 BAB 5 .
REKRUTMEN KOLONI KARANG SETELAH FENOMENA PEMUTIHAN KARANG DI
PERAIRAN PULAU WEH , ACEH 5.1.

Pendahuluan Pengrekrutan karang adalah penting dalam menentukan keberhasilan reproduksi karang dan rehabilitasi terumbu mengikuti sesuatu gangguan. Pembiakan seks pada karang dapat terjadi pada waktu yang bersamaan. Reproduksi seksual karang melibatkan produksi gamet yang disebut gametogenesis, fertilisasi (internal atau eksternal), perkembangan embrio, fase larva , sedimentasi dan metamorfosis (Fadlallah, 1983; Harrison, 2011). Individu baru yang menetap dan mengalami perkembangan setelah deposisi dikenal sebagai pengrekrutan karang.

Larva karang, karang pengrekrutan dan karang juvenil dianggap sebagai tahap awal kehidupan karang (Edmunds dan Bruno, 2008). Kepadatan koloni karang juvenil dapat digunakan sebagai acuan untuk mengukur tingkat pengrekrutan karang pada suatu terumbu. Menurut Engelhardt (2000) kepadatan pengrekrutan karang untuk koloni bercabang > 10 koloni / m2 termasuk dalam kategori sangat tinggi dan diperkirakan memiliki peluang untuk segera pulih.

Pengamatan pola perekrutan hewan karang di beberapa wilayah perairan Indonesia telah dilaporkan oleh Suharsono (1999), Abrar (2000; 2005), Bachtiar (2002), Saputra 52 (2004), Zakaria (2004), Samidjan (2005) Rudi (2006), Munasik et al (2008) dan Siringoringo (2008) menunjukkan rata-rata kepadatan perekrutan karang berkisar antara 5 -15 koloni / m² dan termasuk dalam kategori sedang - sangat tinggi.

Sebaliknya potensi perekrutan yang tinggi ternyata tidak diikuti oleh peningkatan tutupan karang hidup sebagai indikasi pemulihan. Hasil monitoring reguler yang dilakukan oleh CRITC coremap pada 14 lokasi di wilayah barat dan timur perairan Indonesia selama periode 2004 - 2007 menunjukkan penurunan tutupan karang hidup yaitu antara 2,6 - 7,2% (Sukarno, 2008).

Hal ini memberikan gambaran bahwa perekrutan hewan karang yang telah melekat tidak mampu bertahan hidup sampai menjadi koloni karang dewasa dengan kata lain proses perekrutan mengalami kegagalan. Gejala pemulihan terumbu karang yang buruk menunjukkan bahwa telah terjadi kegagalan perekrutan karang mencapai ukuran optimal untuk bertahan hidup.

Kegagalan perekrutan karang ini tidak terlepas dari persetujuan hidupnya setelah pelekatan. Kegagalan perekrutan secara alami disebabkan karena perekrutan karang tidak mencapai ukuran optimal untuk bertahan hidup. Tingginya biota kompetitor, predator dan herbivora (Grazer) serta pengaruh lingkungan abiotis seperti sedimentasi, suhu, cahaya, polusi, arus dan gelombang, dan perubahan kualitas perairan menjadi faktor penghambat perekrutan karang untuk bertahan hidup (Richmond, 1997).

Pelekatan larva dan ketahanan hidup adalah merupakan dua proses penting dalam perekrutan karang sebelum rekrutan 53 karang juvenil dapat tumbuh dan berkembang menjadi karang dewasa dalam komunitas terumbu karang. Cara perekrutan karang adalah berbagai, tergantung pada ruang dan waktu. Ini berarti bahwa tingkat perekrutan, pola perekrutan dan kelimpahan karang juvenil adalah berbeda menurut ruang (pada terumbu yang sama atau di antara karang yang berbeda di dunia) dan waktu (musim, bulan atau tahun) (Connell et al., 1997; Hughes et al., 1999; Irizarry-Soto dan Weil, 2009).

Larva karang dari hasil peneluran tidak terus melekat setelah pembuahan, karena membutuhkan waktu yang panjang untuk perkembangan larva yang terjadi di dalam air (Edmunds dan Bruno, 2008). Hasil reproduksi seksual pada karang dikenal sebagai larva Planula. Larva Planula memiliki ukuran panjang sekitar 1,6 mm dan memiliki bentuk

yang bervariasi menurut tingkat perkembangan mereka (Veron, 1993).

Pelekatan larva dapat ditunda sampai berminggu atau berbulan jika lingkungan tidak sesuai (Edmunds dan Bruno, 2008). Setelah larva karang bertahan hidup dan berhasil melekat pada substrat, larva akan mengalami metamorfosis dan berkembang dari larva menjadi juvenil. Larva kemudian mulai menyimpan kalsium karbonat setelah mereka melekat pada substrat dan akhirnya tumbuh dan berkembang menjadi karang dewasa.

Larva karang umumnya bersifat planktonik dan dispersif (Harrison, 2011). Larva berenang dengan menggunakan silia dan larva dapat melekat dalam beberapa jam setelah dibebaskan dari induknya atau mungkin mengapung dekat permukaan air sebagai plankton selama sehari-hari, minggu atau bulan sebelum menetap dan 54 menyebarkan diri ke jarak yang sangat jauh (Veron, 1993).

Untuk peneluran karang acroporid, gerakan larva sehingga penetapan biasanya terbentuk dalam waktu 36 sampai 48 jam setelah bertelur (Babcock dan Heyward, 1986; Hirose et al., 2008; Gilmour et al., 2009). Hirose dan Hikada (2006) menemukan bahwa larva *Planula* *Porites cylindrica* yang bersilia akan menetap 24 jam setelah pembuahan. Proses reproduksi karang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal umumnya adalah pengumpulan nutrisi dan kontrol hormon.

Sementara faktor luarnya itu berkorelasi dengan perubahan lingkungan seperti adanya perubahan suhu, salinitas, cahaya, posisi geografis dan pengaruh dari peredaran bulan (Suharsono, 1984). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perekrutan karang yaitu interaksi biologi (persaingan dan pemangsaan), variasi lingkungan (perubahan cahaya, suhu, sedimentasi, kandungan nutrisi), serta gangguan alam dan antropogenik (ribut dan angin topan, tsunami, pemutihan karang, bintang laut mahkota berduri, memancing dan transportasi laut) (Edmunds dan Bruno, 2008). Hal penting dalam pengelolaan dan perbaikan terumbu karang adalah melakukan pengamatan secara berseri.

Pengamatan terhadap proses dan tingkat pemulihan terumbu karang setelah mengalami kerusakan dengan melakukan pengamatan terhadap perekrutan karang setelah pelekatan di terumbu alami penting untuk dilakukan. Data dan informasi yang diperoleh menjadi masukan untuk upaya perbaikan dan pengelolaan terumbu karang secara tepat dan berkelanjutan.

Penelitian tentang kelulushidupan 55 perekrutan karang setelah pelekatan pada substrat, pemanfaatan dan pengelolaan wilayah perairan ataupun topografi yang berbeda akan memberikan informasi terhadap pengelolaan, strategi konservasi dan

teknologi perbaikan yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini, pengamatan lebih mendalam dilakukan terhadap pengrekrutan karang dan hubungannya dengan faktor biotis dan abiotis (fisika -kimia perairan) sehingga diperoleh penyebab keberhasilan dan kegagalan pengrekrutan secara alami.

Pengetahuan tentang pengrekrutan karang sangat penting untuk penelitian rehabilitasi terumbu (setelah gangguan tertentu) dan pengelolaan terumbu karang secara berkelanjutan (Hughes et al., 1999; Crabbe 2011). 5.2. Hasil 5.2.1. Analisis tutupan karang juvenil Tutupan juvenil di daerah terumbu karang dangkal menunjukkan peningkatan dari 0.035 m² / 25 m² pada April 2010 kepada 0.041 m² / 25 m² pada bulan Oktober 2010, selanjutnya dicatat 0.061 m² / 25 m² pada April 2011 dan 0.071 m² / 25 m² pada September 2011, sedangkan pada Oktober 2012 tercatat 0.097 m² / 25 m² dan 0.145 m² / 25 m² pada April 2013.

Tutupan karang juvenil pada terumbu dalam mengalami penurunan dari 0.033 m² / 25 m² ke 0.022 m² / 25 m² pada bulan April 2010 ke bulan Oktober 2010. Tutupan karang juvenil kembali meningkat dari 0.025 m² / 25 m² pada April 2011 kepada 0.035 m² / 25 m² pada September 2011 dan terus meningkat pada bulan Oktober 2012 dan April 2013 yaitu 56 dari 0.079 m² / 25 m² ke 0.095 m² / 25 m² .

Karang juvenil pada terumbu dangkal memiliki tutupan karang yang lebih tinggi dibandingkan terumbu dalam. Gambar 13 menunjukkan tutupan karang juvenil di kedua stasiun dari April 2010 sampai April 2013. Hasil analisis t-test tutupan karang juvenil terhadap stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$), sedangkan Analisis ANOVA satu arah tutupan karang juvenil antar bulan pengambilan sampel berbeda secara signifikan ($P < 0,05$).

Berdasarkan Uji pos hoc Tukey diketahui bahwa sampling bulan April 2010 berbeda signifikan dengan sampling bulan Oktober 2010 dan April 2013. Gambar 13. Tutupan karang juvenil di terumbu dangkal dan terumbu dalam pada setiap bulan sampling di Lhokweng, perairan Pulau Weh, Aceh

Periode	Terumbu dangkal	Terumbu dalam
Apr 2010	0.035	0.033
Okt 2010	0.041	0.022
Apr 2011	0.061	0.025
Sept 2011	0.071	0.035
Okt 2012	0.097	0.079
Apr 2013	0.145	0.095

57 5.2.2.

Kepadatan karang juvenil Kepadatan karang juvenil pada terumbu karang dangkal lebih tinggi dibandingkan terumbu karang dalam, sepanjang enam bulan sampling dengan interval waktu yang berbeda (Gambar 14). Kepadatan karang juvenil pada terumbu dangkal dan terumbu dalam pada bulan April 2010 adalah sama yaitu sebanyak 34 koloni/25m² , kemudian meningkat menjadi 39 koloni/25m² di terumbu dangkal dan

menurun pada terumbu dalam (25 koloni/25m²) pada bulan Oktober 2010.

Pada sampling bulan April 2011 dan September 2011, kepadatan koloni karang kembali mengalami peningkatan di terumbu dangkal yaitu dari 52 koloni/25m² ke 58 koloni/25m² dan kembali mengalami penurunan koloni dengan jumlah yang sama pada sampling berikutnya pada bulan Oktober 2012 dan April 2013, yakni 49 koloni/25m², sedangkan kepadatan jumlah koloni karang juvenil pada terumbu dalam pada sampling bulan April 2011 dan September 2011 mengalami peningkatan dari 26 koloni/25m² ke 34 koloni/25m². Akan tetapi, pada sampling bulan Oktober 2012 dan bulan April 2013, kepadatan koloni karang kembali menurun menjadi 33 koloni/25m² dan 29 koloni/25m².

Hasil tes t -test kepadatan koloni karang juvenil terhadap stasiun menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$), sedangkan analisis ANOVA satu arah kepadatan koloni karang juvenil antar bulan pesampelan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). 58 Gambar 14. Kepadatan koloni karang juvenil di terumbu dangkal dan terumbu dalam pada setiap bulan sampling di Lhokweng, Perairan Pulau Weh, Aceh 5.2.3

Jumlah karang juvenil dan tutupannya *Porites* sp. Pada sampling April 2010 di terumbu dangkal, tercatat sepuluh juvenil *Porites* sp. Sepuluh juvenil ini terus tumbuh dan bertahan dalam sampling Oktober 2010 dan dilacak pada empat juvenil baru, membawa terumbu karang juvenil pada bulan Oktober 2010 menjadi 14 koloni.

Pada sampling April 2011, 14 koloni karang pada sampel sebelumnya terus tumbuh dan menemukan lima juvenil baru sehingga jumlahnya menjadi 19 koloni. Pada bulan September 2011, dua koloni menderita 0 10 20 30 40 50 60 70 Apr-10 Oct-10 Apr-11 Sep-11 Oct-12 Apr-13 Kepadatan (jumlah koloni/25m²) Periode Terumbu cetek Terumbu dalam Terumbu dangkal Terumbu dalam 59 kematian hanya 17 koloni yang tumbuh dengan mantap dengan probabilitas 89,47%.

Pada bulan yang sama, tiga juvenil baru terdeteksi, membawa angka juvenil bulan ini ke 20 koloni. Pada pengambilan sampel berikutnya pada bulan Oktober 2012, 20 koloni terus tumbuh dan empat anak baru terdeteksi. Pengambilan sampel pada bulan April 2013 mencatat pertumbuhan 23 koloni karang dan mencatat penambahan dua juvenil baru (Gambar 15) Di daerah terumbu karang, total empat rekrutan baru tercatat pada bulan April 2010. Hanya dua koloni yang terus tumbuh hingga sampling pada bulan Oktober 2010.

Pada bulan Oktober 2010 sudah ada tiga juvenil baru, membawa angka juvenil bulan ini

ke lima koloni. Pada sampling bulan April 2011, hanya dua koloni yang tumbuh, sementara tiga koloni lainnya tidak terdeteksi. Selain itu, tujuh rekrutan juvenil telah tercatat bulan ini, membawa jumlah juvenil ke 9 koloni.

Tiga perekrutan juvenil dicatat pada sampling September 2012 sementara tujuh koloni tu a bertahan dengan tingkat kelangsungan hidup 77,78%. Hanya sembilan koloni yang masih tumbuh dalam sampling Oktober 2012 dengan tiga orang juvenil baru, sehingga jumlah koloni karang bulan ini menjadi 12 koloni. Pa da akhir sampling hanya 11 koloni yang tumbuh dengan rekrutmen karang juvenil baru. Jumlah karang juvenil Porites sp.

di kedua stasiun dari sampling awal sampai pengambilan sampel akhir meningkat pada setiap bulan sampling. Tapi jumlah koloni karang lebih tinggi di terumbu dangkal darip ada di terumbu dalam (Gambar 16). Hasil analisis ANOVA satu arah terhadap jumlah Porites sp yang baru direkrut dan jumlah koloni pada bulan sampling menunjukkan tidak 60 ada perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). Analisis uji -t juga menunjukkan jumlah Porites sp. ($R > 0,05$), sedangkan jumlah koloni yang merekrut ke stasiun berbeda secara signifikan ($P < 0,05$).

Analisis ANOVA satu arah menunjukkan bahwa persentase tingkat kelangsungan hidup Porites sp juvenile pada bulan sampling menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$), sedangkan hasil uji antar stasiun berbeda secara signifikan ($P < 0,05$). Gambar 15. Jumlah koloni rekrutmen dan pertumbuhan karang juvenil Porites sp. di terumbu karang yang dalam dan terumbu dangkal di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 0 5 10 15 20 25 30 Apr 2010 Okt 2010 Apr 2011 Sep 2011 Okt 2012 Apr 2013 Apr 2010 Okt 2010 Apr 2011 Sep 2011 Okt 2012 Apr-13 Terumbu cetek Terumbu dalam Jumlah koloni / 25m2 Bulan persampelan Pertumbuhan Rekrutmen baru Terumbu dangkal Terumbu dalam 61 Gambar 16. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenil Porites sp.

di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia Acropora sp. Pada bulan April 2010 pengambilan sampel di terumbu karang dangkal, 14 terumbu karang dicatat. Lima dari 14 terumbu karang terus tumbuh pada sampel Oktober 2010 dengan tingkat kelangsungan hidup 35,71% (Gambar 17).

Koloni perekrutan juvenil direkam pada bulan Oktober 2010, sehingga jumlah karang juvenil bulan ini menjadi 13 koloni . Dalam sampling April 2011, 11 rekrutmen juvenil baru yang tercatat dengan tujuh koloni lama terus tumbuh dari sampling bulan sebelumnya, membawa an gka juvenil pada bulan April 2011 menjadi 18 koloni.

Di antara 18 koloni, 13 koloni terus tumbuh dan mencatat delapan anggota baru pada sampling September 2011, sehingga jumlah juvenil untuk 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

100 Apr2010 - Oct2010 Oct2010 - Apr2011 Apr2011 - Sep2011 Sept2011 - Okt2012
Okt2012 - Apr2013 Persentase kelangsungan hidup (%) Bulan Terumbu cetek Terumbu
dalam Terumbu dangkal Terumbu dalam 62 merekrut sebanyak 21 koloni.

Hanya 12 koloni yang terus tumbuh pada bulan Oktober 2012 dengan jumlah orang
juvenil yang baru direkrut. Pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013,
sebuah koloni tercatat mati untuk membuat koloni sebanyak 11 koloni tanpa merekrut
karang juvenil baru. Gambar 17. Jumlah rekrutmen koloni dan pertumbuhan juvenil
Acropora sp.

pada terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia
Pada sampling di daerah terumbu karang pada bulan April 2010, 24 rekrutan juvenil
baru dicatat. Hanya tujuh koloni yang terus tumbuh selama bulan sampling berikutnya
bulan September 2010 dan empat pejuvenil an karang juvenil baru dicatat, sehingga 0 5
10 15 20 25 Apr 2010 Okt 2010 Apr 2011 Sep 2011 Okt 2012 Apr 2013 Apr 2010 Okt
2010 Apr 2011 Sep 2011 Okt 2012 Apr-13 Terumbu cetek Terumbu dalam Jumlah koloni
/25m2 Bulan Pertumbuhan Rekrutmen baru Terumbu dangkal Terumbu dalam 63
jumlah karang karang juvenil baru menjadi 11 koloni dengan tingkat kelangsungan
hidup 29,17% pada sampling April 2010 sampai September 2010. Tiga dari 11 koloni
terus tumbuh di sampling April 2011 dengan persentase merdeka sebesar 27,27%
(Gambar 18). Gambar 18.

Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenile Acropora sp. di terumbu
dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia Sebanyak tiga
rekrutan juvenil baru tercatat pada bulan April 2011, sehingga jumlah karang juvenil
menjadi enam koloni . Dua dari enam terumbu karang yang tercatat menghasilkan
empat konsekuensi yang tumbuh pada sampling September 2011.

Tiga rekrutan baru juga tercatat dalam sampling September 2011, 0 10 20 30 40 50 60
70 80 90 100 Apr2010 - Oct2010 Oct2010 - Apr2011 Apr2011 - Sep2011 Sept2011 -
Okt2012 Okt2012 - Apr2013 Persentase kelangsungan hidup(%) Bulan Terumbu cetek
Terumbu dalam Terumbu dangkal 64 sehingga jumlah juvenil tahun ini
menjadi tujuh koloni dengan tingkat kelangsungan hidup 66,67%.

Pada sampling bulan Oktober 2012, dua rekrutan juvenil baru dicatat dan enam koloni
pada sampel sebelumnya terus bertambah. Pada akhir sampling pada bulan April 2013,
hanya enam koloni tua yang dikembangkan dan perekrutan anak-anak baru dicatat
dengan persentase kelangsungan hidup 75% Hasil analisis ANOVA satu arah
menunjukkan bahwa jumlah karang juvenil Acropora sp.

Rekrutmen baru pada bulan sampling berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) sedangkan jumlah juvenil Acropora sp. Untuk bulan sampling tidak berbeda secara signifikan ($P > 0,05$). Analisis uji t menunjukkan jumlah karang Acropora sp. yang baru saja direkrut dan jumlah juvenil Acropora sp.

ke stasiun juga tidak berbeda secara signifikan ($P > 0,05$), uji Post-hoc menemukan jumlah karang Acropora sp juvenil. terhadap bulan sampling berbeda antara bulan sampling bulan April 2010 dengan pengambilan sampel pada bulan Oktober 2012 dan April 2013. Analisis ANOVA satu arah menunjukkan persentase tingkat kelangsungan hidup terumbu karang juvenil Acropora sp.

Untuk bulan sampling menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$), sedangkan hasil uji t antar stasiun berbeda nyata ($P > 0,05$). Uji post-hoc pada persentase terumbu karang juvenil antara bulan sampling bervariasi antara bulan Oktober - April 2010 dan Oktober 2012 - April 2013. Pocillopora sp. 65 Perubahan pertumbuhan terumbu karang pada masing-masing sampling mulai April 2010 sampai April 2013 ditunjukkan pada Gambar 19.

Sepuluh perekrutan juvenil Pocillopora sp. tercatat di terumbu dangkal dalam sampling April 2010 (Gambar 20). Dari sepuluh koloni kolonial terumbu karang, tujuh koloni terus tumbuh pada sampel berikutnya Oktober 2010 dengan tingkat kelangsungan hidup 70% (Gambar 21). Lima rekrutan baru dicatat pada sampel Oktober 2010, sehingga jumlah koloni ditemukan pada 12 koloni.

Enam dari koloni kemudian terus tumbuh dengan baik sampai sampling pada bulan April 2011, kemudian di bulan yang sama juga mencatat sembilan pejuvenilan karang juvenil baru yang menghasilkan jumlah juvenil hingga 15 koloni. Pada sampling September 2011, 13 koloni terus tumbuh dan empat rekrutan baru tercatat, sehingga total koloni menjadi 17 koloni.

Tujuh koloni terus tumbuh dan empat rekrutan baru juga ditemukan dalam sampling Oktober 2012. Pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013, 11 koloni terus tumbuh dan tiga karang rekrutmen baru telah muncul. 66 Gambar 19. Perubahan pertumbuhan terumbu karang pada setiap rentang sampling mulai April 2010 sampai April 2013 Gambar 20.

Jumlah koloni yang merekrut dan pertumbuhan karang juvenil Pocillopora sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia

Sampling	Terumbu dangkal	Terumbu dalam	Jumlah koloni
05 Apr 2010	10	5	15
15 Okt 2010	20	5	25
25 Apr 2011	10	5	15
15 Sep 2011	10	5	15
15 Okt 2012	10	5	15
15 Apr 2013	10	5	15
15 Apr 2010	10	5	15
15 Okt 2010	10	5	15
15 Apr 2011	10	5	15
15 Sep 2011	10	5	15
15 Okt 2012	10	5	15
15 Apr-13	10	5	15

Terumbu cetek Terumbu dalam Jumlah koloni

rekrutmen/25m 2) Bulan Pertumbuhan Rekrutmen baru Terumbu dangkal 67 Hasil sampling di terumbu karang mencatat total enam orang baru pada bulan April 2010.

Tiga dari enam rekrutan terus tumbuh pada bulan Oktober 2010 dan mencatat enam anggota baru, sehingga jumlah koloni yang merekrut bulan ini menjadi sembilan koloni. Dari sembilan koloni tersebut, hanya tujuh koloni yang terus tumbuh dengan persentase otonomi 77,78% dari sampling Oktober 2010 sampai April 2011. Enam anggota baru direkap pada bulan April 2011, sehingga jumlah koloni menjadi 11 koloni.

Pada pengambilan sampel berikutnya pada bulan September 2011 seluruh terumbu karang hidup 100% dan terus tumbuh. Gambar 21. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenil Pocillopora sp. di terumbu dangkal dan terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Apr2010 - Oct2010 Oct2010 - Apr2011 Apr2011 - Sep2011 Sept2011 - Okt2012 Okt2012 - Apr2013 Kelangsungan hidup (%) Bulan Terumbu cetek Terumbu dalam Terumbu dangkal 68 Selain itu, enam juvenil yang direkrut terdeteksi, sehingga jumlah karang juvenil hingga September 2011 oleh 17 koloni.

Pada pengambilan sampel pada bulan Oktober 2012, sembilan koloni bertahan dan berkembang dan menemukan empat anggota baru, sementara pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013 jumlah karang yang bertahan dan meluas adalah enam koloni dan menemukan empat koloni rekrutmen baru. Analisis ANOVA menghasilkan jumlah karang juvenil Pocillopora sp. yang baru saja direkrut dan jumlah juvenil ke bulan sampling berbeda secara signifikan ($P > 0,05$).

Analisis uji t jumlah karang Pocillopora sp. yang baru saja direkrut dan jumlah stasiun tidak berbeda secara signifikan ($P > 0,05$). Analisis ANOVA salah satu cara menunjukkan persentase kelangsungan hidup anak juvenil Pocillopora sp. ke bulan sampling dan analisis uji beda stetsen berbeda secara signifikan ($P > 0,05$). 5.2.4.

Analisis pertumbuhan karang juvenil Analisis pertumbuhan karang juvenile dilakukan dengan dua cara, dengan mengukur luas permukaan karang juvenil untuk Porites sp. dan dengan menghitung jumlah cabang yang meningkat untuk jenis bercabang bercabang (Acropora sp dan Pocillopora sp). Porites sp. dapat dideteksi dengan melihat luasnya permukaan karang juvenil, sedangkan pertumbuhan karang Acropora sp. dan Pocillopora sp.

dilakukan dengan menghitung jumlah cabang yang meningkat selama pengambilan sampel. Untuk enam kali sampling, perekrutan karang juvenil baru ditemukan di setiap plot di terumbu 69 dangkal dan terumbu karang di dalam stasiun. Beberapa rekrutmen

karang juvenil baru terus tumbuh pada pengambilan sampel berikutnya sementara yang lainnya tetap tidak dapat di akses (Gambar 22, Gambar 23, Gambar 24, Gambar 25, Gambar 26 dan Gambar 27). 70 Gambar 22. Rekrutmen dan pertumbuhan cabang juvenil *Acropora* sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia.

(a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 71 Gambar 23. Rekrutmen dan jumlah pertumbuhan cabang juvenil *Acropora* sp. di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 72 Gambar 24.

Rekrutmen dan pertumbuhan cabang juvenil *Pocillopora* sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 73 Gambar 25. Rekrutmen dan jumlah pertumbuhan cabang juvenil *Pocillopora* sp. di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia.

(a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 74 Gambar 26. Ukuran rekrutmen dan pertumbuhan juvenil *Porites* sp. di terumbu dangkal, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia. (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 Ukuran karang (cm²) Ukuran karang (cm²) Ukuran karang (cm²) Ukuran karang (cm²) Ukuran karang (cm²) Ukuran karang (cm²) 75 Gambar 27. Ukuran rekrutmen dan pertumbuhan juvenil *Porites* sp.

di terumbu dalam, Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia . (a) April 2010, (b) Oktober 2010, (c) April 2011, (d) September 2011, (e) Oktober 2010, (f) April 2013 76 5.2.5 Analisis statistik Gambar 28 menunjukkan korelasi yang lebih tinggi ($r^2 = -0,7469$) antara kepadatan karang juvenil dan intensitas cahaya rata-rata di terumbu dangkal dibandingkan dengan terumbu dalam ($r^2 = 0.1293$).

Gambar 29 juga menunjukkan korelasi antara kerapatan karang juvenil dan suhu air laut yang lemah untuk kedua terumbu karang, dimana $r^2 = -0,4494$ di terumbu dangkal dan $r^2 = 0,0747$ di terumbu dalam. Gambar 28. Hubungan antara kepadatan karang juvenil dengan intensitas cahaya. (a) terumbu dangkal dan (b) terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia $R^2 = 0.7469$ 0 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 0 10 20 30 40 50 60 Intensitas cahaya (Lux) Kepadatan juvenil karang (jumlah koloni/25m²) $R^2 = 0.1293$ 0 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 0 10 20 30 40 50 60 Intensitas cahaya (Lux) Kepadatan juvenil karang (jumlah koloni/25m²) b. a. 77 Gambar 29.

Hubungan antara kepadatan karang juvenil dengan suhu perairan. (a) terumbu dangkal dan (b) terumbu dalam di Lhokweng, Pulau Weh, Aceh, Indonesia 5.3. Pembahasan 5.3.1. Tutupan dan rekrutmen koloni karang **Pemanasan global yang mengakibatkan naiknya suhu permukaan laut di** tahun 2010, tidak hanya mempengaruhi pemutihan karang dewasa saja, namun juga berdampak pada rekrutmen terumbu karang di terumbu karang dangkal dan terumbu dalam. Kajian ini menemukan bahwa rekrutmen terumbu $R^2 = 0.4494$ 28.0

28.5 29.0 29.5 **30.0 30.5 31.0 31.5 32.0** 0 10 20 30 40 50 60 Suhu (°C) Kepadatan juvenil karang (jumlah koloni/25m²) $R^2 = 0.0747$ 28.0 28.5 29.0 29.5 **30.0 30.5 31.0 31.5 32.0** 0 **10 20 30 40 50 60** Suhu (°C) Kepadatan juvenil karang (jumlah koloni/25m²) 78 karang dan pertumbuhan di terumbu dalam telah menurun pada sampling Oktober 2010 dimana cakupan terumbu karang dewasa di stasiun tersebut menurun karena fenomena pemutihan yang mengakibatkan kematian.

Penurunan tutupan terumbu karang dewasa memiliki dampak negatif pada reproduksi karang. Pengurangan terumbu karang akan mempengaruhi jumlah terumbu karang di kedua stasiun karena rendahnya jumlah terumbu karang dewasa yang mampu menghasilkan larva karang untuk masa depan (Baird dan Marshall, 2002; Irizarry-Soto dan Weil, 2009; McClanahan et al., 2009).

Tidak semua rekrutmen karang yang terdeteksi pada awal pengambilan sampel akan dijumpai kembali ke sampling akhir. Jumlah rekrutmen karang *Acropora* sp. di terumbu dangkal adalah 44 koloni, namun hanya tiga koloni yang dapat direkam dari sampling awal sampai sampling akhir. Kehilangan koloni karang rekrutmen terbesar terjadi pada sampling kedua pada bulan Oktober 2010, setelah peristiwa pemutihan.

Pemutihan dianggap sebagai penyebab utama kematian karang juvenil. Hanya karang rekrutmen dari spesies *Porites* sp. yang bisa bertahan sejak awal rekrutmen hingga akhir sampling. Ini karena *Porites* sp. memiliki polip besar dan memiliki kemampuan untuk menahan sedimentasi atau pasir yang menempel padanya.

Selain itu, spesies ini juga tahan terhadap perubahan suhu yang besar. Jaringan tebal pada spesies *Porites* sp. menjadikan ia mampu bertahan dalam fenomena pemutihan. 79 Hasil penelitian dari Vivekanandan et al. (2008) **menunjukkan bahwa terumbu karang** dangkal mengalami lebih banyak penurunan tutupan karang daripada di terumbu dalam.

Hal ini menunjukkan bahwa karang di terumbu dangkal menerima dampak lebih parah dari fenomena pemutihan karang karena **intensitas cahaya yang diterima** lebih tinggi

dan lebih lama. Studi Tamu et al. (2012) juga menunjukkan bahwa fenomena pemutihan yang paling signifikan terjadi di Pulau Weh, Indonesia antara Mei 2010 dan Juli 2010 dimana suhu permukaan telah melampaui suhu bulanan maksimum.

Pada sampling bulan Oktober 2010 sampai April 2011, tutupan karang mati yang digunakan sebagai tempat rekrutmen terumbu karang baru menurun. Penurunan jumlah tutupan terumbu karang mati disebabkan oleh badai yang terjadi pada bulan Maret 2011 yang mengakibatkan terbawanya terumbu karang mati menuju ke tempat lain atau terkubur di pasir. Monsun juga menyebabkan karang mati hanyut atau membawa sejumlah besar pasir dan penimbunan karang.

Di daerah dangkal beberapa karang mati dapat dipecah menjadi pecahan karang oleh gelombang besar selama badai. Oleh karena itu penutup pasir pada sampling April 2011 lebih tinggi di terumbu dangkal. Badai juga mengurangi jumlah rekrutmen terumbu karang dan mengurangi luas terumbu karang atau batuan sebagai tempat terumbu karang melekatkan larva karena tertimbun oleh pasir (Miller et al., 2000; Crabbe et al., 2002; Lirman, 2003; Crabbe et al., 2008). Sawall et al.

(2010) menyatakan bahwa rekrutmen terumbu karang akan rendah 80 di daerah cuaca badai karena substrat perairan yang mendasari terus berubah sehingga sulit untuk merekrut karang baru. Disarankan agar stabilitas substrat penting untuk pemulihan terumbu karang setelah gangguan berskala besar. Rekrutmen karang setelah fenomena pemutih juga terbatas karena substrat dimana terumbu karang ditutupi alga.

Alga di perairan Lhokweng bisa tumbuh dengan cepat karena perairan sekitarnya sangat jernih, sehingga intensitas matahari bisa menembus ke dasar perairan. Kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh dampak badai dapat memindahkan substrat karang ke tempat lain, sehingga mengurangi jumlah substrat rekrutmen karang. Monsun menimbulkan efek sedimentasi yang menurunkan kelangsungan hidup rekrutmen karang.

Selain itu, musim hujan dapat menyebabkan pembuangan pasir yang dapat menyebabkan karang dan substrat baru dimana terumbu karang dikuburkan dan pasir yang menyebabkan akumulasi substrat yang menempel pada karang. Miller et al. (2000); Crabbe et al. (2002); Lirman (2003); dan Crabbe et al. (2008) menyatakan bahwa badai dapat membatasi atau mengurangi terumbu karang akibat gelombang besar, sedimentasi dan penebaran sinar matahari yang berkurang.

Sawall et al. (2010) menyatakan bahwa terumbu karang baru akan menurun setelah fenomena badai sementara menurut Phongsuwan (1991) menyatakan bahwa terumbu

karang di Laut Andaman Thailand akan lebih setelah badai karena kelimpahan substrat padat bagi larva yang melekat pada larva. Oleh karena itu, 81 Sawall et al.

(2010) menunjukkan bahwa stabilitas substrat penting untuk pemulihan terumbu karang setelah terjadi gangguan skala besar. Crabbe et al. (2002) menyatakan bahwa ada korelasi negatif yang signifikan antara rekrutmen dan badai karang. Rekrutan karang akan menurun selama badai yang kuat. Pendapat ini berbeda dengan situasi perekrutan di Lhokweng dimana dampak badai tidak mengurangi jumlah rekrutan terumbu karang.

Hal ini diduga karena letak kawasan Lhokweng yang terletak di wilayah laut terbuka, sehingga karang yang tinggal di daerah ini sudah terbiasa dengan dampak ombak dan arus kuat. Jumlah terumbu karang terbanyak tercatat pada bulan September 2011 dibandingkan bulan sampling lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa selama interupsi, dalam kasus pemutihan, telah berdampak negatif pada terumbu karang di Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia.

Setiap bulan pengambilan sampel menemukan terumbu karang di terumbu dangkal lebih banyak daripada di terumbu dalam. Hal ini mungkin disebabkan oleh intensitas cahaya di terumbu dangkal yang lebih tinggi daripada di terumbu dalam. Fakta ini didukung oleh tingginya korelasi antara kepadatan karang juvenil dan intensitas cahaya di terumbu dangkal ($r^2 = -0,7469$) dibandingkan terumbu rendah ($r^2 = 0,1293$).

Menurut Phongsuwan (1991), tingkat perekrutan yang lebih tinggi ditemukan di daerah terumbu karang terdalam di terumbu dalam di Phuket karena tingginya intensitas sinar matahari di terumbu dangkal. 82 5.3.2. Kelangsungan hidup karang juvenil Hasil penelitian ini adalah persentase juvenil *Porites* sp. tertinggi di kedua stasiun selama periode pemutihan. Juvenil *Pocillopora* sp. memiliki persentase kehidupan yang sama dengan anak juvenil *Porites* sp.

di terumbu dalam dan persentase sederhana tinggal di terumbu dangkal. Juvenil *Acropora* sp. memiliki tingkat kelangsungan hidup terendah di antara ketiga spesies karang di kedua terumbu karang. Hasil ini juga didukung oleh Guest et al. (2012) menunjukkan bahwa *Acropora* sp. dan *Pocillopora* sp.

memiliki tingkat kematian yang sangat tinggi di Pulau Weh, Indonesia selama pemutihan berlangsung antara Mei dan Juni 2010, sedangkan *Porites* sp. lebih tahan terhadap pemutihan. Tamu et al. (2012) juga menyatakan bahwa bercabang bercabang seperti *Acropora* sp. dan *Pocillopora* sp. biasanya akan memiliki kerugian yang tinggi terhadap suhu yang panas. Koroner ini akan cepat memutih dan cepat mati.

Sementara itu, *Porites* sp.

dewasa memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap pemutihan dimana karang membutuhkan lebih banyak waktu untuk memutihkan. Namun, karang ini tetap berdarah untuk waktu yang lama tapi jarang mengalami kematian secara keseluruhan. Loya et al. (2001) menyatakan bahwa toleransi tinggi *Porites* sp.

melawan pemutihan karena memiliki jaringan yang tebal dan memiliki lapisan jaringan tebal (baik untuk zooxanthallae) dan bentuk pertumbuhannya pun. Temuan juga menemukan bahwa tingkat kelangsungan hidup terumbu karang juvenil dari tiga spesies karang dalam kondisi 83 normal (April 2011 - September 2011) lebih tinggi daripada jika terjadi interupsi (April 2010 - April 2011).

Hal ini menunjukkan bahwa karang juvenil memiliki peluang bertahan lebih tinggi jika kondisi lingkungan berada dalam kondisi normal. McClanahan et al. (2009) menyatakan bahwa *Acropora* sp. sangat peka terhadap pemutihan sementara *Porites* sp. memiliki kemampuan toleransi yang tinggi terhadap pemutihan. Marshall dan Baird (2000) menemukan bahwa sebagian besar *Acropora* sp. dan *Pocillopora damicornis* dikelantang, sedangkan *Porites* sp. lebih tahan terhadap pemutihan.

Acropora sp. adalah spesies yang paling terpengaruh oleh fenomena pemutihan sedangkan *Pocillopora damicornis* mengalami pemutihan sedang, sedangkan *Porites* sp. hanya sedikit terpengaruh selama pemutihan karang di Okinawa (Loya et al., 2001). Dari hasil penelitian di Moorea Polinesia Perancis, Hoegh-Guldberg dan Salvat (1995) menunjukkan bahwa *Porites* sp. dikelantang sedikit dibandingkan *Acropora* sp.

dan *Pocillopora* sp. yang mengalami pemutihan yang terburuk. 5.3.3. Pertumbuhan karang juvenil Pada taraf juvenil, hanya ada tiga famili karang yang dapat diidentifikasi dan dibedakan sepanjang tahun pertama awal kehidupannya yaitu Acroporidae, Pocilloporidae dan Poritidae. *Acropora* sp. Satu bulan memiliki ukuran 0,15 cm, *Pocillopora* sp.

Dua bulan memiliki ukuran 0,32 cm, sedangkan *Porites* sp. Dua bulan memiliki diameter 0,17cm (Babcock et al., 2003). Tingkat pertumbuhan antara *Acropora* sp., *Pocillopora* sp. dan *Porites* sp. 84 juga berbeda satu sama lain. Dengan membandingkan ukuran terumbu juvenil seiring dengan pertumbuhannya, usia perekrutan dapat ditentukan. Umumnya, karang besar (*Porites* sp.)

Cenderung tumbuh lebih lambat daripada spesies bercabang (*Acropora* sp. dan *Pocillopora* sp.). Terumbu karang besar meningkatkan ukurannya dari 0,5 cm sampai 2

cm per tahun dan di lingkungan yang sesuai, karang juvenil dapat tumbuh hingga 4,5 cm setiap tahunnya. Sementara itu, bercabang bercabang bisa tumbuh lebih cepat sekitar 10 cm per tahun (Mondal et al., 2011).

Pertumbuhan dan kemandirian terumbu karang selalu dipengaruhi oleh gelombang, sementara karang besar memiliki tingkat ketahanan hidup yang lebih tinggi saat mereka melonjak sehingga mereka lebih tahan terhadap pertumbuhan (Barnes and Hughes, 1999). Temuan Edmunds (2007) menyatakan bahwa karang juvenil di St. John, US Virgin Islands memiliki keseluruhan rentang pertumbuhan berkisar antara 3 mm sampai 6 mm per tahun. *Acropora* sp.

di Kepulauan Phi Phi, Phuket, Thailand memiliki tingkat pertumbuhan 0,28 - 0,38 cm per tahun (Putchim et al., 2008). *Pocillopora damicornis* menunjukkan tingkat pertumbuhan 1,50 - 3,50 cm per tahun di Enewetak Atoll, Kepulauan Marshall (Richmond, 1987a). *Porites* sp. Di Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia ditemukan tumbuh 0,98 - 1,02 cm per tahun (Supriharyono, 2004).

Dalam penelitian ini, jenis karang juvenil yang dapat terdeteksi pada terumbu dangkal adalah karang dari famili *Acroporidae*, *Pocilloporidae* dan *Poritidae* dengan ukuran awal saat 85 dimulainya penelitian secara berurutan adalah 2.21 ± 0.77 cm, 1.80 ± 0.53 cm dan 2.80 ± 1.14 cm, sedangkan ukuran karang juvenil pada terumbu dalam adalah $2,61 \pm 1,01$ cm, $1,91 \pm 0,63$ cm dan $3,05 \pm 0,85$ cm.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat diperkirakan bahwa umur karang juvenil pada awal *Acropora* sp. mulai 13 - 15 bulan, *Pocillopora* sp. umur 11 - 12 bulan dan *Porites* sp. berkisar antara 15 sampai 17 bulan. Pada awal pengambilan sampel juga dapat dideteksi umur karang *Acropora* sp. sekitar tujuh sampai delapan bulan.

Dengan melihat ke belakang tujuh atau delapan bulan yang lalu dari bulan April, ditemukan bahwa merekrut jenis karang ini terjadi dari bulan Agustus sampai September. Kali ini juga bertepatan dengan waktu berkembang biak *Acropora* sp. yang mulai berlaku dari bulan Agustus sampai September. Hasil ini sejalan dengan hasil Chanmethakul et al. (2001), yang menyatakan bahwa waktu pemuliaan karang di Phuket terjadi dari bulan Agustus sampai September.

Hal ini tidak mengherankan karena kedua studi tersebut berada di Laut Andaman. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenil *Porites* sp. sampling pada bulan April 2010 dan Oktober 2010 tercatat sebagai persentase kemunduran tertinggi dibandingkan spesies karang lainnya di terumbu dangkal, sementara persentase kemandirian menurun di terumbu dalam.

Hal ini disebabkan bentuk Poritidae yang terbentuk secara besar-besaran dan bulat, menyebabkan selama pemanasan suhu air laut, tidak semua permukaan karang dikelantang. Tepi karang biasanya normal. Bila 86 kondisi air kembali normal, polip dan zooxanthellae di tepinya akan mengisi terumbu keputihan di bagian atas. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang juvenil *Acropora* sp. terus meningkat sampai September 2011 sampling di kedua stasiun.

Kemudian pada bulan Oktober 2012, terumbu karang dangkal mengalami penurunan persentase kemandirian dan sekali lagi meningkat pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013, sementara persentase terumbu karang asli terus meningkat sampai pengambilan sampel pada bulan Oktober 2012 dan pulih pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013.

Kenaikan dan penurunan independensi Karang juvenil pada setiap pengambilan sampel disebabkan oleh perubahan musim angin, dari musim barat hingga musim timur pada bulan Oktober. Lokasi penelitian yang terletak di sebelah timur pulau tersebut, mengakibatkan gelombang ombak memasuki pantai timur saat jatuhnya daerah penelitian. Sementara terumbu karang juvenil di terumbu dalam belum terpengaruh oleh fenomena monsun timur.

Kejadian yang sama juga terdeteksi pada jenis karang *Pocillopora* sp. Satu persen kemerdekaannya sangat beragam sesuai dengan fenomena alam yang terjadi saat itu. Fenomena yang menimbulkan gelombang yang besar dan dapat mematahkan jenis-jenis karang bercabang serta menghilangkan karang juvenil yang baru menempel. Sehingga ketika fenomena ini terjadi maka akan terjadi penurunan tutupan karang juvenil dan menurunkan jumlah karang yang rekrut. 87 BAB 6.

KESIMPULAN Pemanasan global adalah penyebab perubahan iklim. Pemanasan global yang terjadi pada tahun 2010, telah mempengaruhi terumbu karang di Pulau Weh, Aceh, Indonesia. Dampak terburuknya adalah meningkatnya suhu permukaan laut yang mencapai lebih dari 31 °C selama 30 hari, menghasilkan karang di perairan putih Pulau Weh, atau yang dikenal dengan fenomena pemutihan karang.

Suhu air yang tinggi dan intensitas sinar matahari memasuki perairan membuat zooxanthellae meninggalkan karang, sehingga warna karang menjadi putih. Sebanyak 85% karang di stasiun penelitian meledak akibat pemanasan global dan sebagian besar bertahan sehingga menyebabkan kematian akibat pelepasan zooxanthella dari tubuh karang.

Kematian terumbu karang juga didukung oleh tingginya intensitas sinar matahari, sehingga pertumbuhan mikroba alga cepat dan cepat dapat menemukan substrat yang sesuai untuk perkembangannya. Korosi terkompres adalah media yang sesuai untuk pertumbuhannya. Jadi dalam waktu singkat hampir semua karang di stasiun penelitian ditutupi oleh alga.

Secara umum, terumbu karang bisa pulih seolah airnya sesuai untuk kehidupan mereka. Setelah fenomena pemanasan berakhir, 86% karang mati karena pertumbuhan alga lebih cepat menutupi karang, sehingga zooxanthellae tidak dapat kembali ke terumbu karang.

Zooxanthellae, yang masih dalam tubuh karang, tidak bisa tumbuh lagi jika karangnya sudah tertutup oleh mikro alga, sehingga matahari tidak bisa masuk karang lagi, sehingga sisa zooxanthellae di terumbu karang tidak bisa membawa fotosintesis. Efek dari fenomena pemutihan membuat semua keluarga karang Acroporidae dan Pocilloporidae meninggal, sementara keluarga Poritidae hanya bisa bertahan.

Lebih dari 95% Acropora sp. dan Pocillopora sp. menderita setelah pendarahan maut (sampling Oktober 2010), sedangkan Porites sp. Angka kematian rata-rata hanya 3%. Indeks kematian karang setelah fenomena pemutihan terjadi adalah 0,65 - 0,85. Kematian yang disebabkan oleh beberapa terumbu ditutupi ganggang. Bila suhu air naik ($33,43 \pm 0,92^{\circ}\text{C}$), jumlah sinar matahari yang masuk ke air juga tinggi ($14.246,59 \pm 4367,72$ lux) sehingga pertumbuhan alga menjadi lebih cepat.

Alga membuat terumbu karang putih sebagai substrat pertumbuhan. Kondisi kualitas air (salinitas, fosfat, pH, nitrat) berada dalam kondisi normal dan tidak mempengaruhi terumbu karang pada saat terjadi fenomena pemutihan. Kualitas air normal juga mendukung pertumbuhan alga.

Rekrutmen karang penting dalam menentukan keberhasilan pengelolaan terumbu karang dan pemulihan terumbu karang setelah gangguan. Rekrutmen terumbu karang tertinggi tercatat pada sampel September 2011 dari 58 koloni / 25 m² di terumbu dangkal dan 34 koloni / 25 m². Rekrutmen terumbu rendah terjadi selama periode sampling pemutihan 39 koloni / 25 m² di terumbu dangkal dan 25 koloni / 25 m² di terumbu dalam.

Dari ketiga spesies karang juvenil, Porites sp. menunjukkan persentase tertinggi tinggal di terumbu dangkal dan terumbu dangkal (97,00% dan 69,89%) sedangkan Acropora sp. menunjukkan persentase kehidupan terendah di kedua kedalaman (58,00% dan 56,70%). Studi ini menunjukkan bahwa tutupan karang remaja pada kedua kedalaman

berbeda.

Terumbu muda di terumbu dangkal menunjukkan peningkatan cakupan dari 0,035 m² / 25 m² pada bulan April 2010 menjadi 0.145 m² / 25 m² pada akhir pengambilan sampel pada bulan April 2013, sementara cakupan terumbu karang di pedalaman meningkat sedikit dari 0,033m² / 25 m² menjadi 0,095 m² / 25 m² .

Terumbu karang di Lhokweng, Pulau Weh, Indonesia berbeda nyata ($P > 0,05$) antara stasiun terumbu dalam dan dangkal namun berbeda nyata ($P < 0,05$) antara bulan sampling. Perekrutan lebih banyak ditemukan di terumbu dangkal dan bukan terumbu dalam. Merekrut di Pulau Weh berlangsung sepanjang tahun, tergantung pada spesies dan kondisi perairan.

Faktor lingkungan yang paling berpengaruh di karang selama penelitian adalah suhu dan intensitas cahaya. Korelasi antara suhu dan intensitas cahaya terhadap kerapatan karang remaja di terumbu dangkal adalah $r^2 = - 0,449$ (suhu) dan $r^2 = - 0,747$ (cahaya), sedangkan terumbu dalam menunjukkan korelasi positif yaitu $r^2 = 0,075$ (suhu) dan $r^2 = 0,199$ (cahaya) .

Rata-rata analisis ANOVA terhadap suhu rata-rata dan intensitas cahaya harian pada masing- masing stasiun di Pulau Weh berbeda nyata ($P > 0,05$), sedangkan suhu rata-rata pada bulan sampling berbeda nyata ($P < 0,05$). Pemanasan global yang berakhir dengan pemutihan karang 90 menimbulkan kesan buruk pada terumbu karang dan terumbu karang dewasa.

Perlindungan terumbu karang harus ditingkatkan terutama di daerah dengan keragaman tinggi sehingga terumbu karang dapat pulih secara alami dan untuk melindungi pasokan larva. Kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah dalam bentuk peraturan atau undang-undang dalam pengelolaan pariwisata, perikanan, perencanaan tata ruang akan mempengaruhi pelestarian terumbu karang. 91 DAFTAR PUSTAKA Abdullah, A. L., Yasin, Z., Ismail, W. R., Shutes, B. & Fitzsimons, M. F. (2011).

Sediment fallout rates in Tanjung Rhu coral reefs. *Kajian Malaysia*, 29(2), 1-30. Abrar, M. 2005. Pemulihan populasi karang setelah pemutihan di Perairan Sipora, Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat.. *LIPI. Widyariset.* (8)1: 60-72 Anthony, K. R., Kline, D. I., Diaz-Pulido, G., Dove, S., & Hoegh-Guldberg, O. (2008). Ocean acidification causes bleaching and productivity loss in coral reef builders.

Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(45). Arnold, S.N. (2011). Spatial and temporal scales of coral recruitment and key ecological processes. Ph.D. Thesis.

University of Maine, U.S. Babcock, R. (1995). Synchronous multispecific spawning on coral reefs: Potential for hybridization and roles of gamete recognition. *Reproduction Fertility and Development*, 7 (4), 943-950. Babcock, R.C. & Heyward, A.J. (1986). Larval development of certain gamete-spawning scleractinian corals.

Coral Reefs 5: 111 – 116. Babcock, R.C. & Mundy, C.N. (1998). Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: Implications for depth - dependent settlement? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 223: 235 – 255. Babcock, R.C., Baird, A.H., Piroomvaragorn, S., Thomson, D .P. & Willis, B.L. (2003).

Identification of scleractinian coral recruits from Indo-Pacific reefs. *Zoological Studies* 42 (1): 211 – 226. Babcock, R.C., Bull, G.D., Harrison, P.L., Hayward, A.J., Oliver, J.K., Wallace, C.C, Willis, B.L. (1986). Synchronous spawning of 105 scleractinian coral species on Great Barrier Reef. *Marine Biology* 90: 379 – 394. Bachtiar I. (2002). Promoting recruitment of Scleractinian corals using artificial substrate in the Gili Indah, Lombok Barat, Indonesia.

In: Moosa (ed). Proc. Of the Ninth In Coral Reef Symp; Bali, 23-27 Oktober 2000. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, LIPI dan ISRS. 425-430 Baird, A.H. & Marshall, P.A. (2002). Mortality, growth and reproduction in scleractinian corals following bleaching on the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 237: 133 – 141. Baird, A.H., Blakeway, D.R., Hurley, T.J. & Stoddart, J.A. (2011).

Seasonality of coral reproduction in the Dampier Archipelago northern Western Australia. *Marine Biology* 158: 275 – 285. Baker, A. C., & Romanski, A. M. (2007). Multiple symbiotic partnerships are common in scleractinian corals, but not in octocorals: Comment on Goulet (2006). *Marine Ecology Progress Series*, 335, 237-242. Barnes, D. J., & Lough, J. M. (1993). On the nature and causes of density banding in massive coral skeletons.

Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 167(1), 91-108. Barnes, D. J., & Taylor, R. B. (1993). On corallites apparent in X - Radiographs of skeletal slices of *Porites*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 173(1), 123-131. Barnes, D.J., Lough, J.M. (1999). *Porites* growth characteristic in a change environment: Misima Island, Papua New Guinea, *Coral Reef* 18: 213 – 218. Barnes, R. S. K.,

& Hughes, R. N. (1999). *An introduction to marine ecology* (3rd ed.). Oxford England ; Malden, MA, USA: Blackwell Science. 270 p. Birkeland, C. (1997). *Life and death of coral reefs* . Springer Science & Business Media. 540 p. BPS. (2013) . Badan Pusat Statistik . Statistik daerah Kota Sabang 2013. Seksi neraca wilayah dan analisis statistik. Badan Pusat

Statistik Kota Sabang. 36 p. Brown B.E. (1997) Coral bleaching cause and consequences, Coral Reefs: S129 – S138.

93 Brown, B. E., & Ogden, J. C. (1993). Coral bleaching. *Scientific American*, 268(1), 64-70.
Brown, B. E., & Suharsono. (1990). Damage and recovery of coral reefs affected by El Niño related seawater warming in the Thousand Islands, Indonesia. *Coral Reefs*, 8(4), 163-170. Brown, B.E., Dunne, R.P., Chansang, H.(1996). Coral bleaching relative to elevated seawater temperature in the Andaman Sea (Indian Ocean) over the last 50 years.

Coral Reefs 15: 151 – 152. Buchheim, J. (1998). Coral Reef Bleaching Retrieved 1st of August 2011, 2011, from <http://www.marinebiology.org/coralbleaching.htm> Campbell, S.J., Pratchett, M.S., Anggoro, A.W., Ardiwijaya, R.L., Fadli, N., Herdiana, Y., Kartawijaya, T., Mahyiddin, D., Mukminin, A., Pardede, S.T., Rudi, E., Siregar, A.M. and Baird, A.H. (2007). Disturbance to coral reefs in Aceh, northern Sumatra: Impacts of the Sumatra -Andaman tsunami and pre- tsunami degradation.

Atoll Research Bulletin 544: 55 – 78. Carricart-Ganivet, J. P. (2004). Sea surface temperature and the growth of the West Atlantic reef-building coral *Montastraea annularis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302(2), 249-260.
Chanmethakul, T., Chansang, H., Meesawat, K. & Phongsuwan, N. (2001).

Spawning seasons of scleractinian corals in Southern part of Phuket Island., Thailand. Paper. 1 -16. Cinner J, McClanahan T, Daw T. (2009) Linking social and ecological system to sustain coral reef fisheries. *Current Biology* 19: 11- 15. Coles, S. L., & Jokiel, P. L. (1978). Synergistic effects of temperature, salinity and light on hermatypic coral *Montipora verrucosa*. *Marine Biology*, 49(3), 187-195. Coles, S.L., Jokiel, P.L. (1992).

Effect of salinity on coral reef. In: Connel D.W, Hawker D.W, Editor. Pollution in tropical aquatic system . CRC Press. Inc. Pp 149 – 166. 94 Connel, D. W., & Hawker, D. W. (1992). Pollution in tropical aquatic systems. In Pollution in tropical aquatic systems. CRC. Press, Inc. London. 252 p. Connell, J. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199 : 1302 – 1310 Connell, J. H., Hughes, T. P., & Wallace, C. C. (1997).

A 30 -year study of coral abundance, recruitment, and disturbance at several scales in space and time. *Ecological Monographs*, 67(4), 461- 488. Crabbe, M. J. C. (2010). Coral ecosystem resilience, conservation and management on the reefs of Jamaica in the face of anthropogenic activities and climate change. *Diversity* 2: 881 – 896. Crabbe, M. J. C. (2011). Effect of incorrect interpretation of population statistics in the description of coral population dynamics: Response.

Marine Environmental Research, 71(2), 147-148. Crabbe, M. J. C. (2012). Environmental effects on coral growth and recruitment in the Caribbean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92 (4), 747-752. Crabbe, M.J.C., Martinez, E., Garcia, C., Chub, J., Castro, L. & Guy, J. (2008). Growth modeling indicates hurricanes and severe storms are linked to low coral recruitment in the Caribbean. *Marine Environmental Research* 65: 364 – 368.

Crabbe, M.J.C., Mendes, J.M. and Warner, G.F. (2002). Lack of recruitment of non-branching corals in Discovery Bay is linked to severe storms. *Bulletin of Marine Science* 70 (3): 939 – 945. Davis, W. M. (1976). The coral reef problem. Huntington, N.Y.: R. E. Krieger Pub. Co. Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment. (2011). *Malaysia Marine Water Quality Criteria and Standard* .

Last update 14 -12-2011 available from: http://www.malaysia.gov.my/department_of_environment/malaysia.htm. Ditlev, H. (1980). A field-guide to the reef-building corals of the Indo-Pacific. Rotterdam: W. Backhuys. 95. Dodge, R. E., Jickells, T. D., Knap, A. H., Boyd, S., & Bak, R. P. M. (1984). Reef-Building Coral Skeletons as Chemical Pollution (Phosphorus) Indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 15 (5), 178-187. Done, T., Whetton, P., Jones, R.,

Berkelmans, R., Lough, J., Skirving, W., & Wooldridge, S. (2003). Global climate change and coral bleaching on the Great Barrier Reef. Final Report to the State of Queensland Greenhouse Taskforce through the Department of Natural Resources and Mines, 49. Douglas, A. E. (2003). Coral bleaching —how and why?. *Marine pollution bulletin*, 46(4), 385-392. Down C.A., Fath J.E., Halas J.C., Dustan P, Bemis J, Woodley C.M. (2002).

Oxidative stress and seasonal coral bleaching. *Free radical biology and medicine*. Vol 33, No 4, Pp 533 – 534. Edmunds, P. J. (2000). Patterns in the distribution of juvenile corals and coral reef community structure in St. John, US Virgin Islands. *Marine Ecology Progress Series*, 202, 113-124. Edmunds, P.J. (2007) . Evidence for a decadal -scale decline in the growth rates of juvenile scleractinian corals. *Marine Ecology Progress Series* 341: 1 – 13.

Edmunds, P.J. & Bruno, J. (2008). Biology of early life stage of tropical reef corals. In: *Encyclopedia of Earth*. Cleveland, C.J. (eds). Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington, D.C. <http://www.eoearth.org/view/article/51cbcd197896bb431f68fb31/> Last update 20 september 2010. Edmunds, P.J., Aronson, R.B., Swanson, D.W., Levitan, D.R. and Precht, W.F. (1998).

Photographic versus visual census techniques for the quantification of juvenile corals. *Bulletin of Marine Science* 62 (3): 937 – 946. Effendi, A., Hellgardt, K., Zhang, Z. G., & Yoshida, T. (2003). Characterisation of carbon deposits on Ni/SiO₂ in the reforming of CH₄-CO₂ using fixed - and fluidised -bed reactors. *Catalysis Communications*, 4(4), 203-207. Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air: bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisius. 258 p. 96 Engelhardt.

U. 2000. Monitoring protocol for assessing the status and recovery potential of scleractinian coral communities on reefs affected by major ecological disturbance. www.mcass/sc/coral. (20 April 2011) English, S., Wilkinson, C. & Baker, V. (1994). Survey manual for tropical marine resources. *Australian Institute of Marine Science*. Townsville. 34-80p. Fabricius, K. E. (2005).

Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 50(2), 125-146. Fadlallah, Y.H. (1983). Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. *Corals Reefs* 2: 129 – 150. Fan, T.Y., Li, J.J., Le, S.X. & Fang, L.S. (2002). Lunar periodicity of larval release by Pocilloporid corals in southern Taiwan. *Zoological Studies* 41: 288 – 294. Fang, L.S. & Chou, Y.C. (1992).

Concentration of fulvic acid in the growth bands of hermatypic corals in relation to local precipitation. *Corals Reefs* 11 : 187 – 191 Fankboner, P. V. (1971). Intracellular digestion of symbiotic zooxanthellae by host amoebocytes in giant clams (*Bivalvia: Tridacnidae*), with a note on the nutritional role of the hypertrophied siphonal epidermis. *The Biological Bulletin*, 141(2), 222-234. Fisk, D. A., & Harriott, V. J. (1990).

Spatial and temporal variation in coral recruitment on the Great Barrier Reef: implications for dispersal hypotheses. *Marine Biology*, 107(3), 485-490. Fitt, W. K., McFarland, F. K., Warner, M. E., & Chilcoat, G. C. (2000). Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching.

Limnology and oceanography, 45(3), 677-685. Forsman, Z.H., Rinkevich, B. & Hunter, C.L. (2006). Investigating fragment size for culturing reef -building corals (*Porites lobata* and *P. compressa*) in ex situ nurseries. *Aquaculture* . 261: 89 – 97. Gilmour, J.P., Smith, L.D. & Brinkman, R.M. (2009).

Biannual spawning, rapid larval development and evidence of self - seeding for scleractinian corals at an isolated system of reefs. *Marine Biology* 156: 1297 – 1309.

Glynn, P. W. (Ed.). (1990). **Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-southern oscillation**. Elsevier. Oceanography series 52. Goldberg, S., Lesch, S. M., & Suarez, D. L. (2001).

Predicting **boron adsorption by soils using soil chemical parameters in the constant capacitance model** (vol 64, pg 1356, 2000). **Soil Science Society of America Journal**, 65(6), 1872-1872. Gomez, E.D. & Ya p, H.Y. (1988). Monitoring reef condition. In: Kencghington R.A, Hudson BET, editor. **Coral reef management handbook**. Jakarta: UNESCO Regional office science and technology of Southeast Asia. Pp 187 – 195. Goreau, T. F. (1964).

Mass expulsion of zooxanthellae from Jamaican reef communities after Hurricane Flora. *Science*, 145(3630), 383-386. Goreau, T., McClanahan, T., Hayes, R., & Strong, A. (2000). **Conservation of coral reefs** after the 1998 global bleaching event. *Conservation Biology*, 14(1), 5-15. Grigg, R. W. (1995). Corals in Space and Time - the Biogeography and Evolution of the Scleractinia - Veron, Jen. *Science*, 269(5232), 1893-1894. Guest, J.R., Baird, A.H., Maynard, J.A.,

Muttaqin, E., Edwards, A.J., Campbell, S.J., Yewdall, K., Affendi, Y.A. and Chou, L.M. (2012). **Contrasting patterns of coral bleaching susceptibility in 2010 suggest an adaptive response to thermal stress**. *PLoS ONE* 7 (3): e33353. Halide, H., & Ridd, P. (2002). **Modelling coral bleaching events using a fuzzy logic** technique. *Fuzzy Logic*, 81, 352-362. Hallock, P., Mullerkarger, F. E., & Halas, J. C. (1993). **Coral -Reef Decline**.

Research & Exploration, 9(3), 358-378. Harriott, V. J., & Banks, S. A. (1995). **Recruitment of Scleractinian Corals** in the Solitary-Islands -Marine-Reserve, a High- Latitude **Coral-Dominated Community in Eastern** Australia. **Marine Ecology Progress Series**, 123(1-3), 155-161. 98 Harriott, V. J., & Banks, S. A. (2002).

Latitudinal variation in coral communities in eastern Australia: a qualitative biophysical model of factors regulating coral reefs. *Coral Reefs*, 21 (1), 83- 94. Harrison, P.L. (2011). **Sexual reproduction of scleractinian corals**. In : **Coral reefs: An ecosystem in** transition. Dubinsky, Z. and Stambler, N. (eds.). Springer Netherlands. p. 59 – 85. Highsmith, R. C. (1979). **Coral Growth -Rates and Environmental - Control of Density Banding**.

Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 37(2), 105-125 Hirose, M. & Hikada, M. (2006). **Early development of zooxanthella - containing eggs of the corals Porites cylindrical and Montipora digitata: The endodermal localization of zooxanthellae**. *Zoological Science* 23: 873 – 881. Hirose, M., Yamamoto, H. & Nonaka, M. (2008).

Metamorphosis and acquisition of symbiotic algae in planula larvae and primary polyps of *Acropora* spp. *Coral Reefs* 27:247 – 254. Hoegh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research*, 50(8), 839-866. Hoegh-Guldberg, O. & Salvat, B. (1995). Periodic mass-bleaching and elevated sea temperatures: bleaching of outer reef slope communities in Moorea, French Polynesia.

Marine Ecology Progress Series 121: 181 – 190. Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328(5985), 1523-1528. Hubbard, D.K. (1997). Reef as dynamic system. In: Birkeland CE (Ed) *The life and death of coral reefs*. Chapman and Hall. Publisher .NY. p.536 Hubbard, J. A. E. B., & Swart, P. K. (1982). Sequence and style in scleractinian coral Preservation in Reefs and Associated Facies.

Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 37(2-4), 165-219 Hughes, T. (1987). Skeletal density and growth form of corals. *Marine Ecology Progress Series* 35 : 259 – 266. 99 Hughes, T. P., Baird, A. H., Bellwood, D. R., Card, M., Connolly, S. R., Folke, C., Roughgarden, J. (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301 (5635), 929-933. Hughes, T.P., Baird, A.H., Dinsdale, E.A., Moltschaniwskyj, N.A.,

Pratchett, M.S., Tanner, J.E. and Willis, B.L. (1999). Patterns of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef. *Nature* 397: 59 – 63. Hughes, T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Caccarelli, D., Hoegh - Guldberg, O., McCook, L., Moltschaniwskyj, N., Pratchett, M.S., Steneck, R.S., and Willis, B. (2007). Phase shifts, herbivory and resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology* 17: 1 – 6. Hutagalung, H. P. (1987).

Mercury content in the water and marine organisms in Angke Estuary, Jakarta Bay. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 39 (3), 406- 411. Hutagalung, H. P., & Rozak, A. (1997). Metode analisis air laut, sedimen dan biota laut. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 188. IPCC (2007). Climate Change. *The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPPC), Cambridge: Cambridge University Press. Irizarry-Soto, E. & Weil, E. (2009).

Spatial and temporal variability in juvenile coral densities, survivorship and recruitment in La Parguera, southwestern Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 45 (2-3): 269 – 281. Jokiel, P. L., & Coles, S. L. (1990). Response of Hawaiian and Other Indo-Pacific Reef Corals to Elevated- Temperature. *Coral Reefs*, 8(4), 155-162. Jompa, J., Yusuf, S., Suharto, Satari, D.Y. (2010).

First record of relative severe coral bleaching in Spermonde Archipelago, South Sulawesi Indonesia : Potential consequences and management challenges. Center for coral reef research Hasanuddin University. **International small island and coral reef symposium, Ambon 4** – 6 August 2010. 100 Khokitattiwong, S. & Yu, W. (2012). Note on the occurrence of high sea surface **temperature in the Andaman** Sea, in 2010. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 71: 1 – 9.

Knowlton, N., Weil, E., Weigt, L. A., & Guzman, H. M. (1992). Sibling Species in *Montastraea annularis*, **Coral Bleaching, and the Coral Climate Record**. *Science*, 255(5042), 330-333 Lane, D. J. W. (2012). **Acanthaster planci impact on coral communities at permanent transect sites on Bruneian reefs, with a regional overview and a critique on outbreak causes.**

Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(4), 803-809. Lee, C.S., Walford, J. & Goh, B.P.L. (2009). Adding coral rubble to substrata enhances settlement of *Pocillopora damicornis* larvae. *Coral Reefs* 28: 529 – 533. Lesser, M. P., Stochaj, W. R., Tapley, D. W., & Shick, J. M. (1990).

Bleaching in coral reef anthozoans: effects of irradiance, ultraviolet radiation, and temperature on the activities of protective enzymes against active oxygen. *Coral Reefs*, 8(4), 225-232. Lirman, D. (2003). **A stimulation model of the population dynamics of the branching coral *Acropora palmata* effects of storm intensity and frequency.**

Ecological Modelling 161: 169 – 182. Litz, N., & Blume, H. P. (1985). The Behavior of the Herbicide 2,4,5-T in German Soils under Arable Land and Forest. ***Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde***, 148(3), 289-305. Lough, J. M., & Barnes, D. J. (2000). **Environmental controls on growth of the massive coral *Porites*.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 245(2), 225-243. Lough, J. M., & Cooper, T. F.

(2011). **New insights from coral growth band studies in an era of rapid environmental change.** *Earth- Science Reviews*, 108(3-4), 170-184. Loya, Y., Sakai, K., Yamazato, K., Nakano, Y., Sambali, H. & Woesik, R.V. (2001). Coral bleaching: the winners and the losers. ***Ecology Letters* 4: 122 – 131.** Macdonald, I. A., & Perry, C. T. (2003). Biological degradation of coral framework in a turbid lagoon environment, Discovery Bay, north Jamaica. *Coral Reefs*, 22(4), 523-535.

Mallela, J., & Crabbe, M. J. C. (2009). **Hurricanes and coral bleaching linked to changes in coral recruitment in Tobago.** *Marine Environmental Research*, 68(4), 158-162. Marshall, P.A. & Baird, A.H. (2000). Bleaching of corals **on the Great Barrier Reef: differential susceptibilities among taxa.** *Coral Reefs* 19: 155 – 163. Marshall, P.A., Schuttenberg, H.Z.

(2006). A reef manager guide to coral bleaching Great Barrier Reef Marine Park authority, Townsville, Qld. Marubini, F.,

& Davies, P. S. (1996). Nitrate increases zooxanthellae population density and reduces skeletogenesis in corals. *Marine Biology*, 127(2), 319-328. McClanahan, T. (2004). Coral bleaching, diseases and mortality in the western Indian Ocean. *Coral Health and Disease*, 157- 176. McClanahan, T.R., Weil, E., Cortés, J., Baird, A.H. & Ateweberhan M. (2009). Consequences of coral bleaching for sessile reef organisms.

In: *Ecologies Studies 205: Coral Bleaching - Patterns, Processes, Causes and Consequences*. Oppen M.J.H. and Lough J.M. (eds.). Springer Berlin Heidelberg, p. 121 – 138. McCook, L. J. (2001). Competition between corals and algal turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 19(4), 419-425. McDONALD, I.A., Perry, C.T. (2003). Biological degradation of coral framework in Yurbin lagoon environment, Discovery Bay, North Jamaica.

Coral reefs (22) 523 – 535 McGuire, M.P. (1998). Timing of larval release by *Porites astreoides* in the northern Florida Keys. *Coral Reefs* 17: 369 – 375. McLaughlin, C.J., Smith, C.A., Buddermeier, B.A., Bartley, J.D., Maxweel, B.A. (2003). River, run off and reef. *Global and Planetary Change* (39): 191 – 199. 102 McLaughlin, Zahl JJA, Nowak A. In vitro analysis of nutritional requirements and population dynamics of some free living Phytoplankton and symbiotic algae (Zooxanthella).

Proc Int Bot. Congr. Edinburgh. 1964: 242. Meng, P. J., Lee, H. J., Wang, J. T., Chen, C. C., Lin, H. J., Tew, K. S., & Hsieh, W. J. (2008). A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality of coral reefs, southern Taiwan. *Environmental Pollution*, 156(1), 67-75. MENLH. (2004). Menteri Negara Lingkungan Hidup. Keputusan an Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut.

Kantor menteri negara kependudukan dan lingkungan hidup, Jakarta. Miller, M.W., Weil, E. & Szmant, A.M. (2000). Coral recruitment and juvenile mortality as structuring factors for reef benthic communities in Biscayne National Park, USA. *Coral Reefs* 19: 115 – 123. Mondal, T., Raghunathan, C. & Ramakrishna. (2011). New recruitment of diverse scleractinian corals in little Andaman Island after tsunami.

Indian Journal of Geo-Marine Sciences 40 (5): 653 – 656. Moosa M.K. 2001. Terumbu karang Indonesia dan permasalahan yang dihadapi. Makalah seminar nasional terumbu karang Universitas Negeri Jakarta. Munasik, M., Widyatmoko, W. (2005). Reproduksi karang *Acropora aspera* di Pulau Panjang Jawa Tengah. *Ilmu Kelautan. Indonesia Journal Marine Sciences*. Marine science departement. FPIK Dipenogoro University.

Semarang, Indonesia. Munasik, Suharsono, Situmorang J, Kamiso H.N. (2008). Timing of larval release by reef coral *Pocillopora damicornis* at Panjang Island, Central Java. *Marine Research in Indonesia* . 33(1): 33- 39. Mundy, C.N. (2000). An appraisal of methods used in coral recruitment studies. *Coral Reefs* 19: 124 – 131. Murdoch, M. H., Chapman, P. M., Johns, D. M., & Paine, M. D. (1997).

Chronic effects of organochlorine exposure in 103 sediment to the marine polychaete *Neanthes arenaceodentata*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(7), 1494-1503. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2006). National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS). Operational satellite coral bleaching monitoring products methodology at: <http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/bleaching5km/index.php> National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2011). National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS).

Daily 5 -km satellite coral bleaching thermal stress monitoring product suite. US Dept. Commerce, Nat. Oceanic Atmosphere. Admin. Available at:

<http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/bleaching5km/index.php> Nontji A. (1984).

Peranan zooxanthella dalam ekosistem terumbu karang. *Oseana* . : 3:74-87. Nontji, A. (2002). Coral reefs of Indonesia : past, present and future. In *Proceedings of the Ninth International Coral Reef Symposium*, Bali, 23-27 October 2000, (Vol. 1, pp. 17-27).

Nybakken, J. W. (1993). *Marine biology : an ecological approach* (3rd ed.). New York, NY: HarperCollins College Publishers. Obura, D. O. (2009). Reef corals bleach to resist stress. *Marine Pollution Bulletin*, 58(2), 206-212. Obura, D., & Grimsditch, G. (2009). Resilience Assessment of coral reefs: Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. Gland, Switzerland: IUCN. 71 p. Odum, E.

P. (1993). *Ecology and our endangered life-support systems* (2nd ed.). Sunderland, Mass.: Sinauer Associates. 283 p. Omori, M., Fukami, H., Kobinata, H., & Hatta, M. (2001). Significant drop of fertilization of *Acropora* corals in 1999: An after-effect of heavy coral bleaching?. *Limnology and Oceanography*, 46(3), 704-706. Pastorok, R. A., & Bilyard, G. R. (1985). *Effects of Sewage Pollution on Coral-Reef Communities*.

Marine Ecology Progress Series, 21(1-2), 175-189. Philip, E & Khatarina, F. (2003).

Photophysiological stress in scleractinian corals. In response to short term sedimentation. *Journal of experimental marine biology and ecology* (287): 57 – 78.

Phongsuwan, N. (1991). Recolonization of a coral reef damaged by a storm on Phuket Island, Thailand. *Phuket Marine Biological Research Bulletin* 56: 75 – 83. Putschim, L.,

Thongtham, N.,

Hewett, A. & Chansang, H. (2008). Survival and growth of *Acropora* spp. In mid -water nursery and after transplanted at Phi Phi Islands, Andaman Sea, Thailand. Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft Lauderdale, Florida 24: 1258 – 1261.
Rasband, W.S. (1997 -2011). ImageJ. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA.
Richmond, R.H. (1997). Reproduction & recruitment in corals. In: Life & Death of coral reefs.

Birkeland, C. (eds). Chapman & Hall. p. 175 – 197 <http://imagej.nih.gov/ij/> Richmond, R. H. (1987a). Energetic Relationships and Biogeographical Differences among Fecundity, Growth and Reproduction in the Reef Coral *Pocillopora-Damicornis*. Bulletin of Marine Science, 41(2), 594-604. Richmond, R. H. (1987b).

Energetics, Competence, and Long - Distance Dispersal of Planula Larvae of the Coral *Pocillopora-Damicornis*. Marine Biology, 93(4), 527-533. Richmond, R. H. (1997).
Reproduction and recruitment in corals: critical links in the persistence of reefs. Life and death of coral reefs. Chapman & Hall, New York, 175-197. Richmond, R. H., & Hunter, C. L. (1990). Reproduction and Recruitment of Corals - Comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red -Sea.

Marine Ecology Progress Series, 60(1-2), 185-203. Rosser, N.L. & Gilmour, J.P. (2008). New insights into patterns of coral spawning on Western Australian reefs. Coral Reefs 27: 345 – 349.
105 Rossetto, T., Peiris, N., Pomonis, A., Wilkinson, S. M., Del Re, D., Koo, R., & Gallocher, S. (2007). The Indian ocean tsunami of December 26, 2004: observations in Sri Lanka and Thailand. Natural Hazards, 42(1), 105-124. Rudy, E. (2006).

Rekrutmen karang (skleraktinia) di ekosistem terumbu karang kepulauan Seribu DKI Jakarta. Desertasi Pasca Sarjana, IPB. Bogor. Salvat, B. (1987). Dredging in coral reefs. In B. Salvat (Ed.), Human impacts on coral reefs: facts and recommendations (pp. 165- 184). Moorea, French Polynesia: Antenne Museum EPHE Samidjan, I. (2005).

Sukses s truktur komunitas pada terumbu buatan di perairan Pulau Menjangan Besar dan Gon Waru Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. . Desertasi Pasca Sarjana, IPB. Bogor. Saputra, S. (2004). Kelimpah juvenil karang batu dan variasi spasio temporal pada s substrat keras di lokasi utara dan s elatan Pulau Payung Kepulauan Seribu Jakarta.

Thesis Pasca Sarjana, IPB. Bogor Sawall, Y., Phongsawan, N. & Richter, C. (2010). Coral recruitment and recovery after the 2004 Tsunami around the Phi Phi Islands (Krabi Province) and Phuket, Andaman Sea, Thailand. Helgoland Marine Research 64 (4): 357 –

365. Sheppard, C. (2002). Coral Reef: Ecology, Threats and Conservation. Worldlife Library. USA. p:1-20 Siringoringo, R.

M. (2009). Potensi pemulihan komunitas karang batu pasca gempa dan tsunami di perairan Pulau Nias, Sumatra Utara. Desertasi Pasca Sarjana, IPB. Bogor. 80 p
Stafford-Smith, M.G. (1993). Sediment rejection efficiency of 22 species of Australian Scleractinian Corals. Marine Biology (115) : 229 – 243. Stoddart, J.A. & Black, R. (1985). Cycles of gametogenesis and planulation in the coral *Pocillopora damicornis*. Marine Ecology Progress Series 23: 153 – 164. Strong, A. E.,

Goreau, T. J., & Hayes, R. L. (1998). Ocean Hot Spots and Coral Reef Bleaching: January --July 1998. Reef Encounters, 24, 20-22. 106 Suharsono (1984). Reproduksi karang batu. Pusat Penelitian Biologi Laut. LON-LIPI, Jakarta Oseana Vol.IX.No 4: 116 – 123 Suharsono (1999). Bleaching event followed by mass mortality of corals in 1998 in Indonesian. Di dalam : Romimohtarto (ed).

Proceeding the Ninth Joint Seminar on Marine and Fisheries Sciences, Bali, 7 -9 Desember 1998. Jakarta : JSPS -LIPI. Hlm. 179-187 . Sukarno (2008). Penentuan kecepatan pemulihan (recovery rate) terumbu karang di Indonesia dan masalahnya. CRITC - COREMAP – LIPI. Jakarta 80 p. Sukarno M., Hutomo M., Moosa M.K., Darsono P. (1983). Terumbu karang di Indonesia : Sumberdaya, permasalahan dan pengelolannya. Proyek studi potensi sumberdaya alam Indonesia.

Studi potensi sumberdaya hayati ikan, Jakarta. LIPI. Lembaga Oceanografi Nasional. 112 p. Supriharyono. (2000). Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis . Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 102 p. Supriharyono. (2004). Growth rates of the massive coral *Porites lutea* Edward and Haime, on the corast of Bontang, east Kalimantan, Indonesia.

Journal of Coastal Development 7 (3): 143 – 155. Supriharyono. (2007). Konservasi ekosistem sumberdaya hayati di wilayah pesisir dan laur tropis (Cet. 1. ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 89 p. Suryono CA, Irwani, Indarjo A. (1998). Coral ble aching sebagai bioindikator peningkatan suhu air laut. Universitas Diponegoro. Semarang. 2 – 5. Tanner, J.E. (1996). Seasonality and lunar periodicity in the reproduction of Pocilloporid corals. Coral Reefs 15: 59 – 66. Taylor, D. L. (1969).

Identity of zooxanthellae isolated from some Pacific Tridacnidae. Journal of Phycology, 5(4), 336-340. Thamrin, T., Hafiz, M., & Mulyadi, A. (2004). Pengaruh Kekeruhan Terhadap Densitas Zooxanthellae pada Karang Scleractinia *Acropora aspera* di Perairan Pulau Mursala dan Pulau Poncan 107 Sibolga, Sumatera Utara. Ilmu Kelautan:

Indonesian Journal of Marine Sciences, 9(2), 82-85. Tomascik, T. (1991).

Settlement -Patterns of Caribbean Scleractinian Corals on Artificial Substrata Along a Eutrophication Gradient, Barbados, West -Indies. **Marine Ecology Progress Series**, 77(2-3), 261-269. Tomascik, T., Mah, A. J., Nontji, A., & Moosa, M. K. (1997). **The ecology of the Indonesian seas**; Part One, **The ecology of Indonesia** series: Vol. VII, Periplus editions, Singapore. Vanmoorsel, G. W. N. M. (1985).

Disturbance and Growth of Juvenile Corals (Agaricia -Humilis and Agaricia -Agaricites, Scleractinia) in Natural Habitats on the Reef of Curacao. **Marine Ecology Progress Series**, 24(1-2), 99-112. Veron, J. E. N. (1986). Distribution of Reef-Building Corals. *Oceanus*, 29(2), 27-31. Veron, J. E. N. (1993). Corals of Australia and the Indo -Pacific. Honolulu: University of Hawaii Press. p. 47 – 50. Veron, J.E.N. (2000). Reef evolution. *Science*, 287(5454), 811-812.

Vivekanandan, E., Ali, M.H., Jasper, B. & Rajagopalan, M. (2008). Thermal t hresholds for coral bleaching in the Indian seas. *Journal of the Marine Biological Association of India* 50 (2): 209 – 214. Wallace, C. C. (1985). **Reproduction, Recruitment and Fragmentation in 9 Sympatric Species of the Coral Genus Acropora**. *Marine Biology*, 88(3), 217-233. Wallace, C.C.

(1999) Staghorn coral of the word: a revision of the coral genus *Acropora*. Colling wood, VIC, Australia. 419 p Westmacott, S. (2000). **Management of bleached and severely damaged coral reefs**. Gland ; Cambridge: IUCN. 32 p. Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S., & West, J. (2000). **Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis**. Terjemahan Jan Henning Steffen. The Nature Conservation Bureau Ltd Newbury. Inggris. 46 p.

Whitten, T. (2000). *The ecology of Sumatra* (Vol. 1). Tuttle Publishing. Widyariset . (8)1: 60-72 108 Wilkinson, C. David, S. Jeremy, G. 2006. *Status Terumbu Karang di Negara-Negara Yang Terkena Tsunami 2005* (Terjemahan). ins titute of Marine Science. Townsville Australia. Williams, D. E., Miller, M. W., & Kramer, K. L. (2008). Recruitment failure in Florida Keys *Acropora palmata*, a threatened Caribbean coral. *Coral Reefs*, 27(3), 697-705. Yonge, C. M. (1968).

Review lecture: living corals. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences** , 329-344. 109 INDEKS A *Acropora*, vi, 11, 13, 49, 61, 62, 63, 64, 68, 70, 71, 78, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 98, 100, 102, 103, 104, 106, 107, 108 alga, 2, 3, 6, 15, 16, 18, 25, 27, 28, 32, 80, 87, 88 Amonia, 28 B biota, i, 1, 4, 52, 99, 102 C cahaya, vii, 2, 12, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 25, 28, 52, 54, 76, 79, 81, 89 Cahaya, 22 E ekologi, 5, 14 Ekosistem,

1, 7, 21 F fosfor, 29, 30 fotosintesis, 7, 17, 21, 22, 25, 26, 27, 88 G genus, 12, 32, 49, 107 H hewan, 2, 6, 7, 17, 23, 28, 32, 36, 51, 52 I Indonesia, vi, vii, 3, 13, 23, 37, 51, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 84, 87, 89, 92, 93, 99, 102, 103, 106, 107 J juvenil, iv, vi, vii, 4, 11, 12, 14, 32, 34, 41, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 105 K kapur, v, 6, 7, 8, 21 karang, i, iii, iv, v, vi, vii, viii, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 102, 105, 106 kelangsungan hidup, vi, 26, 46, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 80, 82, 85 kelimpahan, 5, 14, 18, 53, 80 110 koloni, iv, v, vi, 4, 7, 11, 12, 24, 32, 34, 35, 45, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 77, 78, 88 komunitas, 1, 4, 5, 9, 14, 23, 53, 105 L larva, 5, 9, 12, 14, 15, 24, 51, 52, 53, 78, 79, 80, 90 N nitrat, 27, 28, 29, 88 Nitrat, 27 nitrogen, 27, 28, 29 O oksigen, 17, 22, 24, 27, 29 organisme, 1, 6, 23, 26, 27, 28, 29 P padatan, 25 pemanasan global, 1, 36, 77, 87, 89 pemulihan, 1, 3, 5, 14, 15, 40, 52, 54, 80, 81, 88, 105, 106 pemutihan, i, iii, iv, v, viii, 2, 3, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 36, 37, 39, 40, 42, 45, 47, 49, 50, 54, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 87, 88, 91 pemutihan karang, i, iii, iv, 2, 17, 22, 36, 37 perubahan iklim, 1, 19, 36, 87 Pocillopora, vi, vii, 11, 13, 50, 65, 66, 67, 68, 72, 73, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 100, 102, 104, 105 polip, v, 4, 6, 7, 8, 10, 78, 86 populasi, 2, 4, 9, 12, 17, 18, 24, 30, 91 Porites, vi, vii, 13, 28, 49, 54, 58, 59, 60, 61, 68, 74, 75, 78, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 92, 96, 98, 100, 101, 106 R reproduksi, iii, viii, 2, 4, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 18, 26, 36, 51, 53, 54, 78 Reproduksi, iii, 7, 9, 11, 51, 102, 106 respirasi, 23, 26 S salinitas, 7, 12, 21, 23, 24, 54, 88 Siklus, v, 10 simbiosis, 2, 16, 17, 18 spesies, viii, 7, 13, 21, 49, 78, 82, 84, 85, 89 Spesies, 11, 34, 49 Stylophora, 11 suhu, i, v, vii, viii, 1, 2, 3, 7, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 28, 36, 52, 54, 76, 77, 78, 79, 82, 85, 87, 88, 89, 106 T terumbu karang, i, iii, iv, vi, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 47, 49, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 102, 103, 105, 106 tropis, 7, 18, 36, 38, 106 tutupan, iii, iv, v, viii, 4, 31, 33, 37, 45, 46, 47, 48, 52, 55, 56, 78, 79, 86, 89 Z zooxanthellae, 2, 6, 12, 17, 21, 22, 23, 25, 28, 36, 86, 87, 88, 96, 97, 98, 101, 106 111

INTERNET SOURCES:

<1% -

<http://pejalanhitammanis.blogspot.com/2016/06/makalah-produksi-tanaman-tentang.html>

<1% -

<http://acmadfish.blogspot.com/2011/01/kegiatan-manusia-dan-kerusakan-terumbu.html>

<1% -

<http://lioneledykuliahbrawijayauniversity.blogspot.com/2013/01/pengaruh-kerusakan-te>

rumbu-karang.html

<1% -

<http://rangkeum.blogspot.com/2015/01/pengaruh-perubahan-iklim-global-climate.html>

<1% - https://hamimnova.files.wordpress.com/2009/05/76-tata-busana_jilid_1.pdf

<1% - <http://www.bukupr.com/2014/01/contoh-kata-pengantar-dalam-pembuatan.html>

<1% - <https://www.slideshare.net/YoggaHaw/tugas-merancang-kapal-ii-daftar-isi>

<1% -

[http://docplayer.info/125036-Daftar-isi-kata-pengantar-ii-daftar-isi-iii-daftar-gambar-v-](http://docplayer.info/125036-Daftar-isi-kata-pengantar-ii-daftar-isi-iii-daftar-gambar-v-daftar-tabel-viii-peta-kedudukan-bahan-ajar-ix-glosarium.html)

[daftar-tabel-viii-peta-kedudukan-bahan-ajar-ix-glosarium.html](http://docplayer.info/125036-Daftar-isi-kata-pengantar-ii-daftar-isi-iii-daftar-gambar-v-daftar-tabel-viii-peta-kedudukan-bahan-ajar-ix-glosarium.html)

<1% - <http://www.repository.wima.ac.id/3396/2/Bab%201.pdf>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/43809/2009rng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<1% - <https://www.scribd.com/document/359038145/Status-Terumbu-Karang-2017>

<1% - http://media.unpad.ac.id/thesis/230210/2008/230210080003_3_7944.pdf

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/278242914_REFLEKSI_KONDISI_PERIKANAN_ACEH_UNTUK_MENATA_DAN_MENYONGSONG_MASA_DEPAN_YANG_GEMILANG

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/53289/2011mul.pdf;sequence=1>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Oktiyas_Luthfi/publication/294431336_Sebaran_Spasiaal_Karang_Keras_Scleractinia_di_Perairan_Pulau_Panjang_Jepara/links/56c124f808ae44da37fc20c3/Sebaran-Spasial-Karang-Keras-Scleractinia-di-Perairan-Pulau-Panjang-Jepara.pdf

<1% - <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtpk/article/viewFile/10042/11635>

<1% - https://simbelmawa.ristekdikti.go.id/Docs/Pedoman_PKM_2017.pdf

<1% - <http://ria-poenya.blogspot.com/>

<1% -

<http://digilib.uin-suka.ac.id/13227/2/BAB%20I,%20VII,%20DAFTAR%20PUSTAKA.pdf>

<1% - <http://sigitkus.lecture.ub.ac.id/files/2013/10/Naskah-Buku-Matek-I.pdf>

<1% - <https://www.scribd.com/document/340481795/Majalah-Geologi-Indonesia>

<1% -

<https://www.scribd.com/doc/313599497/3-Panduan-Identifikasi-Dan-Pemantauan-Biofisik>

<1% -

<https://es.scribd.com/doc/313599497/3-Panduan-Identifikasi-Dan-Pemantauan-Biofisik>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/53904/Lampiran.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

<1% -

<https://es.scribd.com/doc/294346613/Buku-Panduang-Monitoring-Terumbu-Karang-Fin>
al

<1% - <https://www.slideshare.net/lombkTBK/reproduksi-hewan-1>

<1% -

<http://teukuseven6714.blogspot.co.id/2013/05/laporan-pengambilan-data-terumbu-karang.html>

<1% - <http://liz-wa.blogspot.com/2009/02/terumbu-karang.html>

<1% -

http://kroniksastradanbudaya.blogspot.com/2015/02/pengelolaan-sumberdaya-pesisir-dan-laut_10.html

<1% -

<https://www.scribd.com/document/38065949/Efek-Pemanasan-Global-Terhadap-Terumbu-Karang>

<1% - <https://www.scribd.com/document/192554550/inventarisasi-ikan>

<1% - <https://www.scribd.com/document/365625118/2011iba-pdf>

<1% - <https://carapemanasanglobal.blogspot.co.id/>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/259932076_Menghadapi_masa_depan_yang_tak_pasti_Bagaimana_hutan_dan_manusia_beradaptasi_terhadap_perubahan_iklim

<1% - <https://ktikebidanancom.wordpress.com/category/sistem-pencernaan/>

<1% -

<http://www.mongabay.co.id/2017/07/17/terumbu-karang-di-nusantara-membaik-namun/>

<1% -

<http://faridmuzaki.blogspot.com/2011/01/biologi-dan-ekologi-pemutihan-karang.html>

<1% -

<http://imfran-imfranpurba.blogspot.com/2012/04/laporan-praktikum-suhu-satop-1.html>

1% -

<https://www.scribd.com/doc/102052663/Dampak-Pemanasan-Global-Terhadap-Terumbu-Karang>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Lalu_Jaelani/publication/304221304_STUDY_OF_CORAL_BLEACHING_MAPPING_USING_HIGH_RESOLUTION_IMAGES_A_case_study_The_Water_Area_of_PLTU_Paiton_Probolinggo/links/5769f7c708ae2d7145ba8918.pdf?origin=publication_list

<1% - <https://id.coralwatch.org/bleaching-event-indonesia>

<1% - <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/marine/article/view/181/144>

<1% - <https://id.wikipedia.org/wiki/Aceh>

<1% -

<http://www.ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=FPIK&page=article&op=download&path%5B%5D=3217&path%5B%5D=2789>

<1% - https://www.researchgate.net/profile/Abrar_Muhammad2

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/14443/H09soe.pdf?sequence=2>

<1% - <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/205e453a7d45a15a52811fd36bd35d95.pdf>

<1% -

<http://bp3ambon-kkp.org/2013/02/04/pengaruh-sea-level-rise-terhadap-ekosistem-terumbu-karang/>

<1% -

<http://konservasi-laut.blogspot.com/2011/09/peranan-simbiosis-zooxanthellae-dalam.html>

<1% - <http://cendry-wadja.blogspot.com/>

<1% - http://www.academia.edu/9313777/laporan_kuliah_lapangan_biologi_laut

<1% -

<http://sukarmin-idrus.blogspot.com/2012/03/transplantasi-karang-batu-acropora.html>

<1% - <https://irma26srsilaban.wordpress.com/2013/05/10/ekosistem-terumbu-karang/>

<1% - <http://digilib.unila.ac.id/1945/7/BAB%20II.pdf>

<1% - <https://cester20.wordpress.com/2012/01/01/>

<1% -

<http://ardian-sea24.blogspot.com/2009/11/terumbu-karang-yang-memperindah-bawah.html>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/57110/BAB%20II%20TINJAUAN%20PUSTAKA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

<1% - <https://www.scribd.com/document/205622559/Ekologi-Laut>

<1% - <http://laut-kita.blogspot.com/2011/>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/365625324/6-Coastal-Baseline-Timor-Leste-docx>

<1% - <http://berbagi-tugas.blogspot.com/2012/04/reproduksi-tumbuhan.html>

<1% - <https://desintabioholic.wordpress.com/2012/02/01/reproduksi-sel/>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/43066/Bab%20II.%20Tinjauan%20Pustaka%202006ham2.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

<1% - <https://www.scribd.com/document/345422204/Laporan-Praktikum-Koralogi>

<1% - <https://eijeiai.wordpress.com/2016/02/20/page/2/>

<1% -

<http://zekibl.blogspot.com/2015/05/makalah-spermatogenesis-dan-oogenesis.html>

<1% -

<http://alirahmatdeepblueseas.blogspot.com/2009/03/ekosistem-terumbu-karang.html>

<1% - <http://www.biologiedukasi.com/2015/08/ciri-ciri-reproduksi-dan-klasifikasi.html>
<1% - <http://digilib.unila.ac.id/14849/2/bab%202.pdf>
<1% - <http://catatanku-11.blogspot.com/2015/06/>
<1% - <http://arjanipuspitarini.blogspot.com/2013/12/jamur.html>
<1% -
<https://es.scribd.com/doc/87580082/Teknik-Pembibitan-Tanaman-Dan-Produksi-Benih>
<1% - <http://senagilas.blogspot.com/>
<1% - <https://dombafarm.wordpress.com/pakan-terna/bahan-pakan-ternak/>
<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016703706020813>
<1% - https://issuu.com/haluan_kepri/docs/haluankepri_21jun14
<1% - <http://marinescience-nirwan.blogspot.co.id/2011/>
<1% -
<http://iwangeodrsgurugeografismamumhammadiyah1tasikmalaya.yolasite.com/oseanografi.php>
<1% - <https://www.scribd.com/document/360061506/ANDIYARI>
<1% -
https://princekevin019.blogspot.co.id/2015/04/makalah-pemanasan-global_2.html
<1% - <https://syahriartato.wordpress.com/2013/05/>
<1% - https://issuu.com/mp-post/docs/mp0507_0e60861671d118
<1% - <https://erghimhammadnur2412.wordpress.com/>
<1% -
<https://perikanan-tangkap.blogspot.com/2010/02/terumbu-karang-adapt-or-die.html>
<1% - http://irma-teknikkimia.blogspot.com/2013/04/pembuatan-garam_9116.html
<1% -
https://www.kompasiana.com/lhapiye/pemutihan-terumbu-karang_5615b7f491fdfd39058f7d48
<1% - <https://www.scribd.com/document/247115757/Jurnal-ITKT-Vol-4-No-1-Juni-2012>
<1% - <http://bambangsyahputra.blogspot.com/2010/06/ekologi-karang-terumbu.html>
<1% -
<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/57796/BAB%202%20TINJAUAN%20PUSTAKA.pdf>
<1% -
<http://kejarlingkunganhidupspensya.blogspot.ca/2012/09/ekosistem-terumbu-karang.html>
<1% - <https://namikazeirfandi.blogspot.com/2018/03/kalsifikasi-karang-koralogi.html>
<1% -
http://www.academia.edu/2941006/Kajian_Pertumbuhan_dan_Kandungan_Karaginan_Rumput_Laut_Kappaphycus_alvarezii_Yang_Terkena_Penyakit_Ice_Ice_Di_Perairan_Pulau_Pari_Kepulauan_Seribu
<1% - <http://chyrun.com/laporan-ilmiah-parameter-pengukuran/>

<1% -

<http://lulumukhoyyaroh.blogspot.com/2015/10/makalah-ekologi-pengelolaan-terumbu.html>

<1% - <http://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/download/1607/1599>

<1% -

<https://id.123dok.com/document/9ynd6gjz-inventarisasi-potensi-ekosistem-terumbu-karang-untuk-wisata-bahari-snorkeling-dan-selam-di-pulau-kera-pulau-lutung-dan-pulau-burung-di-kecamatan-sijuk-kabupaten-belitung.html>

<1% -

<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=433401&val=6199&title=STUDY%20OF%20HIDROLOGICAL%20CONDITION%20FOR%20ARTIFICIAL%20REEF%20LOCATIONS%20IN%20TANJUNG%20BENOA%20BALI>

<1% - <https://zaifbio.wordpress.com/author/zaifbio/page/15/>

<1% - http://ajeng-erma-fst12.web.unair.ac.id/artikel_detail-97781-Umum-Algae.html

<1% - <https://defishery.wordpress.com/2011/03/12/oceanografi/>

<1% -

<https://ilmupengatahuanhukum.blogspot.com/2016/01/makalah-pencemaran-sungai.html>

<1% - <http://www.ilmusocial.com/laut/>

<1% -

<http://contohmakalah4.blogspot.com/2013/01/pengaruh-globalisasi-terhadap-bangsa.html>

<1% - <http://tantikawulan.blogspot.co.id/2011/04/terumbu-karang.html>

<1% - <https://www.scribd.com/doc/43025808/Skrining-Fitokimia-Karang-Lunak>

<1% -

<http://agridtoceanographers.blogspot.com/2012/01/menentukan-kualitas-suatu-perairan-di.html>

<1% -

<https://rennyambar.wordpress.com/2013/07/09/ekosistem-lamun-dan-terumbu-karang/>

<1% - <http://ilh4m-fresh.blogspot.com/2012/06/makalah-limnologi-padatan-dan.html>

<1% - <https://destyginting.wordpress.com/2010/12/11/limnologi/>

<1% -

<https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/08/parameter-fisika-kimia-biologi-penentu-kualitas-air-2/>

<1% - <http://gracemustamu.blogspot.com/2014/12/pengelolaan-wilayah-pesisir.html>

<1% - <http://andriwij.blogspot.com/2016/06/pencemaran-air-sungai-di-jakarta-dan.html>

<1% - <http://lisnaahaya01.blogspot.com/#!>

<1% -

https://www.kompasiana.com/diveradios/dampak-pemanasan-global-fenomena-pengasaman-laut-terhadap-terumbu-karang_54f74b50a3331137728b48c3

<1% -

http://www.academia.edu/26077013/Efek_Pengasaman_laut_terhadap_ekosistem_terumbu_karang

<1% - http://teloanyar.blogspot.com/2012/10/faktor-fisiko-kimia-sungai_7190.html

<1% - <http://digilib.unila.ac.id/8113/16/BAB%202.pdf>

<1% -

<http://mediapenyuluhanperikananpati.blogspot.com/2013/12/manfaat-fitoplankton-didalam-proses.html>

<1% - <https://www.scribd.com/doc/110746086/Laporan-Praktikum-Oseanografi-Kimia>

<1% - <http://kereta-sains.blogspot.com/2011/11/siklus-nitrogen.html>

<1% - <http://arnigirsang.blogspot.co.id/2012/08/pengaruh-pasang-surut-terhadap.html>

<1% - <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/download/4275/4127>

<1% - <https://www.scribd.com/doc/89448423/Materi-kuliah-Biologi-Perairan-Bioper>

<1% - <http://digilib.unila.ac.id/3834/8/BAB%20II.pdf>

<1% -

<https://www.scribd.com/doc/205772088/Makalah-Kimia-Lingkungan-Analisa-Uji-Fisik-Air-Minum-dalam-Kemasan-docx>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Pelita_Octorina/publication/317102533_HUBUNGAN_KEANEKARAGAMAN_FITOPLANKTON_DENGAN_KUALITAS_AIR_DI_SITU_MINERINA_BEKAS_GALIAN_PASIR_GEKBRONG_CIANJUR_-_JAWA_BARAT/links/59269289aca27295a8f4d5de/HUBUNGAN-KEANEKARAGAMAN-FITOPLANKTON-DENGAN-KUALITAS-AIR-DI-SITU-MINERINA-BEKAS-GALIAN-PASIR-GEKBRONG-CIANJUR-JAWA-BARAT.pdf

<1% - <http://suctipto71.blogspot.com/2015/12/kualitas-air.html>

<1% -

<https://www.scribd.com/doc/180840676/BAB-II-Tinjauan-Pustaka-wilayah-pesisir-pdf>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/335481735/Laporan-Praktikum-Dinamika-Ekosistem-Perairan-Kelompok-5-Satu-10-00-Wib>

<1% -

http://www.academia.edu/4410807/TINJAUAN_PUSTAKA_Pengertian_Ekosistem_MangroveUniversitas_Sumatera_Utara

<1% -

<http://andifaizalbahriskel.blogspot.com/2010/11/analisis-nitrat-dan-fosfat-pada-sedimen.html>

<1% - <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/download/6949/6673>

<1% - <https://hayunosakurablog.wordpress.com/tag/tss/>

<1% - <http://gudangilmufisheries.blogspot.com/2016/#!>

<1% -

<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/13128/hamzah%20TIDAK%2>

OADA%20ABSTRAK.txt?sequence=1

<1% - <http://zerliselvika.blogspot.com/2015/04/terumbu-karang.html>

<1% -

<http://ukiranperjuanganpelangi.blogspot.com/2012/03/konservasi-rehabilitasi-dan-studi-kasus.html>

<1% - <https://www.scribd.com/document/321246698/Ekologi-Kuantitatif>

<1% -

<https://id.123dok.com/document/dzxrkw4z-distribusi-dan-preferensi-habitat-spons-kelas-demospongiae-di-kepulauan-seribu-provinsi-dki-jakarta-1.html>

<1% - <https://es.scribd.com/doc/137161112/terumbu-karang>

<1% -

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/66534/Chapter%20III-V.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

<1% -

<https://www.scribd.com/doc/309444600/Pedoman-Restocking-Jenis-Ikan-Terancam-Punah>

<1% - <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jiks/article/download/2127/1150>

<1% - <http://seafast.ipb.ac.id/publication/journal/jtip-vol-xxiii-no-1-2012-p94-99.pdf>

<1% - <https://www.scribd.com/document/53407757/Penginderaan-Jauh-1>

<1% -

<http://gspmk-makassar.blogspot.com/2008/04/pemanasan-global-dan-perubahan-iklim.html>

<1% -

<http://www.technology-indonesia.com/index.php/pertanian-dan-pangan/perikanan/1384-lipi-rilis-data-terbaru-kondisi-terumbu-karang-indonesia>

<1% - <http://gapurasejarah.blogspot.com/feeds/posts/default>

<1% -

<http://skripsimakalahtetia.blogspot.co.id/2016/04/dampak-sosial-ekonomi-masyarakat.html>

<1% -

<http://tjiptosubadi.blogspot.co.id/2011/01/ccontoh-bab-iii-metode-penelitian.html>

<1% - <https://arifuddinali.blogspot.com/2012/04/pulau-di-aceh.html>

<1% - <http://docplayer.info/48996083-Bab-iii-metode-penelitian.html>

<1% - <http://kelair.bppt.go.id/Jtl/2006/khusus2/01weh.pdf>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/13206456/Mihardja-D-K-W-S-Pranowo-2001-Kondisi-Perairan-Kepulauan-Seribu>

<1% - <https://www.scribd.com/document/365026689/Deskripsi-Negara-Asean>

<1% - https://id.wikipedia.org/wiki/Nanggroe_Aceh_Darussalam

<1% -

<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/konsep-pemerintah/bpdas-citarum-ciliwung/>
<1% -

<https://www.scribd.com/doc/98088220/Strategi-Nasional-Dan-Rencana-Aksi-Pengelolaan-Lahan-Basah-Di-Indonesia>
<1% -

<http://atriatrihafsari.blogspot.com/2014/10/data-pertumbuhan-ekonomi-indonesia.html>
<1% -

<https://id.123dok.com/document/nzwm2r0q-akuntabilitas-dan-keberlanjutan-pengelolaan-kawasan-terumbu-karang-di-selat-lembeh-kota-bitung.html>
<1% -

http://www.academia.edu/7967052/SUSTAINABLE_TOURISM_DEGRADASI_TERUMBU_KARANG_AKIBAT_AKTIFITAS_PARIWISATA
<1% -

<http://albestcouple.blogspot.com/2009/11/al-best-couple.html>
<1% -

<https://www.scribd.com/doc/210756721/perencanaan-kawasan-pesisir>
<1% -

<https://serdaduceмара.wordpress.com/category/uncategorized/page/5/>
<1% -

http://kumpulantugassekolahnyarakabintang.blogspot.com/2014/11/kenampakan-alam-di-wilayah-daratan-dan_6.html
<1% -

<https://news.detik.com/berita/3754807/fenomena-supermoon-bisa-dilihat-lagi-2-januari-2018>
<1% -

<http://www.calameo.com/books/0025919378c98195723f5>
<1% -

<https://ml.scribd.com/doc/127001613/soal-dan-pembahasan-spmb-ipa-2002>
<1% -

<https://www.scribd.com/doc/130979641/Jurnal-Bappeda-2012-Low>
<1% -

<http://docplayer.info/49771437-Salah-satu-alasan-kenapa-masih-rendahnya-jumlah.html>
<1% -

<https://vdocuments.site/documents/99840309200907551pdf.html>
<1% -

http://www.batan.go.id/ptlr/08id/files/u1/sntpl8/proceeding/30%20Agus%20Gindo%20_259-264_.pdf
<1% -

<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=86934&val=1242>
<1% -

https://semnas.unikama.ac.id/lppm/prosiding/2017/1.SAINS%20&%20TEKNOLOGI/Pungky%20Slamet%20Wisnu%20Kusuma_Penelitian_Sains%20dan%20Teknologi.pdf
<1% -

<https://romypradhanaarya.wordpress.com/2010/06/09/laporan-inflasi-bulan-mei-2010/>
<1% -

https://www.youtube.com/watch?v=8U_Zmy49PEg
<1% -

<http://ardivedca.blogspot.com/>
<1% -

<https://elgisha.wordpress.com/category/biologi/>

<1% - <http://rengkiik08.blogspot.com/2011/>

<1% - <http://anchor-anchordoank.blogspot.com/feeds/posts/default>

<1% - <http://afirmankaryono.blogspot.co.id/2010/>

<1% - http://www.academia.edu/9576695/ALFIAN_PALALLO_L111_08_295_

<1% -
<http://dorie-stranger.blogspot.com/2009/12/2003-wazir-mawardi-posted-3-january.htm>
|

<1% - <https://www.slideshare.net/RiyanIbanezty/ipa-smp-kelas-8-31504341>

<1% -
<https://www.scribd.com/doc/294346613/Buku-Panduang-Monitoring-Terumbu-Karang-Final>

<1% -
http://www.academia.edu/6666701/BAB_I_PENGAWETAN_BAHAN_NABATI_DAN_HEWANI

<1% -
<http://gerakanindonesiahijau.blogspot.com/2010/11/peran-strategis-masyarakat-pendidikan.html>

<1% - <https://smartaccounting.files.wordpress.com/2011/03/amkp08.pdf>

<1% -
<https://www.scribd.com/doc/288423815/Prosiding-Seminar-Nasional-Biologi-Akuatik-UNSOED-2010>

<1% -
<https://es.scribd.com/doc/312015440/Bunga-Rampai-Penginderaan-Jauh-Indonesia-Edisi-1-pdf>

<1% -
<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=299793&val=5146&title=Kesuburan%20Tanah%20pada%20Sistem%20Budidaya%20Konvensional%20dan%20SRI%20di%20Kabupaten%20Aceh%20Besar>

<1% - <http://puslitbang.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg/article/download/286/195>

<1% -
<https://www.scribd.com/doc/272336268/pengaruh-jenis-pakan-berbeda-terhadap-pertumbuhan-belut-sawah>

<1% -
<http://docplayer.info/50013189-Prosiding-seminar-nasional-strategi-pembangunan-perikanan-dan-kelautan-berwawasan-lingkungan.html>

<1% - https://www.researchgate.net/profile/Oktiyas_Luthfi

<1% - <https://fauzimsp.wordpress.com/>

<1% -
<https://www.scribd.com/document/360311042/Perkembangan-Dan-Pertumbuhan-Karang-Jenis>

<1% -
<https://www.scribd.com/doc/294889032/Analisis-pengelolaan-Terumbu-Karang-pdf>
<1% - <http://infojournals.blogspot.com/feeds/posts/default>
<1% - https://www.researchgate.net/profile/Bram_Setyadji
<1% - <https://es.scribd.com/doc/62740349/Jurnal-Vol-2-No-2-Des-2010>
<1% -
<http://docplayer.info/32129464-Keterkaitan-perawatan-metode-kanguru-pmk-terhadap-tingkat-stres-ibu-konsumsi-asi-dan-pertumbuhan-fisik-bayi-hepti-muliyati.html>
<1% - <http://docplayer.info/50985481-Jurnal-ilmu-dan-teknologi-kelautan-tropis.html>
<1% -
<https://www.scribd.com/doc/293867550/PRODUKTIVITAS-PADANG-PENGGEMBALAAN-SABANA-TIMOR-BARAT>
<1% - <http://profil-sejarah.blogspot.com/2014/>
<1% - http://www.academia.edu/12423618/LAPORAN_PRAKTIKUM_KORALOGI
<1% -
<http://docplayer.info/35106885-Sumber-stres-strategi-koping-dan-tingkat-stres-pada-buruh-perempuan-berstatus-menikah-dan-lajang.html>
<1% - <http://budidaya-perairan.blogspot.co.id/2009/03/>
<1% - <https://adeputraselayar.wordpress.com/2012/07/06/laporan-penelitian/>
<1% -
<https://www.scribd.com/doc/233550996/ASPEK-BIOLOGI-REPRODUKSI-KERANG-TOTOK>
<1% -
http://sait-tdc.ca/SCORM_Upload/PTPR%206002%20v3.6f%20-%20CAE%20-%20Aug-21-2012/pdf/table1A.pdf
<1% - <https://www.scribd.com/doc/315562078/Jurnal-itkt52>
<1% -
<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/51564/2011iba.pdf;sequence=1>
<1% -
<https://beringing.wordpress.com/2012/06/22/hubungan-persentase-penutupan-karang-dan-kelimpahan-ikan-di-daerah-perlindungan-laut-dpl-desa-waha-kecamatan-wangi-wangi-kabupaten-wakatobi/>
<1% - <https://www.scribd.com/document/369495536/Resume-Bioper>
<1% - <https://pkptgarut2016.wordpress.com/category/profil-desa/>
<1% - http://www.academia.edu/9786666/Data_Skrip
<1% -
<https://rinoekapratama.wordpress.com/2013/01/07/makalah-ekonomi-sumber-daya-hutan-konservasi-keanekaragaman-hayati/>
<1% -
https://www.researchgate.net/profile/Camellia_Tito/publication/262673183_Kondisi_pH_dan_Suhu_pada_Ekosistem_Terumbu_Karang_di_Perairan_Nusa_Penida_dan_Pemuteran_

Bali/links/564598ac08ae9f9c13e5f86a/Kondisi-pH-dan-Suhu-pada-Ekosistem-Terumbu-Karang-di-Perairan-Nusa-Penida-dan-Pemuteran-Bali.pdf

<1% -

<http://andre4088.blogspot.com/2012/07/faktor-pembatas-pertumbuhan-mangrove.html>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Ofri_Johan/publication/261285451_Potensi_Budidaya_Karang_Hias_Ekonomis_Penting_Mendukung_Perdagangan_Karang_yang_Berkelanjutan_di_Indonesia/links/00463533c15257f643000000.pdf?inViewer=0&pdfJsDownload=0&origin=publication_detail

<1% - <https://cester20.wordpress.com/2011/12/31/organisme-perairan/>

<1% -

<http://mudah-bahasaindonesia.blogspot.com/2016/02/contoh-kalimat-menggunakan-kata-sekitar.html>

<1% - [https://id.wikipedia.org/wiki/X-Men_\(serial_film\)](https://id.wikipedia.org/wiki/X-Men_(serial_film))

<1% -

<http://docplayer.info/50236363-Distribusi-fitoplankton-berdasarkan-waktu-dan-kedalaman-yang-berbeda-di-perairan-pulau-menjangan-kecil-karimunjava.html>

<1% - <https://berbagitrip.blogspot.com/search/label/Info>

<1% - https://issuu.com/waspada/docs/waspada__selasa_6_april_2010

<1% - <http://lautkita.blogspot.com/2012/>

<1% -

<http://zhangiswandi.blogspot.com/2012/10/pengertianfungsi-dan-cara-merawat.html>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/341328579/Prosiding-Seminar-Nasional-Biologi-USU-2012-pdf>

<1% -

<http://arifpanduwinata271087.blogspot.com/2013/11/potensi-dan-persebaran-sumberdaya-laut.html>

<1% - <https://issuu.com/biodiversitasunsjournals/docs/d080200all>

<1% - http://aff.fkh.ipb.ac.id/wp-content/uploads/2011/06/sumarmin_AB_JVet_2008.pdf

<1% - <http://bahcriel.blogspot.com/2015/06/analisis-kebijakan-terkait-reklamasi.html>

<1% - <http://humanities.usm.my/index.php/geography/dr-anisah-lee-abdullah>

<1% -

<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/14b0dfbd-a616-4dea-a676-507bc1100225/files/factsheet-gbr-science-references-list.docx>

<1% - <http://www.publish.csiro.au/rd/RD9950943>

<1% - <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2108/zsj.24.1169>

<1% - <http://epubs.aims.gov.au/handle/11068/3514>

<1% - <https://coraltraits.org/resources?all=true>

<1% -
<https://researchonline.jcu.edu.au/view/jcu/4705C9348F53EC475957BD0A28B19483.html>
<1% - <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/277/1682/715>
<1% -
http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/46676/Daftar%20Pustaka_%202011mab1.pdf
<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07924259.2012.752766>
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/248706325_Symbiotic_specificity_association_patterns_and_function_determine_community_responses_to_global_changes_Defining_critical_research_areas_for_coral-Symbiodinium_symbioses
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/223266073_On_the_nature_and_causes_of_density_banding_in_massive_coral_skeletons
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/256229894_On_corallites_apparent_in_X-radio_graphs_of_skeletal_slices_of_Porites
<1% - https://www.researchgate.net/publication/285266537_Sclerochronology
<1% - <http://www.e-bookdownload.net/search/life-in-death>
<1% - http://www.ncl.ac.uk/tcmweb/ctcms/tmr_publications_96-03.html
<1% - <http://www.endangeredspeciesinternational.org/coralreefs9.html>
<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00222930701847915>
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/225588449_Monthly_skeletal_extension_rates_of_the_hermatypic_corals_Montastraea_annularis_and_Montastraea_faveolata_Biological_and_environmental_controls
<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08920753.2014.904261>
<1% - <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009829319862>
<1% - https://www.beds.ac.uk/research-ref/ibest/postgrad/coral_reef
<1% - <https://espace.library.uq.edu.au/uqjortiz>
<1% - https://www.researchgate.net/publication/256968972_Author_response
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/231868832_Environmental_effects_on_coral_growth_and_recruitment_in_the_Caribbean
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/230738918_Seventy-kilodalton_protein_density_in_Porites_spp_Possible_useful_proxy_for_cold_stress_in_coral_reefs
<1% -
<https://www.doe.gov.my/portalv1/en/info-umum/piawaian-dan-kriteria-kualiti-air-marin-malaysia/301>

<1% - http://archive.epa.gov/ged/coralreef/web/html/long_toxics.html
<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s00338-003-0353-y>
<1% -
<http://www.worldcat.org/title/global-climate-change-and-coral-bleaching-on-the-great-barrier-reef-final-report-to-the-state-of-queensland-greenhouse-taskforce-through-the-department-of-natural-resources-and-mines/oclc/225190391>
<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17451000.2017.1367098>
<1% -
<https://cdr.lib.unc.edu/indexablecontent/uuid:91033d08-220e-427a-b86e-b9168a183047?dl=true>
<1% - <http://www.bu.edu/earth/files/2015/06/Cleveland-Cutler-1-20-15.pdf>
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/248160469_Unexpectedly_high_coral_coverage_in_Chinwan_Inner_Bay_Pescadores_a_proposed_site_for_a_Marine_Protection_Area
<1% - <http://www.publish.csiro.au/mf/MF08333>
<1% - https://archive.epa.gov/ged/coralreef/web/html/long_corallinealgae.html
<1% - <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009JG001264/supinfo>
<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-011-0771-8>
<1% - <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0007995>
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/275615372_Intracellular_Digestion_of_Symbiotic_Zooxanthellae_by_Host_Amoebocytes_in_Giant_Clams_Bivalvia_Tridacnidae_with_a_Note_on_the_Nutritional_Role_of_the_Hypertrophied_Siphonal_Epidermis
<1% - <https://taxo4254.wikispaces.com/Tridacna+squamosa>
<1% - https://archive.epa.gov/ged/coralreef/web/html/long_seastars.html
<1% -
http://www.academia.edu/14468703/Influence_of_heterotrophic_feeding_on_the_survival_and_tissue_growth_rates_of_Galaxea_fascicularis_Octocorralia_Occulinidae_in_aquaria
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/225893089_Biannual_spawning_rapid_larval_development_and_evidence_of_self-seeding_for_scleractinian_corals_at_an_isolated_system_of_reefs
<1% - http://www-ontust.edu.tw/~lib/databases_manual/Elsevier_PDA-2013.xls
<1% - <https://iapreview.ars.usda.gov/pandp/people/people.htm?personid=41727>
<1% - https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-94-007-6851-2_5.pdf
<1% - <http://www.uco.es/users/ag1fecae/publicaciones.html>
<1% -
<https://blueventures.org/publication/contrasting-patterns-coral-bleaching-susceptibility-2010-suggest-adaptive-response-thermal-stress-2/>
<1% -

https://www.researchgate.net/publication/221716438_Contrasting_Patterns_of_Coral_Bleaching_Susceptibility_in_2010_Suggest_an_Adaptive_Response_to_Thermal_Stress

<1% -

<https://www.scribd.com/document/333630043/AreviewofComputationalIntelligencetech niquesincoral-1-s2-0-S1574954116300036-Main>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/250219120_Patterns_of_coral_larval_settlement_on_lagoon_reefs_in_the_Mombasa_Marine_National_Park_and_Reserve_Kenya

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/270893982_Promoting_coral_reef_recovery_by_using_artificial_substrate_the_stability_of_the_substrate_and_population_structure_of_coral_recruits

<1% - <http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/BBLv222n3p192>

<1% - <https://rd.springer.com/article/10.1007/s00227-009-1363-2>

<1% - http://www.geocities.jp/lapislazuli_pot/Publications.html

<1% - https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-55130-0_17

<1% - <https://scholar.google.com/citations?user=lge4r2YAAAAJ&hl=en>

<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X00002009>

<1% - https://link.springer.com/chapter/10.5822/978-1-61091-182-5_15

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02536806>

<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031018201003716>

<1% -

http://www.academia.edu/14402516/Differences_in_physiological_response_to_increased_seawater_temperature_in_nearshore_and_offshore_corals_in_northern_Vietnam

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-012-2982-5>

<1% -

<https://www.cambridge.org/core/journals/paleobiology/article/memoir-4-an-analysis-of-the-history-of-marine-animal-diversity/3837B89707F93F0C831D5C95962C6537>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/55297/Daftar%20Pustaka.pdf?sequence=10>

<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653502005064>

<1% -

http://www.academia.edu/7859431/Prosiding_Seminar_Kandungan_Logam_Berat_Pada_Air_Sedimen_dan_Ikan_Nila_Oreochromis_niloticus_Linn._Di_Karamba_Danau_Rawapening

<1% - http://news.bbc.co.uk/2/shared/bsp/hi/pdfs/02_02_07_climatereport.pdf

<1% - <http://www.bioone.org/doi/abs/10.18475/cjos.v45i2.a14>

<1% -

<http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/57063/11/Daftar%20Pustaka.pdf>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/258232196_Coral_Health_and_Disease_in_the_Spermonde_Archipelago_and_Wakatobi_Sulawesi

<1% - <http://eol.org/pages/1006567/overview>

<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X16310840>

<1% - <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0482583>

<1% - <http://www.mdpi.com/2077-1312/3/4/1272/htm>

<1% - <http://scholar.google.com/citations?user=-jX4-xEAAA&hl=en>

<1% - http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_podr=1-04&period=2002

<1% -

https://www.coris.noaa.gov/metadata/records/html/paleoclimatology_rib_2001.html

<1% - <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0099088>

<1% - <http://frrp.org/wp-content/uploads/2015/12/FRRP-Overview-Chris-Bergh.pdf>

<1% - http://people.rses.anu.edu.au/mallela_j/index.php?p=pubs

<1% - <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2015.00050/full>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/235980097_Climate_Change_and_Coral_Reefs

<1% -

<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reference.php?pid=S0122-97612005000100011&lang=en>

<1% -

http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/ver3/media/download/RE_keputusan-menteri-negara-lin-gkungan-hidup-nomor-51-tahun-2004_20141008143942.pdf

<1% -

<http://antropologi.fib.ugm.ac.id/wp-content/uploads/Katalog-Buku-03-01-2014.xls>

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-009-0910-0>

<1% - <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpe.12002/full>

<1% - http://193.43.36.125/XML_Output/1998/US/US98202.xml

<1% - <https://researchonline.jcu.edu.au/view/year/2002.html>

<1% -

<http://olom.info/forum/index.php?action=profile;u=24707;area=showposts;sa=topics;st-art=15>

<1% -

<http://jrscience.wcp.muohio.edu/fieldcourses09/PapersMarineEcologyArticles/MutualismFoundinCoralReef.html>

<1% -

http://www.academia.edu/31998232/Diversitas_Ikan_Karang_Herbivora_di_Kepulauan_Karimunjawa_Jawa_Tengah

<1% - <http://www.reefkeeping.com/issues/2003-05/eb/>

<1% - http://www.marine.usf.edu/reefslab/pages/pollutant_effects_biblio.html

<1% - <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-09-00064.1>

<1% - <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajpa.1330430308/full>

<1% - <http://www.reefland.com/2012/07/25/the-paradox-of-a-consistent-need-for-variation/>

<1% - <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geb.12101/full>

<1% - <https://asterpita.wordpress.com/2012/11/15/daftar-pustaka/>

<1% - <https://www.coursehero.com/file/21869601/9/>

<1% - <https://www.scribd.com/document/233261836/Review-of-Tsunamic-Hazard-in-New-Zel>
and

<1% - https://scholar.google.co.uk/citations?user=q_ZR4zkAAAAJ

<1% - <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=40918>

<1% - <http://www.jstor.org/doi/xml/10.2307/27651389>

<1% - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00564772/document>

<1% - http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/5309/2009rms_abstract.pdf;sequence=1

<1% - [http://www.bioone.org/doi/abs/10.1554/0014-3820\(2002\)056%5B2227:ISAADG%5D2.0.CO%3B2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1554/0014-3820(2002)056%5B2227:ISAADG%5D2.0.CO%3B2)

<1% - https://www.ucsus.org/global_warming/science_and_impacts/impacts/early-warning-signs-of-global-2.html

<1% - <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/43066/Daftar%20Pustaka%202006ham2.pdf?sequence=12&isAllowed=y>

<1% - http://www.academia.edu/8602756/Proposal_Penelitian_PENGARUH_AKTIVITAS_EKONOMI_PENDUDUK_TERHADAP_KERUSAKAN_EKOSISTEM_HUTAN_MANGROVE_DI_KELURAHAN_BAGAN_DELI_KECAMATAN_MEDAN_BELAWAN_FAKULTAS_ILMU_SOSIAL_UNIVERSITAS_NEGERI_MEDAN_2010

<1% - <https://www.omicsonline.org/peer-reviewed/growth-rates-of-the-massive-coral-porites-lutea-edward-and-haime-on-the-coast-of-bontang-east-kalimantan-indonesia-18073.html>

<1% - <https://www.scribd.com/document/349696114/Mari-Tim>

<1% - <http://life.bio.sunysb.edu/marinebio/cnidarianrepro.doc>

<1% - <http://jurnal-oldi.or.id/index.php/oldi/article/view/96>

<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17451000903233789?scroll=top&needAcc>

ess=true

<1% - <https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/publications.php>

<1% - <http://repository.usp.ac.fj/view/types/article.html>

<1% - <http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/2158>

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-015-9709-z>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/225860674_Reproduction_recruitment_and_fragmentation_in_nine_sympatric_species_of_the_coral_genus_Acropora

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-015-0552-7>

<1% -

https://mafiadoc.com/pengelolaan-terumbu-karang-yang-telah-memutih-dan-rusak-kritis_59c2d2b31723dd3b81d53d6e.html

<1% - <https://www.jstor.org/stable/i204160>

<1% - <https://core.ac.uk/browse/day/2017-05-04/page/163>

<1% - https://commons.wikimedia.org/wiki/Wirtembergisches_Urkundenbuch

<1% -

<https://ll-production-uploads.s3.amazonaws.com/uploads/2017/12/LL-Baseball-Pitching-Log.pdf>

<1% - <https://dispendiksurabaya.files.wordpress.com/2016/12/jenjang-tk-sd-smp.pdf>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/372682625/Draft-Pencatatan-Kohort-Lansia-Dan-CATPOR-Prog-Kes-Lansia-Edit-24-Agust-1>

<1% - <https://www.scribd.com/doc/33032903/potongan>

<1% -

<https://www.slideshare.net/dzia/pola-pengelolaan-sumber-daya-air-wilayah-sungai-serayu-bogowonto-30035103>

<1% - <https://issuu.com/dprd-provinsi-lampung/docs/juni-2013>

<1% - <https://www.scribd.com/doc/235984816/Buku-Siswa-IPA-Kelas-VII-SMP-MTs-K13>

<1% - <https://es.scribd.com/doc/280426247/Cerdas-Belajar-Ipa-1>

<1% -

<https://www.scribd.com/document/334162760/1-Laporan-Akhir-Praktikum-Biologi-Perikanan>

<1% -

http://www.tender-indonesia.com/Project_room/category_form.php?option=tend&CAT=CT0003&page=54

<1% - http://images.fedex.com/us/services/pdf/FedEx_StandardListRates_2018.pdf