

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK UNDAK TERUMBU KARANG PADA PANTAI
TANJUNG BIRA KECAMATAN BONTOLAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

MUH. FAISAL PEBRIANTO

D611 15 011



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK UNDAK TERUMBU KARANG PADA PANTAI
TANJUNG BIRA KECAMATAN BONTOBAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

MUH. FAISAL PEBRIANTO

D611 15 011



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK UNDAK TERUMBU KARANG PADA PANTAI
TANJUNG BIRA KECAMATAN BONTOLAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik
(ST) pada Program Studi Teknik Geologi Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

Disusun dan diajukan oleh

MUH. FAISAL PEBRIANTO

D611 15 011

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK UNDAK TERUMBU KARANG PADA PANTAI
TANJUNG BIRA KECAMATAN BONTOLAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

MUH. FAISAL PEBRIANTO

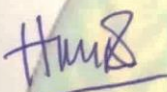
D611 15 011


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
pada tanggal 16 April 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

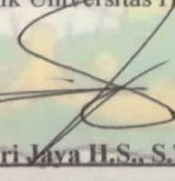
Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T.
NIP. 19671119 198902 2 001


Dr. Ir. Kaharuddin, MS, M.T.
NIP. 19560421 198609 1 001



Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Asri Jaya H.S., S.T., M.T.
NIP. 19700606 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh. Faisal Pebrianto
Nim : D611 15 011
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

**“KARAKTERISTIK UNDAK TERUMBU KARANG PADA PANTAI
TANJUNG BIRA KECAMATAN BONTOLAHARI
KABUPATEN BULUKUMBA PROVINSI SULAWESI SELATAN”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 April 2021

Yang Menyatakan,



Muh. Faisal Pebrianto

ABSTRAK

Secara administrasi daerah penelitian terletak di daerah Pantai Tanjung Bira Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak di koordinat $120^{\circ}27'0''\text{E} - 5^{\circ}36'0''\text{S}$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik undak terumbu karang pada daerah penelitian. Metode yang digunakan selama penelitian adalah pengumpulan data lapangan dengan melakukan pemetaan geologi dan analisis data dengan metode pengamatan petrografi.

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh karakteristik undak terumbu karang diantaranya yaitu pada undak empat memiliki karakteristik dengan banyaknya kehadiran fosil foram besar *Tridagna* dan juga memiliki singkapan batuan konglomerat. Dengan batuan penyusun *Boundstone* (Dunham,1962). Pada undak tiga memiliki karakteristik yaitu dengan penyusun *Wackestone* (Dunham,1962). Dan pada zona undak terumbu karang yang dua dengan karakteristik batuan penyusun yaitu batuan *Wackestone* (Dunham,1962). Dan karakteristik pada undak yang terakhir yaitu undak satu dengan kenampakan batuan telah banyak mengalami pengkristalan dimana pori-pori pada batuan telah terisi oleh mineral-mineral karbonat berupa mikrokristalin kalsit, dengan penyusun batuan *Boundstone* dan *Grainstone* (Dunham,1962).

Kata Kunci: Undak Pantai, Terumbu Karang Terangkat, Karbonat, Tanjung Bira Bulukumba

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in the Tanjung Bira Beach area, Bontobahari District, Bulukumba Regency, South Sulawesi Province. Geographically Located at the coordinates 120 ° 27'00E - 5 ° 36'00S. The purpose of this study was to determine the characteristics of the coral reef terraces in the study area. The method use during the study field data collection by conducting geological mapping and data analysis using the petrographic observation method.

Based on the results of the study, the characteristics of the coral reef terraces were obtained, namely that the last terraces was characterized by the presence of large Tridagna fossils and also conglomerate rock outcrops. With the rocks that make up the Boundstone (Dunham, 1962). The three terraces has characteristics, namely the constituent Wackestone (Dunham, 1962). And in the second coral reef terraces zones with the characteristics of the constituent rocks, namely Wackestone (Dunham, 1962). And the characteristics of the First terraces, namely the last terraces with the appearance of the rocks have undergone a lot of crystallization where the pores in the rock have been filled with carbonate minerals in the form of microcrystalline calcite, with rock constituents Boundstone and Grainstone (Dunham, 1962)

Keywords : *Beach Terraces, Uplift Coral Reefs, Carbonates, Tanjung Bira Bulukumba*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkah rahmat dan izin-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Karakteristik Undak Terumbu Karang Pada Pantai Tanjung Bira Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan*“ dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan.

Shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sebagai Rosul Allah yang patut dijadikan tauladan dalam kehidupan sehari-hari, membentuk pola pikir manusia dari alam jahiliyah ke alam yang mubarak serta pahlawan revolusi terhebat di masanya sampai sekarang, semoga Allah SWT memberikan tempat yang sangat mulia di sisi-Nya.

Selama penyusunan laporan ini penulis banyak mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil serta pembelajaran dan masukan yang sangat besar manfaatnya dalam penyelesaiannya, sehingga penulis ingin mempersembahkan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T sebagai Ketua Departemen sekaligus Ketua Program Studi S-1 Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu DR. IR. Haerany Sirajuddin, M.T sebagai penasehat akademik sekaligus Dosen Pembimbing Utama dalam Tugas Akhir ini, atas bimbingan dan arahnya selama ini baik dalam proses akademik maupun dalam proses penyusunan tugas akhir.

3. Bapak DR. IR. Kaharuddin Ms, M.T sebagai Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir ini, atas bimbingan dan arahnya selama ini baik dalam proses akademik maupun dalam proses penyusunan tugas akhir.
4. Bapak DR. IR. M. Fauzi Arifin , M.Si dan Ibu DR. Meutia Farida, ST., MT selaku penguji pada Ujian Tugas Akhir dengan judul Karakteristik Undak Terumbu Karang Pada Pantai Tanjung Bira Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan, atas segala kritik, saran dan segala masukanya.
5. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan dan nasehatnya.
6. Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
7. Orang tua saya Bapak Nasrullah dan Ibu saya Ratna serta saudara-saudariku Muh. Saifullah.N, ABD. Rahman Salahuddin, Suhaemi Nur Fitrah dan Nur Fadliah Ulfa yang tanpa pamrih memberikan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh Pendidikan di Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
8. Kepada keluarga besar Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Teman-teman Teknik Geologi Universitas Hasanuddin Angkatan 2015 khususnya kepada saudara Muh. Agung Syamsuddin, Zihad Tafaul Hadi dan saudari Sukma Syamsur yang telah mendampingi penulis selama berada di lokasi penelitian serta saudari Surtina H. Banat dan Nur Ikhwana atas bimbingan dan dukunganya selama proses penyusunan tugas akhir ini.

10. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses perkuliahan hingga sampai pada tahap akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunannya, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya masukan dari pembaca baik berupa saran maupun kritikan. Akhir kata, semoga laporan hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, khususnya bagi saya sendiri selaku penulis Tugas Akhir.

Makassar, April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional	4
2.1.1 Geomorfologi Regional.....	4
2.1.2 Stratigrafi Regional	5
2.1.3 Struktur Geologi Regional	6
2.1.4 Perkembangan Tektonik Sulawesi	7
2.1.4.1 Tujaman Neogen	8
2.1.4.2 Tujaman Ganda Kuarter	9
2.1.4.3 Tektonik Selat Makassar	9
2.2 Undak Terumbu Karang.....	11
2.3 Klasifikasi Terumbu Karang	20
2.4 Ekologi Karang	21

2.5 Karakteristik Terumbu Karang	31
2.6 Zonasi dan Penyebaran	35
2.6.1 Terumbu atau <i>Reef</i>	35
2.6.2 Karang atau Korall	36
2.6.3 Karang Terumbu	36
2.6.4 Terumbu Karang	36
2.7 Jenis-Jenis Terumbu Karang	37
2.7.1 Terumbu Karang Tepi (<i>fringing reefs</i>)	37
2.7.2 Terumbu Karang Penghalang (<i>barrier reefs</i>)	38
2.7.3 Terumbu Karang Cincin (<i>atolls</i>)	39
2.7.4 Terumbu Karang Datar (<i>patch reefs</i>)	39
2.8 Pengertian Batuan Karbonat	39
2.9 Klasifikasi Batuan Karbonat	40
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Variabel Penelitian	45
3.2 Metode Pengumpulan Data	45
3.3 Metode Analisis Data	46
3.4 Penyusunan Laporan	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Geologi Daerah Penelitian	50
4.1.1 Gemorfologi Daerah Penelitian	50
4.1.1.1 Satuan Geomorfologi Pedataran Marine	50
4.1.1.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional	51
4.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian	52
4.1.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian	57
4.1.3.1 Struktur Lipatan	57
4.1.3.2 Struktur Sesar	58
4.2 Kriteria Identifikasi Undak Terumbu Karang	59
4.2.1 Karakteristik Undak Terumbu Karang Satu.....	61
4.2.2 Karakteristik Undak Terumbu Karang Dua.....	74
4.2.3 Karakteristik Undak Terumbu Karang Tiga.....	81

4.2.4. Karakteristik Undak Terumbu Karang Empat.....	85
4.5 Pembentukan Undak Terumbu Karang	89
BAB V PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Rekomendasi	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	
Deskripsi Petrografi	
LAMPIRAN LEPAS	
Peta Stasiun Pengamatan	
Peta Zonasi Undak Terumbu Karang	
Peta Geomorfologi	
Peta Geologi	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Posisi Pulau Sulawesi dan sekitarnya yang diapit oleh 3 lempeng utama, yaitu lempeng Indo-Australia yang terdiri atas lempeng Samudera Hindia dan lempeng benua Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang diwakili oleh lempeng Caroline dan lempeng Samudera Filipina	8
2.2 Citra DEM Selat Makassar	10
2.3 Pola struktur memotong Selat Makassar ditafsir dari data seismik Line 201. (Sumber: Bergman drr., 1996)	11
2.4 Penampang seismik di Selat Makassar bagian utara (Sumber: Baile 2005, dalam Anonymous, 2012)	11
2.5 Penampang A-B yang menunjukkan undak batugamping dibagian utara daerah penelitian perairan tanjung awar-awar paciran jawa timur. (Lili Sarmilig, M. Hermansyah dan D. Indrajaya,2010).....	14
2.6 Model generalized-facies Batugamping Selayar di wilayah Bulukumba menunjukkan trend NS pertumbuhan terumbu.....	15
2.7 Penampang undak laut Desa Tira (Pulau Buton). (Priyantono Astarijo dan D.A Siregar 2003).....	20
2.8 Contoh kasus coral <i>bleaching</i> (australiangeographic.com.au).....	22
2.9 Bentuk <i>Siderastrea radians</i> (flickr.com)	22
2.10 Bentuk terumbu karang jenis <i>Plesiastrea versipora</i> (earth.com)	23
2.11 Bentuk dari <i>Acanthaster</i> atau bintang laut (joelsartore.com)	23
2.12 Bentuk dari <i>Acropora hyacinthus</i> (earth.com)	24
2.13 Bentuk dari <i>Alveopora japonica</i> (coral.aims.gov.au)	25
2.14 Bentuk dari <i>Blastomussa wellsi</i> (marinecompatibilityguide.com)	25
2.15 Bentuk dari <i>Acropora Formosa</i> (leonardosreef.com)	25
2.16 Bentuk dari <i>Montastrea annularis</i> (coralpedia.bio.warwick.ac.uk)	27
2.17 Bentuk karang dari jenis <i>Acropora palmate</i> (scubadiving.com)	27
2.18 Karang <i>Stylophora pistillata</i> (tropicseanomad.wordpress.com)	27
2.19 Karang <i>Goniastrea favulus</i> (biolib.cz)	28
2.20 Karang <i>Pocillopora damicornis</i> (wikipedia)	28
2.21 Bentuk dari karang <i>Lobophyllia corymbose</i> (korallenriffshop.de)	28

2.22	Terumbu karang berjenis spons <i>bryozoan</i> (<i>mnn.com</i>)	29
2.23	Terumbu karang berjenis spons <i>tunikata</i> (<i>wikipedia</i>)	29
2.24	Terumbu karang berjenis pofifera <i>Luffariela variabilis</i> (<i>Ida Winarni</i>)	29
2.25	Terumbu karang berjenis spons <i>Crambe crambe</i> (<i>wikipedia</i>)	30
2.26	Karang berjenis <i>Gorgonia Pseudopterogorgia (elisabethae</i> <i>oralpedia.bio.warwick.ac.uk)</i>	30
2.27	Karang api genus <i>Millepora</i> (<i>wikipedia</i>)	30
2.28	Bentuk dari karang jenis <i>gorgonian</i> (<i>realmonstrosities.com</i>)	31
2.29	Proses reaksi kimia dalam pembentukan terumbu karang (<i>ib.bioninja.com.au</i>)	34
2.30	Bentuk karang Scleractinia (<i>hoopermuseum.earthsci.carleton.ca</i>)	36
2.31	Bentuk terumbu berdasar Teori Penenggelaman (<i>Aprilia Novita Sari</i>)	38
2.32	Klasifikasi batuan karbonat menurut Dunham (1962)	41
2.33	Klasifikasi batugamping/batuan karbonat yang paling sederhana yaitu berdasarkan ukuran butir penyusunnya (Grabau, 1904).....	41
2.34	Gambaran Tekstural untuk endapan Karbonat (Folk, 1962 dalam Scholle, Peter A. dan Ulmer-Scholle, Dana S., 2003).....	42
2.35	Klasifikasi Embry dan Klovan (1971) sebagai penyempurnaan dan modifikasi dari klasifikasi Dunham (1962).....	43
3.1	Pengamatan langsung dilapangan pada stasiun ST.15 Undak Satu	45
3.2	Proses pemotongan sampel batuan.....	46
3.3	Proses memoles sampel batuan pada kaca preparat	47
3.4	Pengamatan sampel sayatan tipis batuan pada mikroskop (analisis petrografi).....	48
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	49
4.1	Satuan geomorfologi pedataran marine difoto ke arah N 110° E berada pada stasiun ST.13 pada sebelah barat daerah penelitian.....	51
4.2	Satuan geomorfologi perbukitan denudasional difoto ke arah N 340° E pada stasiun ST.01 pada sebelah timur daerah penelitian.....	52
4.3	Singkapan Batubaturgamping pada stasiun 11 dengan arah foto N 22° E	53

4.4	Kenampakan petrografi batubatu gamping dengan nomor sayatan ST.11 ...	53
4.5	Kenampakan lapangan singkapan konglomerat (X) pada stasiun 2 dengan arah foto N 168° E.....	54
4.6	Kenampakan mikroskopis konglomerat dengan nomor sayatan 02A.....	55
4.7	Singkapan undak satu pada stasiun ST.2 dengan keterdapatan endapan endapan sungai berupa batuan konglomerat dengan fragmen batuan beku, serta batuan gunungapi	62
4.8	Gambar kenampakan tumpukan rombakan karang <i>Oxypora lacera</i> (<i>Ilmugeografo.com</i>) pada singakapan undak satu	63
4.9	Gambar kenampakan tumpukan rombakan karang <i>Montastrea annularis</i> (<i>Nabil Zurba</i> dalam <i>coralpedia.bio.warwick.ac.uk</i>) pada singakapan undak satu.....	64
4.10	Gambar kenampakan tumpukan rombakan karang <i>Plesiastrea versipora</i> (<i>Nabil Zurba</i> dalam <i>earth.com</i>) pada singakapan undak satu	65
4.11	Gambar mikrografi fragmen batuan beku (<i>Porphiry basalt</i>) sebagai karakter penciri undak satu dengan nomor sampel sayatan 002A	66
4.12	Gambar mikrografi fragmen <i>Feldspar Greywacke</i> sebagai karakter penciri undak satu dengan nomor sampel sayatan 002E	66
4.13	Keterdapatan fosil <i>tridacna gigas</i> pada undak satu berada pada stasiun ST.016.....	67
4.14	Keterdapatan fosil <i>tridacna gigas</i> pada undak satu berada pada stasiun ST.016.....	68
4.15	Singkapan undak satu yang memperlihatkan bentuk fisografi pantai cendawan pada singkapan batuan berada pada stasiun ST.006	68
4.16	Singkapan undak satu dengan keterdapatan berbagai macam fosil-fosil <i>branching coral</i> pada stasiun ST.014	69
4.17	Gambar mikrograf sampel batuan pada singkapan undak satu dengan nomor sampe sayatan ST.15.....	69
4.18	Gambar mikrografi batuan dengan nomor sampel sayatan 004 pada stasiun ST.04.....	70
4.19	Singkapan batugamping terbreksikan akibat pengaruh tektonik atau pengangkatan pada undak satu ST.015 disebelah barat daerah penelitian.....	71

4.20	Singakapan Undak Satu dengan kenampakan fisiografi pantai bentuk singakapan batuan meyerupai cendawan Pada Stasiun ST.016.....	71
4.21	Singakapan Undak Satu Dengan Keterdapatan Endapan Travertin Pada Stasiun ST.017.....	71
4.22	Singakapan batuan batugamping dengan fragmen batupasir (X) pada zona undak satu Pada Stasiun ST.03.....	73
4.23	Singakapan Undak Satu sisa abrasi pantai pada stasiun ST.0.....	73
4.24	Singakapan Undak dua dengan kenampakan goa purba, pada Stasiun ST.012.....	75
4.25	singakapan undak dua dengan kenampakan goa aliran air tanah pada stasisun ST.012 berada disebelah utara pantai daerah penelitian	75
4.26	Singakapan Undak Dua Dengan Kenampakan Fisiografi pantai cendawan Pada Stasisun ST.012.....	76
4.27	Singakapan Undak Dua Dengan Kenampakan Fisiografi pantai cendawan Pada Stasisun ST.019.....	76
4.28	Fota mikrograf sampel batuan pada sayatan tipis stasisun ST12.....	77
4.29	Fota singkapan undak dua pada stasiun ST.07.....	78
4.30	Singakapan Undak Dua Pada Stasisun ST.007.....	79
4.31	Gambar mikrograf sampel batuan sayatan tipis Pada Stasisun ST.007.....	79
4.32	Singakapan Undak Tiga Pada Stasisun ST.010.....	82
4.33	Singakapan Undak Tiga Pada Stasisun ST.009.....	83
4.34	Gambar mikrografi sampel sayatan tipis nomor sampel sayatan 010.....	83
4.35	Singakapan Undak Empat Dengan Pada Stasisun ST.008.....	85
4.36	Gambar mikrografi sampel sayatan tipis nomor sampel sayatan 008A.....	86
4.37	Gambar mikrografi sampel sayatan tipis nomor sampel 008B.....	86
4.38	Kenampakan Puncak Undak Empat Pada Stasisun ST.008.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
4.1	Kolom Stratigrafi.....	56
4.2	Tabel Pengolompokkan Undak Terumbu Karang.....	92

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya batuan pada bidang geologi adalah hal dasar yang harus kita pahami, yang dimana sebagai seorang *Geologist* harus dapat memahami proses pembentukan batuan yang ada di bumi, dimana prosesnya selalu dikontrol oleh proses-proses geologi, baik dari proses pembentukan hingga tersingkapnya batuan tersebut. Pada Kabupaten Bulukumba, tepatnya pada daerah pantai Tanjung Bira Kecamatan Bontobahari memiliki singkapan batuan yang representatif pada singkapan batuan sedimen yaitu batugamping.

Batugamping merupakan batuan karbonat yang menarik untuk dikaji, dikarenakan batuan ini memiliki ciri khas, serta proses tersingkapnya yang menarik untuk dikaji lebih dalam. Salah satu fokus penelitian yang dapat diamati dari batugamping khususnya pada sedimen karbonat atau *coral reef* yaitu proses pembentukan undak-undaknya.

Pada daerah penelitian, undak terumbu karang merupakan jenis batuan karbonat yang masuk ke dalam Formasi Walanae yang tersingkap dengan cukup baik dan menarik untuk diteliti. Setidaknya ada beberapa singkapan yang memperlihatkan kenampakan undak yang dapat diamati di lapangan yang kisaran jumlahnya tiga hingga empat undak. Dengan perkembangan batugamping yang sangat sensitif terhadap perubahan keadaan geologi maka diperlukan penelitian

mengenai karakteristik undak terumbu karang yang akan memberikan informasi mengenai perkembangan pembentukan undak terumbu karang tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pembentukan undak terumbu karang pada lokasi penelitian?
2. Apakah karakteristik dari masing-masing undak terumbu karang tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Analisis karakteristik undak terumbu karang dengan pendekatan lapangan dan analisis petrografi.
2. Lokasi penelitian karakteristik undak terumbu karang hanya berlokasi pada daerah pantai Tanjung Bira dan pantai selatan dan barat dari Kawasan pantai Tanjung Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah:

1. untuk dapat mengetahui perbedaan karakteristik masing-masing undak terumbu karang yang tersingkap dilapangan.
2. Untuk dapat mengetahui proses pembentukan undak terumbu karang.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis mengambil judul penelitian yaitu “Karakteristik Undak Terumbu Karang Pada Daerah Pantai Tanjung Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan”, dengan harapan agar dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya yaitu :

1. Informasi dan tulisan mengenai karakteristik undak terumbu karang.
2. Memberikan informasi mengenai penciri masing-masing undak terumbu karang pada daerah penelitian Pantai Tanjung Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Geomorfologi Regional

Bentuk geomorfologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu daerah Pesisir barat merupakan dataran rendah yang sebagian besar terdiri dari daerah rawa dan daerah pasang-surut. Beberapa sungai besar membentuk daerah banjir di dataran ini. Bagian timurnya terdapat bukit-bukit terisolir yang tersusun oleh batuan klastika gunungapi berumur Miosen dan Pliosen. Pesisir baratdaya ditempati oleh morfologi berbukit memanjang rendah dengan arah umum kira-kira baratlaut-tenggara. Pantainya berliku - liku membentuk beberapa teluk, yang mudah dibedakan dari pantai di daerah lain pada lembar ini. Daerah ini disusun oleh batuan karbonat dari Formasi Tonasa. Secara fisiografi pesisir timur merupakan penghubung antara Lembah Walanae di utara, dan Pulau Salayar di selatan. Di bagian utara, daerah berbukit rendah dari Lembah Walanae menjadi lebih sempit dibanding yang di Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat dan menerus di sepanjang pesisir timur Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai. Pegunungan sebelah timur dan Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat berakhir di bagian utara pesisir timur lembar ini.

Bagian selatan pesisir timur membentuk suatu tanjung yang ditempati sebagian besar oleh daerah berbukit kerucut dan sedikit topografi *karst*. Bentuk morfologi semacam ini ditemukan pula di bagian barat laut Pulau Selayar. Teras

pantai dapat diamati didaerah ini sejumlah antara tiga dan lima buah. Bentuk morfologi ini disusun oleh batugamping berumur Miosen Akhir-Pliosen.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Lembar Ujung Pandang Benteng dan Sinjai yang dipetakan oleh Sukamto dan Supriatna (1982).

Batuan sedimen laut berasosiasi dengan karbonat mulai diendapkan sejak Miosen Akhir sampai Pliosen di cekungan Walanae, daerah timur, dan menyusun Formasi Walanae (Tmpw) dan Anggota Selayar (Tmps) yang beranggotakan perselingan batupasir, konglomerat, dan tufa. dengan sisipan batulanau, batulempung, batugamping, napal dan lignit.

Satuan batuan gunungapi termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobattang (Qlvb), terdiri dari aglomerat, lava, breksi, konglomerat, endapan lahar dan tufa, membentuk kerucut gunungapi strato dengan puncak tertinggi 2950 m diatas permukaan laut, batuanya sebagian besar berkomposisi andesit dan sebagian basal, lavanya ada yang berlubang-lubang seperti yang ada di sebelah barat Sinjai dan ada yang berlapis, lava yang terdapat kira-kira 2½ km sebelah utara Bantaeng berstruktur bantal (*Fillow Lava*), setempat breksi dan tufanya mengandung banyak biotit. Bentuk morfologi tubuh gunungapi masih jelas dapat dilihat pada potret udara, (Qlvc) adalah pusat erupsi yang memperlihatkan bentuk kubah lava, bentuk kerucut parasit memperlihatkan paling sedikit ada dua perioda kegiatan erupsi, yaitu Qlvpl dan Qlvp2. Didaerah sekitar pusat erupsi batuanya terutama terdiri dari lava dan konglomerat (Qlv), dan di daerah yang agak jauh terdiri dari breksi, endapan lahar dan tufa (Qlvb). Berdasarkan posisi stratigrafinya

diperkirakan batuan gunungapi ini berumur Plistosen. Sedimen termuda lainnya adalah endapan aluvium dan pantai (Qac).

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Lembah Walanae di lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat sebelah utaranya menerus ke Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, melalui Sinjai di pesisir timur Lembah ini memisahkan batuan berumur Eosen yaitu sedimen klastika Formasi Salo Kalupang di sebelah timur dan sedimen karbonat Formasi Tonasa di sebelah baratnya. Rupanya pada Kala Eosen daerah sebelah barat Lembah Walanae menampakkan suatu paparan laut dangkal, dan daerah sebelah timurnya merupakan suatu cekungan sedimentasi dekat daratan. Paparan laut dangkal Eosen meluas hampir ke seluruh daerah lembar peta, yang buktinya ditunjukkan oleh sebaran Formasi Tonasa di sebelah barat Barru, sebelah timur Maros dan di sekitar Takalar. Endapan paparan berkembang selama Eosen sampai Miosen Tengah. Sedimentasi klastika di sebelah timur Lembah Walanae rupanya berhenti pada Akhir Oligosen, dan diikuti oleh kegiatan gunungapi yang menghasilkan Formasi Kalamiseng.

Akhir dari pada kegiatan gunungapi Eosen Awal diikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya permulaan terban Walanae. yang kemudian menjadi cekungan di mana Formasi Walanae terbentuk. Peristiwa ini kemungkinan besar berlangsung sejak awal Miosen Tengah dan menurun perlahan selama sedimentasi sampai kala Pliosen.

Menurunnya cekungan Walanae dibarengi oleh kegiatan gunungapi yang terjadi secara luas disebelah baratnya dan mungkin secara lokal di sebelah timurnya.

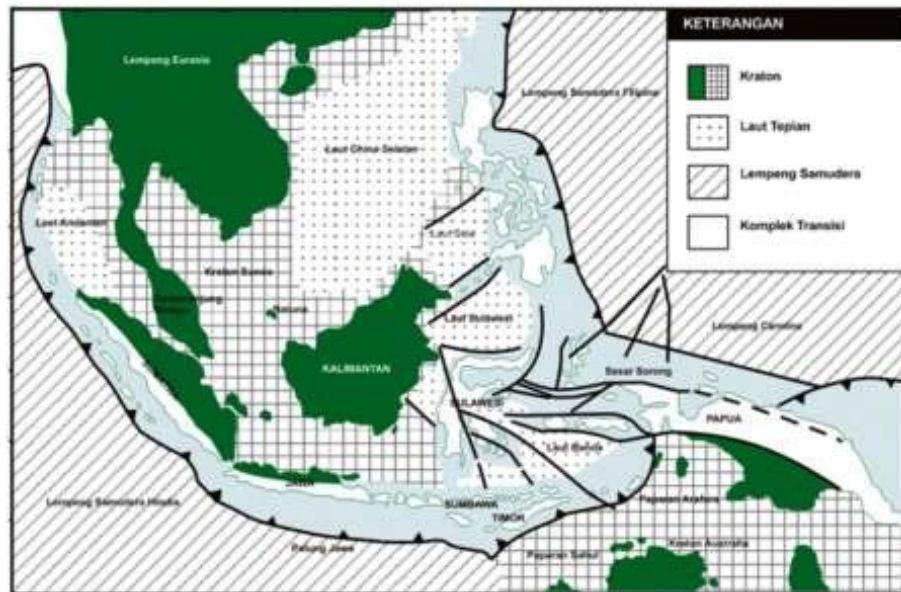
Peristiwa ini terjadi selama Miosen Tengah sampai Pliosen. Semula gunungapinya terjadi di bawah muka laut, dan kemungkinan sebagian muncul di permukaan pada kala Pliosen. Kegiatan gunungapi selama Miosen menghasilkan Formasi Camba, dan selama Pliosen menghasilkan Batuan Gunungapi Baturape-Cindako. Kelompok retas basal berbentuk radier memusat ke G. Cindako dan G. Baturape, terjadinya mungkin berhubungan dengan gerakan mengkubah pada kala Pliosen. Kegiatan gunungapi di daerah ini masih berlangsung sampai dengan kala Plistosen, menghasilkan Batuan Gunungapi Lompobatang. Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesar *en echelon* (merencong) yang melalui G. Lompobatang berarah utara-selatan. Sesar-sesar *en echelon* mungkin sebagai akibat dari suatu gerakan mendatar *dekstral* dari pada batuan alas di bawah Lembah Walanae. Sejak kala Pliosen pesisir- barat ujung lengan Sulawesi Selatan ini merupakan dataran stabil, yang pada kala Holosen hanya terjadi endapan aluvium dari rawa-rawa.

2.1.4 Perkembangan Tektonik Sulawesi

Sulawesi terletak di sebelah barat Lempeng Pasifik, di sebelah barat laut Lempeng Indo-Australia, dan di sebelah timur Lempeng Eurasia, sehingga evolusi tektoniknya sangat dipengaruhi oleh berbagai macam mekanisme pergerakan lempeng – lempeng pengapitnya (Gambar 2.1).

Sejarah tektonik Sulawesi berkaitan erat dengan peristiwa tektonik regional di sekitar Sulawesi dan kegiatan tektonik lokal di berbagai bagian dari daerah Sulawesi, seperti pemekaran di Selat Makassar, rotasi dasar Laut Sulawesi, serta

kegiatan-kegiatan tektonik di timur Sulawesi yang meliputi daerah Banggai – Sula serta Kendari, Muna dan Buton.



Gambar 2.1. Posisi Pulau Sulawesi dan sekitarnya yang diapit oleh 3 lempeng utama, yaitu lempeng Indo-Australia yang terdiri atas lempeng Samudera Hindia dan lempeng benua Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang diwakili oleh lempeng Caroline dan lempeng Samudera Filipina.

2.1.4.1 Tunjaman Neogen

Zone tunjaman ketiga miring ke arah selatan, menghasilkan pembentukan batuan magmatik kalkalkalin berumur Miosen Awal, di lengan utara. Tunjaman ini secara berturut-turut diikuti oleh tumbukan antara busur dan benua (blok benua Banggai – Sula dan Buton – Tukangbesi) yang menyebabkan rotasi lengan utara searah jarum jam, pensesar-naikan (back thrusting), dan mulainya tunjaman sepanjang Parit Sulawesi Utara (Kavalieris drr., 1992).

2.1.4.2 Tunjaman Ganda Kuarter

Sementara tunjaman di Laut Sulawesi yang terbentuk sejak Miosen masih aktif, pada zaman Kuarter terjadi tunjaman di sebelah tenggara lengan utara Sulawesi yang menghasilkan busur gunungapi Minahasa – Sangihe. Sebagai akibatnya, di lengan utara Sulawesi, khususnya di bagian timur, terjadilah tunjaman ganda dengan arah tunjaman berlawanan, yaitu di sebelah barat laut sampai utara dan di sebelah selatan sampai tenggara lengan utara.

Setelah berbagai periode kegiatan tektonik tersebut di atas, sampai kini kegiatan tektonik di Sulawesi masih aktif sampai sekarang, yang ditunjukkan oleh adanya lajur sesar naik – lipatan aktif di lengan selatan, contohnya Lajur Lipatan Majene dan Lajur Lipatan Kalosi (Coffield drr., 1993; Bergman drr., 1996; Bachri & Baharuddin, 2001), dan pembentukan terumbu Kuarter terangkat di atas seluruh mandala geologi di Sulawesi.

2.1.5 Tektonik Selat Makassar

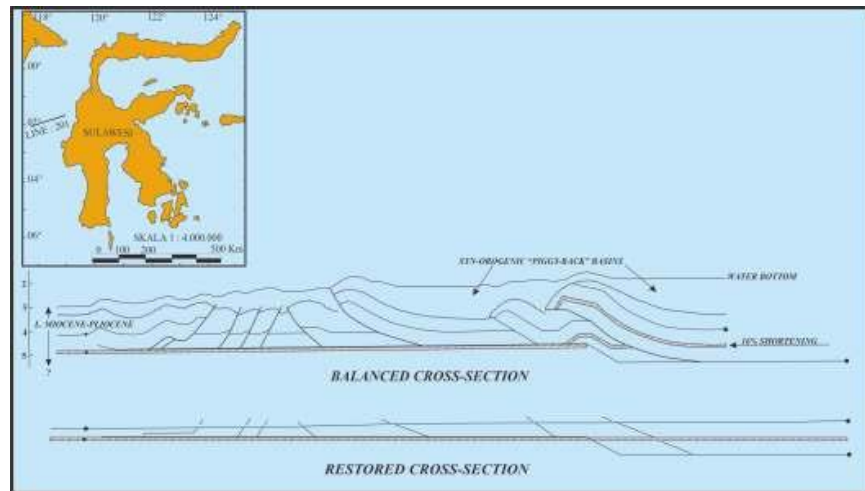
Untuk membahas tektonik Sulawesi Barat atau Lengan Selatan tidak dapat dipisahkan dari sejarah tektonik Selat Makassar. Sampai saat ini memang masih terjadi kontroversi tentang bukaan di selat Makassar, seperti dikatakan oleh Bergman drr. (1996) yang menyatakan bahwa Selat Makassar ditafsirkan merupakan cekungan daratan-muka (foreland basin) di kedua sisi dari Daratan Sunda dan Lempeng Australia-Nugini, berbeda dengan penafsiran sebelumnya yang menyatakan Selat Makassar merupakan hasil bukaan kerak samudera atau pemekaran benua. Sementara Bergman drr. (1996) sendiri mengatakan bahwa

tumbukan benua – benua di sini terjadi pada Miosen, sementara beberapa penulis lainnya seperti Situmorang (1982), Hall (1996), Moss drr. (1997), Guntoro (1999), dan Puspita drr. (2005) menyatakan bahwa bukaan Selat Makassar terjadi pada Eosen Tengah, meskipun mekanisme bukaan tersebut masih kontroversi sampai kini. Bentuk pantai Sulawesi Barat juga mengandung kemiripan dengan batas tepi Paparan Paternoster yang mengindikasikan bahwa memang telah terjadi bukaan pada Selat Makassar (Gambar 2.2).

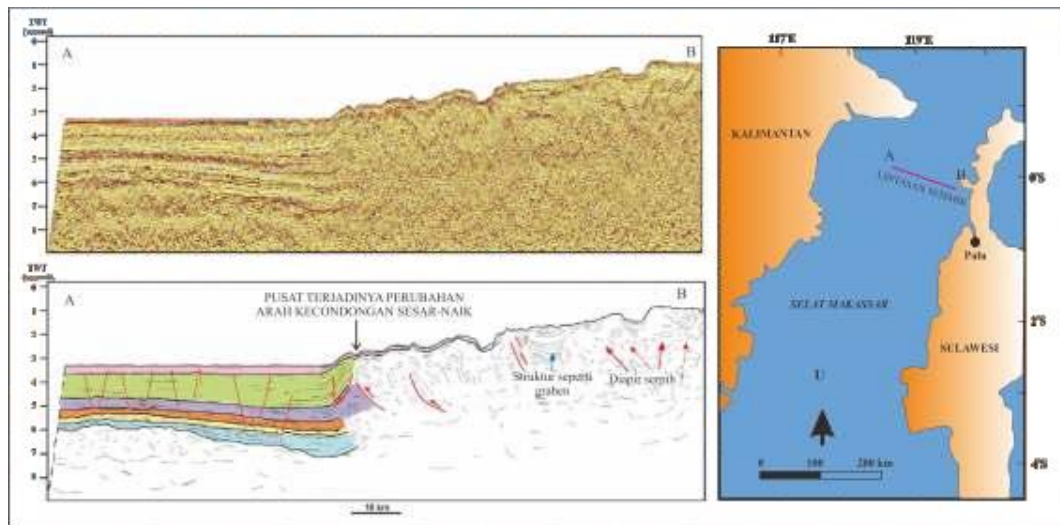
Sementara itu bukti yang mengatakan bahwa di Selat Makassar telah terjadi tumbukan benua – benua pada Miosen, seperti dikatakan oleh Bergman drr. (1996) adalah adanya fase kompresi yang ditunjukkan oleh adanya sesar naik dan lipatan yang di selat sebelah timur mempunyai kecondongan (vergence) ke barat, sementara di selat sebelah barat memiliki kecondondonga ke timur. Hal tersebut dapat dilihat pada penampang – penampang seismik (Gambar 2.3 dan Gambar 2.4).



Gambar 2.2. Citra DEM Selat Makassar.



Gambar 2.3. Pola struktur memotong Selat Makassar ditafsir dari data seismik Line 201. (Sumber: Bergman dkk., 1996).



Gambar 2.4. Penampang seismik di Selat Makassar bagian utara (Sumber: Baile 2005, dalam Anonymous, 2012).

2.2 Undak Terumbu Karang

Dalam peristilahan undak atau teras-teras batuan yang tersingkap pada suatu lokasi erat kaitanya dengan istilah “terumbu karang (*Coral reef*)”, karang yang dimaksud adalah koral, sekelompok hewan dari *ordo Scleractina* yang menghasilkan kapur sebagai pembentuk utama terumbu karang, sedangkan terumbu adalah batuan sedimen kapur laut yang juga meliputi karang hidup dan karang mati

yang telah mengalami kompaksi sehingga menempel pada batuan kapur tersebut. Dan undak terumbu karang merupakan batuan sedimen karbonat yang telah tersingkap ke permukaan dan memiliki kenampakan yang berbeda beda dan terbagi-bagi atas beberapa teras.

Sedimentasi kapur diterumbu dapat berasal dari karang maupun alga. Secara fisik terumbu karang adalah terumbu yang terbentuk dari kapur yang dihasilkan oleh karang. Di Indonesia semua terumbu berasal dari kapur yang sebagian besar dihasilkan koral. Didalam terumbu karang, koral adalah insiyur utama ekosistemnya, sebagai hewan yang menghasilkan kapur untuk kerangka tubuhnya.

Karang merupakan komponen yang terpenting dari ekosistem tersebut. Jadi terumbu karang (*coral reefs*) merupakan ekosistem laut tropis yang terdapat di perairan dangkal yang jernih, hangat (lebih dari 22⁰C), memiliki kadar CaCO₃ (Kalsium Karbonat) tinggi dan komunitasnya didominasi berbagai jenis hewan karang keras (Guilcher, 1988).

Menurut Timotius (2003) mengemukakan bahwa karang atau disebut polip memiliki bagian-bagian tubuh yang terdiri dari mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi untuk menangkap mangsa dari perairan serta sebagai alat pertahanan diri. Rongga tubuh (*coelenterara*) yang juga merupakan saluran pencernaan (*gastrovascular*). Dua lapisan tubuh yaitu ektodermis dan endodermis yang lebih umum disebut gastrodermis karena berbatasan dengan saluran pencernaan. Diantara kedua lapisan terdapat jaringan pengikat tipis yang disebut mesoglea, jaringan ini terdiri dari sel-sel, serta kolagen dan mukopolisakrida. Pada Sebagian besar karang,

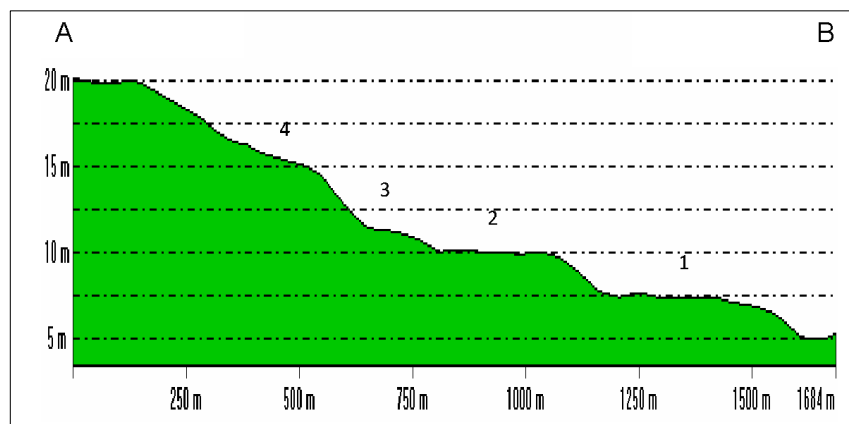
epidermis akan menghasilkan material guna membentuk rangka luar, material tersebut berupa kalsium karbonat (CaCO_3).

Terumbu karang kuarter terlihat baik di sepanjang pantai di bagian timur Indonesia. Salah satu terumbu karang yang ditemukan di ujung selatan Sulawesi Selatan ini dipetakan sebagai batugamping Selayar. Batu kapur Selayar tersebar dari Pulau Selayar di selatan melalui Kabupaten Bulukumba di utara.

Umur batuan berkisar dari Miosen Atas hingga Pleistosen (Van Bemmelen, 1949) termasuk terumbu Kuarter yang ditinggikan. Dalam mempelajari Batugamping Selayar di Kabupaten Bulukumba, Imran dan Koch (2006) menjelaskan bahwa batugamping berkembang sebagai terumbu karang sempit. Selanjutnya batuan tersebut dibedakan berdasarkan teras-teras dimana teras tertinggi terdiri dari batuan tertua di bagian utara dan teras bawah terdiri dari yang termuda di bagian selatan.

Imran (2000) membagi batuan menjadi empat satuan batuan, yaitu karang Miosen Akhir awal satuan gumpalan, Miosen Akhir - Terumbu Pliosen Awal satuan teras atas, terumbu Pliosen Akhir tengah satuan. unit teras, dan terumbu karang Pleistosen Awal dari unit teras bawah. Perkembangan terumbu karang didorong oleh pengangkatan yang secara intensif mempengaruhi wilayah selatan Sulawesi sejak Neogene (Sukanto, 1975). Pertumbuhan terumbu Pleistosen menunjukkan kompleks terumbu kecil berupa terumbu karang tepi yang terdapat di sepanjang pantai wilayah Bira Sulawesi Selatan.

Salah satu contoh mengenai pertumbuhan undak yaitu pada daerah penelitian perairan tanjung awar-awar paciran jawa timur pada gambar 2.5 (Jurnal Geologi Kelautan Vol.8 No.5, Desember 2010).



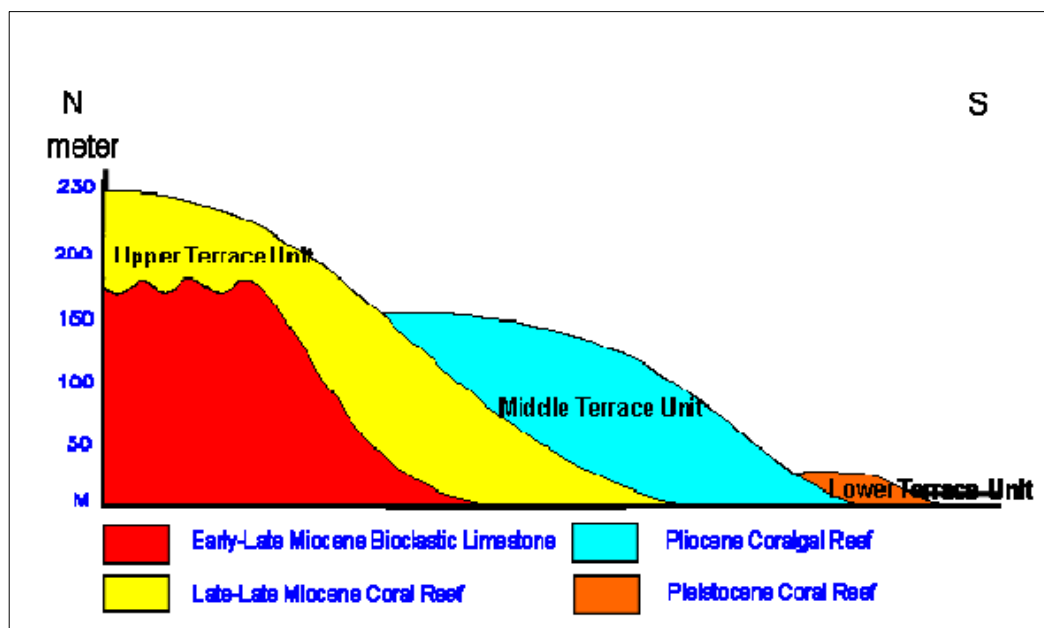
Gambar 2.5 Penampang A-B yang menunjukkan undak batugamping di bagian utara daerah penelitian perairan tanjung awar-awar paciran jawa timur. (Lili Sarmilig, M. Hermansyah dan D. Indrajaya, 2010) .

Pada lokasi penelitian secara regional masuk kedalam Formasi walanae, Formasi Walanae secara lokal tidak selaras dengan formasi taccipi, dimana Formasi Walanae diperkirakan berumur pertengahan Miosen sampai dengan Pliosen. Di bagian Timur Sengkang Basin, pembentukan Walanae dapat dibagi menjadi dua interval, yaitu interval yang lebih rendah yang terdiri dari batuan mudstone yang berumur calcareous dan interval yang bagian atas yang lebih arenaceous. Batu gamping (Limestone) di ujung selatan daerah Sulawesi Selatan dan yang berada di Pulau Selayar yang disebut selayar limestone, merupakan bagian formasi Walanae.

Batuan selayar limestone terdiri dari coral limestone, calcarenite dengan sisipan napal dan sandstone. Unit karbonat ini diperkirakan berumur Miosen sampai dengan Pliosen. Hubungan formasi Walanae dan Selayar limestone terdapat di Pulau Selayar. Terrace, aluvial, endapan danau dan endapan pantai terjadi secara

lokal di Sulawesi Selatan, dimana pengangkatan Sulawesi Selatan ditandai dengan terangkatnya deposit terumbu karang (van Leeuwen 1981).

Salah satu contoh mengenai pertumbuhan undak yaitu pada daerah penelitian formasi selayar *Limestone* Sulawesi Selatan pada gambar 2.6 (AM. Imran & Koch, 2006 Pada Jurnal Pengembangan Microfacies Selayar Limestone Sulawesi Selatan).



Gambar 2.6 Model generalized-facies Batugamping Selayar di wilayah Bulukumba menunjukkan trend NS pertumbuhan terumbu. Pertumbuhan dimulai dari kawasan Bontotiro di utara hingga kawasan Bira di selatan. Empat unit dapat dikenali menurut usianya. Unit B1 dikembangkan selama Miosen Akhir awal; B2 dan Unit Teras Atas selama Miosen Akhir atas hingga Pliosen awal; Tengah Unit Teras selama Pliosen Akhir, dan Unit Teras Bawah selama Pleistosen (AM.Imran & Koch, 2006).

Salah satu bukti undak terumbu karang terangkat yaitu pada pulau Buton. Seperti pada pulau-pulau busur banda lainnya, di Pulau Buton terbentuk undak laut yang terdiri dari batu gamping terumbu terangkat mencapai ketinggian ± 400 meter di atas muka laut di puncak Tanjung Labokeh, daerah Sampolawa. Terumbu karang juga mencapai ketinggian

± 100 meter di atas muka laut di desa Kondawa, Kecamatan Pasarwajo dan ± 110 meter diatas muka laut di Tanjung Lambe, Baubau.

Sebuah lintasan pengukuran rind dengan menggunakan alat ukur Theodolit yang bertitik ikat pada muka laut terendah dilakukan di kawasan pantai Tanjung Labokeh dan sebuah lintasan pengukuran dari penelitian terdahulu memberikan gambaran bahwa pada daerah ini terumbu karang dengan bentukan morfologi undak laut telah mengalami proses pengangkatan tektonik dan merupakan rekaman yang baik dari perubahan muka laut dimasa lalu.

Empat undak laut utama dan lebih dari lima sub-undak laut berkembang di daerah ini mencapai ketinggian 400 meter diatas muka laut merupakan indikasi adanya aktivitas pengangkatan di pantai selatan Pulau Buton dibandingkan dengan daerah lainnya seperti Pulau Muna, Pulau Siumpu dan Pulau Kadatuang, akan tetapi tidak sebaik seperti di kawasan pantai Sampolawa. (Priyantono Astarijo dan D.A Siregar 2003).

a. Undak Laut Holosen

Kawasan pantai Tanjung Labokeh, undak laut terendah (termuda) berumur Holosen mempunyai permukaan yang cukup lebar dan kasar akibat erosi gelombang laut. Di beberapa tempat undak laut Holosen ini menghilang, mungkin disebabkan karena erosi laut yang sangat kuat, terbukti dengan sisa puing-puing yang tertinggal memiliki ketinggian yang sama.

Di kawasan pantai kampung Tira tersingkap undak laut Holosen dengan ketinggian 30 sentimeter di atas muka laut terendah dengan lebar lantai kurang lebih 75 meter dari garis pantai. Permukaan lantai tampak kasar dan banyak dijumpai fosil koral jenis *Purites*.

Undak laut Holosen di kawasan pantai desa Kondawa tidak berkembang dengan baik, terbukti dari lantai undak laut terendah fosil koral yang dijumpai sudah mengalami rekristalisasi. Dengan indikasi rekristalisasi koral dapat diduga bahwa undak laut terendah di kawasan pantai ini undak laut tua yang terbentuk pada interglasial. Demikian juga pada kawasan pantai Nirwana dan Tanjung Lambe, kemungkinan daerah-daerah ini undak laut Holosen tidak terbentuk karena daerah-daerah tersebut mengalami penurunan (*subsidence*). (Priyantono Astarijo dan D.A Siregar 2003).

b. Undak Laut Interglasial

Karena tingkat rekristalisasi dari fosil koral yang dijumpai maka undak laut pertama, yang berbatasan dengan garis pantai, ditafsirkan sebagai undak laut yang terbentuk pada interglasial.

Morfologi kawasan pantai Tanjung Labokeh membentuk tebing dengan kemiringan 90° dan ketinggian 5 - 35 meter dari muka laut. Seluruh permukaan tebing memperlihatkan lekukan-lekukan akibat erosi gelombang laut, biasa disebut sebagai takik (*notches*) yang cukup dalam antara 1 - 3 meter. Pada tebing yang memiliki ketinggian lebih dari 5 meter memperlihatkan takik-takik erosi laut lebih dari satu bersusun

mengindikasikan dua proses telah terjadi dalam waktu yang bersamaan yaitu proses pengangkatan kawasan pantai dan terjadinya fluktuasi permukaan air laut. Sebuah tebing dekat desa Tira memiliki ketinggian 35 meter dari muka laut memperlihatkan takik lebih dari 4 susun memberikan gambaran bahwa setiap takik mewakili satu muka air laut, maka pada daerah ini dapat merekam lebih dari 4 muka air laut purba.

Sebuah lintasan pengukuran ketinggian dan bentukan morfologi undak laut terinci dilakukan di dekat desa Tim memberikan gambaran undak laut terdiri dari 4 undak laut utama yang pada setiap undaknya memiliki beberapa anak undak (*substep*).

Pada lintasan pengukuran, undak laut utama pertama memiliki anak undak dua buah dengan ketinggian masing-masing 18,3 dan 32,8 meter di atas muka air laut surut. Masih disangsikan umur dari undak laut ini apakah berumur Holosen ataukah lebih tua.

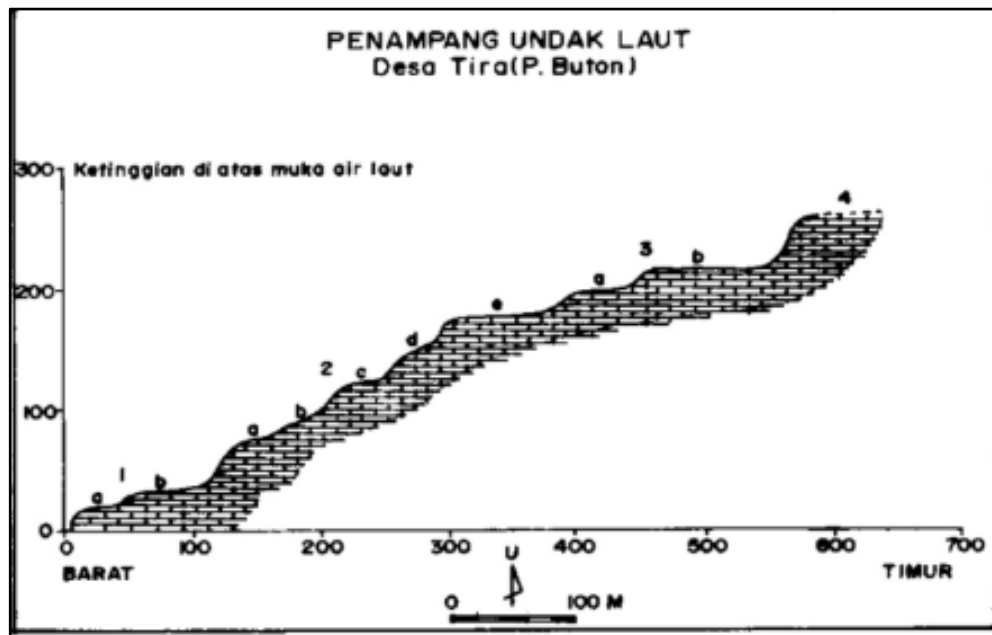
Undak laut ke dua juga memiliki sedikitnya lima anak undak yaitu dengan ketinggian 74,1 ; 90,8 ; 118,3 ; 143,4 dan 173,8 meter di atas muka laut surut. Untuk undak laut kedua, ketiga dan keempat dapat diyakini dari derajat rekristalisasinya berumur tua.

Undak laut ke tiga memiliki dua anak undak yang mencapai ketinggian 195,4 dan 211,5 meter di atas muka laut surut. Undak laut ke empat merupakan undak laut tertinggi di daerah telitian mencapai ketinggian 255,9 di atas muka laut surut. Undak laut ke empat membentuk permukaan yang rata pada puncaknya dan tersusun dari batu gamping

kristalin, keras dan sulit menjumpai contoh koral yang segar. Pada tebing undak (*scarp*) sering membentuk gua-gua yang merupakan jejak sungai bawah tanah purba dan juga membentuk takik-takik yang mencirikan erosi muka air laut purba. (Cambar. 2.7). (Priyantono Astarijo dan D.A Siregar 2003).

Fluktasi muka air laut mempengaruhi pembentukan undak terumbu karang ini dimana sebagai bukti bahwa undak terumbu karang benar mengalami pengangkatan, dimana faktor-faktor penyebab perubahan muka air laut diantaranya, yaitu :

1. Adanya pengangkatan atau penurunan kerak bumi akibat epirogenesis atau orogenesis, yang biasa disebut sebagai “Tektonik Eustatik”.
2. Adanya pengangkatan atau penurunan kerak bumi akibat perubahan jumlah beban sedimentasi yang mempengaruhi dimensi cekungan atau “Sedimento Eustatik”.
3. Adanya perubahan atau pergerakan lantai Samudra karena sejumlah besar sedimen dasar laut dari cekungan lantai Samudra menunjam disebabkan oleh proses subduksi.



Gambar 2.7 Penampang undak laut Desa Tira (Pulau Buton). (Priyantono Astarijo dan D.A Siregar 2003).

2.3 Klasifikasi Terumbu Karang

Karang tergolong dalam jenis makhluk hidup (hewan) yaitu sebagai individu organisme atau komponen dari masyarakat hewan. Dalam bentuk yang paling sederhana, karang hanya bisa terdiri dari sebuah polip yang mempunyai bentuk seperti tabung dengan mulut di bagian atas yang dikelilingi oleh tentakel. Karang termasuk dalam filum *Cnidaria*, yaitu organisme yang memiliki penyengat. Hewan karang adalah hewan *sessile* renik, umumnya berada dalam ekosistem bersama hewan laut lain seperti *soft coral*, *hydra*, *anemone* laut dan lain-lain yang termasuk ke dalam Phylum *Cnidaria* (*Coelenterata*).

Secara umum terdapat dua kelompok *Cnidaria*, yaitu *Hydrozoa* dan *Anthozoa*. *Hydrozoa* terdiri dari *Millepora* dan *Stylasterina*. *Stylasterina* biasanya kecil dan hidup di tempat yang tersembunyi di dinding gua dan bukan merupakan karang pembentuk terumbu. *Anthozoa* yang umum dikenal adalah:

Stolonifera, contohnya *Tubipora musica*; *Coenothecalia*, contohnya *Heliopora coerulea*. *Sclerectinia* atau lebih dikenal sebagai karang keras yang meliputi jenis-jenis karang pembentuk karang utama.

2.4 Ekologi Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem yang terdapat khas di daerah tropis, mempunyai produktifitas yang sangat tinggi, dan juga keanekaragaman biota yang ada didalamnya. Banyak sekali jenis biota yang hidupnya berkaitan erat dengan terumbu karang, dimana semuanya terjalin dalam hubungan harmonis dalam satu ekosistem terumbu karang. Karang yang ada di dunia terbagi dua kelompok karang, yaitu karang hermatifik dan karang ahermatifik. Perbedaan kedua kelompok karang ini terletak pada kemampuan karang hermatifik dalam menghasilkan terumbu.

Faktor-faktor fisika-kimia yang diketahui dapat mempengaruhi kehidupan dan/atau laju pertumbuhan karang antara lain cahaya matahari, suhu, salinitas, Ph dan sedimen. Sedangkan faktor biologis, biasanya berupa predator atau pemangsanya.

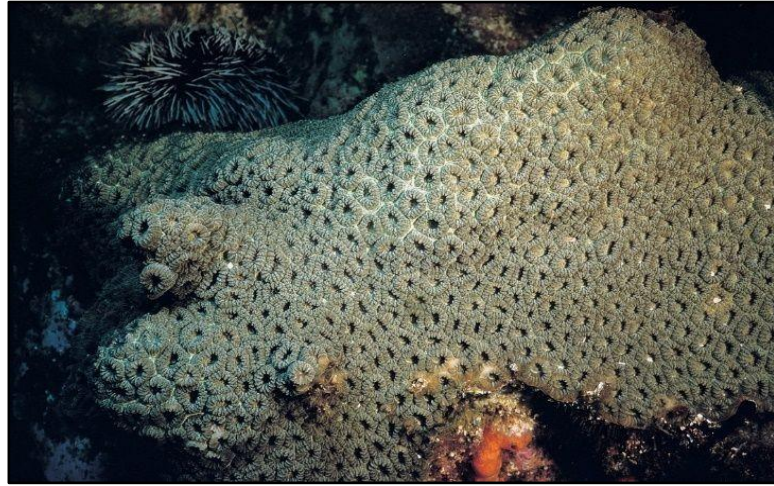


Gambar 2.8. Contoh kasus coral *bleaching* (*australiangeographic.com.au*)



Gambar 2.9. Bentuk *Siderastrea radians* (*flickr.com*)

Pada Terumbu karang jenis *Siderastrea radians* diketahui tercatat hidup dan toleran pada temperatur $4,5^{\circ}$ C. *Siderastrea radian*, juga dikenal sebagai karang bintang yang lebih rendah atau karang bintang yang hidup di air dangkal, adalah karang berbatu dalam keluarga *Siderastreidae*. Hewan ini biasa ditemukan di bagian dangkal Samudra Atlantik barat sebagai gundukan kecil atau padat. Bentuk *Siderastrea radians* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.10. Bentuk terumbu karang jenis *Plesiastrea versipora* (*earth.com*)

Plesiastrea versipora dan dua jenis *Coscinarea* dapat hidup dengan baik. Catatan tentang toleransi pada temperatur rendah, pada akhirnya bahwa karang dapat menyebar lebar baik dari segi taksonomi maupun secara geografis. Karang selalu mengalami kematian partial dan secara sekuensial akan mengalami pemulihan. Observasi yang relevan diperoleh bahwa sebagian besar peneliti mengemukakan bahwa kematian terbesar terjadi di perairan dangkal, dimana udara dingin terjadi. Bentuk terumbu karang jenis *Plesiastrea versipora* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.11. Bentuk dari *Acanthaster* atau bintang laut (*joelsartore.com*)

Beberapa species *Acropora* pada lintang ekstrim di Jepang berbentuk deretan bertingkat yang melebur tidak teratur dengan plates-nya (tempat lekatan yang mati). Pembatasan pertumbuhan ini nampaknya merupakan bagian dari kematian partial dan pemulihannya. Pemulihan jenis tersebut dapat cepat melebihi pemulihan akibat bahaya *Acanthaster*. Bentuk dari *Acanthaster* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.12. Bentuk dari *Acropora hyacinthus* (earth.com)

Acropora hyacinthus sebagai species karang dominan di kawasan tersebut menderita meskipun tidak mengalami kematian saat temperatur menurun mencapai $13,7^{\circ}\text{C}$ pada tahun 1980. Beberapa diantaranya mengalami pemutihan dan sebagian mati pada temperatur $13,4^{\circ}\text{C}$, kemudian kematian secara luas terjadi pada tahun 1984 saat temperatur mencapai $13,2^{\circ}\text{C}$. Dalam studi tersebut, temperatur kritis untuk bertahan hidup adalah 2°C di bawah rata-rata temperatur minimum bulanan. Kematian serupa akan dijumpai oleh species lain, dan studi juga memperlihatkan bahwa variasi kematian yang luas akan terjadi saat lamanya perubahan itu berlangsung. Bentuk dari *Acropora hyacinthus* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.13. Bentuk dari *Alveopora japonica* (coral.aims.gov.au)



Gambar 2.14. Bentuk dari *Blastomussa wellsi* (marinecompatibilityguide.com)



Gambar 2.15. Bentuk dari *Acropora Formosa* (leonardosreef.com)

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Acropora Formosa* di Pulau-pulau Houtman Abrolhos barat. Secara nyata karang-karang di pulau-pulau ini nampaknya tumbuh dengan melimpah dan merupakan tingkat produksi karbonat yang relatif tinggi seperti di terumbu karang tropis. Bentuk dari *Acropora Formosa* dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.16. Bentuk dari *Montastrea annularis* (coralpedia.bio.warwick.ac.uk)

Di tempat dalam dengan intensitas cahaya rendah tidak ditemukan terumbu karang. Kedalaman yang dalam berarti berkurangnya cahaya sehingga menyebabkan laju fotosintesis akan berkurang dan pada akhirnya kemampuan karang untuk membentuk kerangka juga akan berkurang dengan sendirinya. Bentuk dari *Montastrea annularis* dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.17. Bentuk karang dari jenis *Acropora palmate* (*scubadiving.com*)

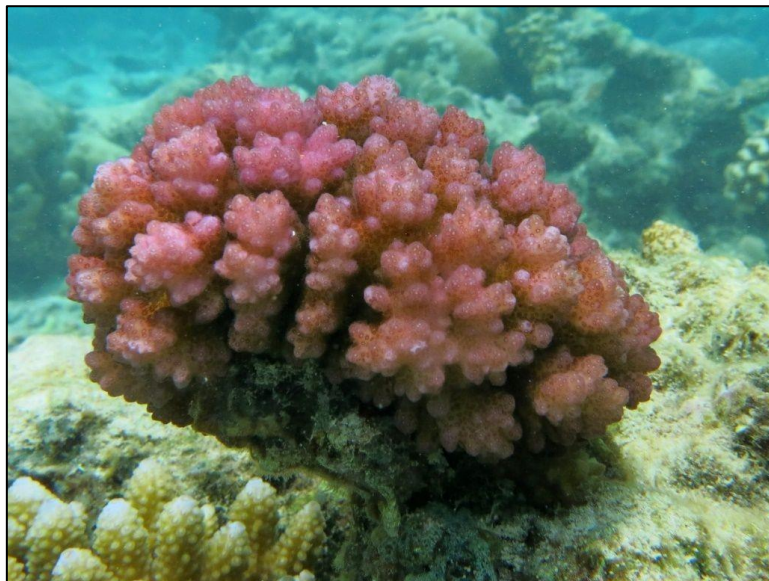
Acropora palmata suplai nitrogen anorganik, 70% didapat dari karang. Anorganik itu merupakan sisa metabolisme karang dan hanya sebagian kecil anorganik diambil dari perairan. Bentuk karang dari jenis *Acropora palmate* dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.18 Karang *Stylophora pistillata* (*tropicseanomad.wordpress.com*)



Gambar 2.19. Karang *Goniastrea favulus* (biolib.cz)



Gambar 2.20. Karang *Pocillopora damicornis* (wikipedia)



Gambar 2.21. Bentuk dari karang *Lobophyllia corymbosa* (korallenriffshop.de)



Gambar 2.22. Terumbu karang berjenis spons *bryozoan* (*mnn.com*)



Gambar 2.23. Terumbu karang berjenis spons *tunikata* (*wikipedia*)



Gambar 2.24. Terumbu karang berjenis pofifera *Luffariela variabilis* (*Ida Winarni*)



Gambar 2.25. Terumbu karang berjenis spons *Crambe crambe* (wikipedia)



Gambar 2.26. Karang berjenis *Gorgonia Pseudopteroorgia (elisabethae*
oralpedia.bio.warwick.ac.uk)



Gambar 2.27. Karang api genus *Millepora* (wikipedia)



Gambar 2.28. Bentuk dari karang jenis *gorgonian* (*realmonstrosities.com*)

2.5 Karakteristik Terumbu karang

Koloni karang adalah kumpulan dari berjuta-juta polip penghasil bahan kapur (CaCO_3) yang memiliki kerangka luar yang disebut koralit. Pada koralit terdapat septum-septum yang berbentuk sekat-sekat yang dijadikan acuan dalam penentuan jenis karang. Suatu koralit karang baru dapat terbentuk dari proses *budding* (percabangan) dari karang. Selain bentuk koralit yang berbeda-beda, ukuran koralit juga berbeda-beda. Perbedaan bentuk dan ukuran tersebut memberi dugaan tentang habitat serta cara menyesuaikan diri terhadap lingkungan, namun faktor dominan yang menyebabkan perbedaan koralit adalah karena jenis hewan karang (polip) yang berbeda-beda.

Polip merupakan binatang kecil yang menyerupai karung. Rangka luar terdiri dari kristal CaCO_3 yang dihasilkan oleh epidermis pada setengah batang tubuh ke bawah dan telapak kaki. Proses sekresi CaCO_3 menghasilkan rangka kapur berbentuk seperti mangkuk; polip tertanam di atasnya, dan tidak dapat

berpindah tempat. Bagian dalam dari mangkuk karang terdapat sekat-sekat kapur yang memijar, disebut skleroseptum. Masing-masing spesies mempunyai bentuk dan susunan sklerosepta yang khas, sehingga dapat dipakai untuk identifikasi. Pola karang batu ditentukan antara lain dengan pola pertumbuhan koloni itu sendiri dan oleh susunan polip dalam koloni.

Adanya proses fotosintesa oleh alga menyebabkan bertambahnya produksi kalsium karbonat dengan menghilangkan karbon dioksida dan merangsang reaksi kimia sebagai berikut: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Fotosintesa oleh algae yang bersimbiose membuat karang pembentuk terumbu menghasilkan deposit cangkang yang terbuat dari kalsium karbonat, kira-kira 10 kali lebih cepat daripada karang yang tidak membentuk terumbu (*ahermatipik*) dan tidak bersimbiose dengan *zooxanthellae*.

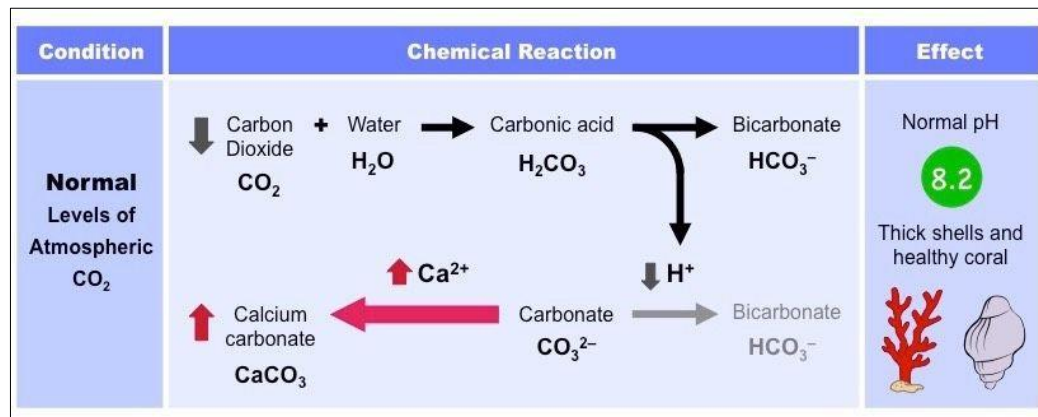
Dengan kata lain berdasarkan kepada kemampuan memproduksi kapur maka karang dibedakan menjadi dua kelompok yaitu karang hermatipik dan karang ahermatipik. Karang hermatipik adalah karang yang dapat membentuk bangunan karang yang dikenal menghasilkan terumbu dan penyebarannya hanya ditemukan di daerah Tropis. Karang ahermatipik tidak menghasilkan terumbu dan ini merupakan kelompok yang tersebar luas diseluruh dunia. Perbedaan utama karang Hermatipik dan karang ahermatipik adalah adanya Simbiosis mutualisme antara karang hermatipik dengan *zooxanthellae*, yaitu sejenis algae *Uniselular (Dinoflagellata unisular)*, seperti *Gymnodinium microadriatum*, yang terdapat di jaringan-jaringan polip binatang karang dan melaksanakan Fotosintesis.

Hasil samping dari aktivitas ini adalah endapan kalsium karbonat yang struktur dan bentuk bangunannya khas. Ciri ini akhirnya digunakan untuk menentukan jenis atau spesies binatang karang. Karang hermatipik mempunyai sifat yang unik yaitu perpaduan antara sifat hewan dan tumbuhan sehingga arah pertumbuhannya selalu bersifat Fototropik positif. Umumnya jenis karang ini hidup di perairan pantai/laut yang cukup dangkal dimana penetrasi cahaya matahari masih sampai ke dasar perairan tersebut.

Lautan adalah penyerap karbon utama dan menyerap sekitar sepertiga dari semua emisi CO₂ yang dihasilkan manusia (*antropomorfik*). Kelarutan CO₂ bergantung pada suhu (lebih mudah larut saat dingin), jadi lebih sedikit CO₂ yang akan diserap seiring naiknya suhu. Ketika lautan menyerap CO₂ di atmosfer, sebagian darinya akan tetap terlarut dalam bentuk gas tetapi sebagian besar akan dimodifikasi secara kimia. Karbon dioksida akan bergabung dengan air untuk membentuk asam karbonat, yang berdisosiasi menjadi ion hidrogen dan hidrogen karbonat.

Kemudian ion H⁺ akan menurunkan pH laut (pengasaman) dan juga akan bergabung dengan ion karbonat bebas untuk membentuk lebih banyak hidrogen karbonat. Dengan ion karbonat yang lebih sedikit bebas di dalam air, organisme laut kurang mampu menghasilkan kalsium karbonat (melalui kalsifikasi). Kalsium karbonat digunakan untuk membentuk exoskeleton karang yang keras dan juga terdapat dalam cangkang moluska tertentu. Karenanya peningkatan konsentrasi karbon dioksida terlarut mengancam kelayakan terumbu

karang dan moluska tertentu. Proses reaksi kimia dalam pembentukan terumbu karang dapat dilihat pada (Gambar 2.29).



Gambar 2.29 Proses reaksi kimia dalam pembentukan terumbu karang (ib.bioninja.com.au)

Secara taksonomi, terumbu karang dikenal memiliki 7500 spesies terumbu dan menutupi area seluas 2x10⁶ KM² dilautan tropis sekeliling dunia. Sebagai bentuk geologis yang massif, terumbu karang menyediakan perlindungan ombak secara eksistensif sepanjang pesisir pantai, produksi biologis terumbu karang menghasilkan komoditi pangan seperti ikan-ikan, molluska (Achituv dan Dubinsky,1990).

Seperti diutarakan sebelumnya bahwa karang tumbuh diperairan laut tropis, walaupun ada diantaranya yang dijumpai diperairan laut subtropis. Keanekaragaman karang berkurang dengan kenaikan derajat lintang. Lebih lanjut dikatan bahwa didunia ini ada tiga (3) daerah pengelompokkan terumbu karang, dua diantaranya adalah di Indonesia Barat (*Indo-Pacific*) dan karibia (*Atlantic*), dan ketiga terletak disebelah selatan Samudera Hindia (*Indo-Pacific*) (Ronsen,1971). Indonesia memiliki keanekaragaman jenis yang sedikit tinggi dibandingkan dengan yang terdapat disamudera Hindia. Secara umum jumlah spesies karang (*Reef*

Building Corals) yang tumbuh di *Indo-Pacific* cenderung lebih banyak dibandingkan dengan *Atlantic* (Supriharyono,2007). Menurut Wells (1954) dan Ronsen (1971) ada 88 negara karang (*hermatypic scleractinian corals*) yang hidup di *Indo-Pacific*, dengan 700 spesies sedangkan di *Atlantic* tercatat hanya ada 26 genera dan 35 spesie. Namun sekitar 10 tahun kemudian, Bersama Gureau, Wells melaporkan adanya kenaikan jumlah spesies *hermatypic corals* sekitar 50% di Jamaica, yaitu sekitar 41-48 spesies (Goreau dan Wells,1967).

2.6 Zonasi dan Penyebaran

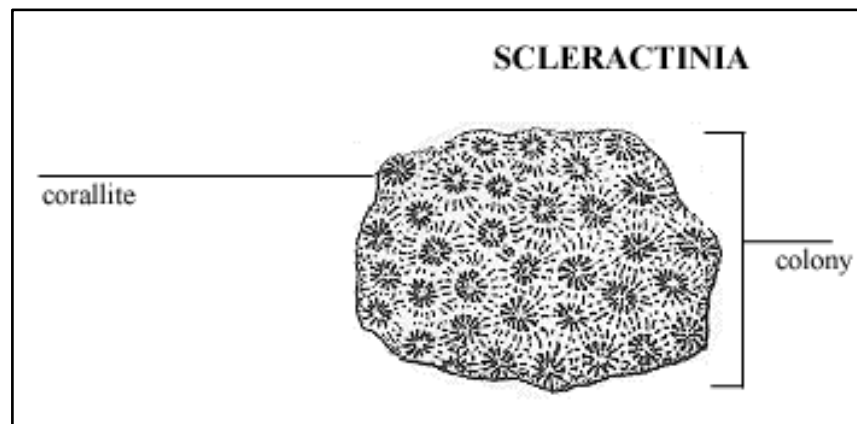
Regional Indo-Pasifik terbentang mulai dari Indonesia sampai ke Polinesia dan Australia lalu ke bagian barat ialah Samudera Pasifik sampai Afrika Timur. Regional ini merupakan bentangan terumbu karang yang terbesar dan terkaya dalam hal jumlah spesies karang, ikan, dan moluska. Berdasarkan bentuk dan hubungan perbatasan tumbuhnya terumbu karang dengan daratan (*land masses*) terdapat tiga klasifikasi terumbu karang atau yang sampai sekarang masih secara luas dipergunakan.

2.6.1 Terumbu atau Reef

Endapan masif batu kapur (*limestone*), terutama kalsium karbonat (CaCO_3), yang utamanya dihasilkan oleh hewan karang dan biota-biota lain yang mensekresi kapur, seperti alga berkapur dan Mollusca. Konstruksi batu kapur biogenis yang menjadi struktur dasar suatu ekosistem pesisir. Dalam dunia navigasi laut, terumbu adalah punggung laut yang terbentuk oleh batuan kapur (termasuk karang yang masih hidup) di laut dangkal.

2.6.2 Karang atau Koral

Disebut juga karang batu (stony coral), yaitu hewan dari Ordo *Scleractinia*, yang mampu mensekresi CaCO_3 . Karang adalah hewan klonal yang tersusun atas puluhan atau jutaan individu yang disebut polip. Contoh makhluk klonal yang akrab dengan kita adalah tebu atau bambu yang terdiri atas banyak ruas. Karang terdiri atas banyak polip seperti bambu terdiri atas banyak ruas tersebut. Bentuk karang *Scleractinia* dapat dilihat pada Gambar 2.30 di bawah ini.



Gambar 2.30. Bentuk karang Scleractinia (hoopermuseum.earthsci.carleton.ca)

2.6.3 Karang Terumbu

Pembangun utama struktur terumbu, biasanya disebut juga sebagai karang hermatipik (*hermatypic coral*) atau karang yang menghasilkan kapur. Karang terumbu berbeda dari karang lunak yang tidak menghasilkan kapur, berbeda dengan batu karang (*rock*) yang merupakan batu cadas atau batuan vulkanik.

2.6.4 Terumbu Karang

Ekosistem di dasar laut tropis yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur (CaCO_3) khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur,

bersama-sama dengan biota yang hidup di dasar lainnya seperti jenis-jenis *moluska*, *Krustasea*, *Echinodermata*, *Polikhaeta*, *Porifera*, dan *Tunikata* serta biota-biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya, termasuk jenis-jenis Plankton dan jenis-jenis nekton.

2.7 Jenis-Jenis Terumbu Karang

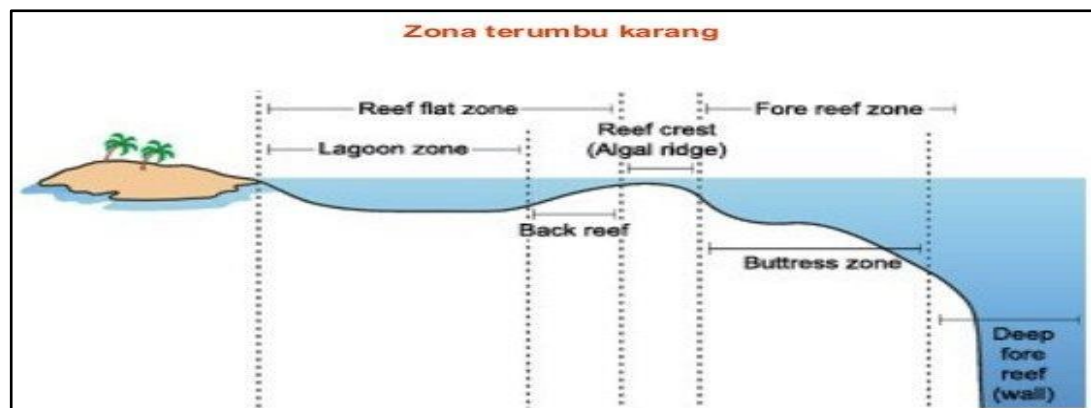
Koloni karang akan tumbuh terus tumbuh membentuk terumbu. Ada beberapa macam bentuk terumbu berdasar Teori Penenggelaman (*Subsidence Theory*), yaitu terumbu tepi, terumbu penghalang, dan atol. Masing-masing dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

2.7.1 Terumbu Karang Tepi (*fringing reefs*)

Terumbu karang tepi (*Fringing Reef*), yaitu terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantai dan dalamnya tidak lebih dari 40 meter. Terumbu ini tumbuh ke permukaan dan ke arah laut terbuka Terumbu karang tepi atau karang penerus berkembang di mayoritas pesisir pantai dari pulau-pulau besar. Perkembangannya bisa mencapai kedalaman 40 meter dengan pertumbuhan ke atas dan ke arah luar menuju laut lepas. Dalam proses perkembangannya, terumbu ini berbentuk melingkar yang ditandai dengan adanya bentukan ban atau bagian endapan karang mati yang mengelilingi pulau. Pada pantai yang curam, pertumbuhan terumbu jelas mengarah secara vertikal. Contoh: Bunaken (Sulawesi), Pulau Panaitan (Banten), Nusa Dua (Bali).

2.7.2 Terumbu Karang Penghalang (*barrier reefs*)

Terumbu karang ini terletak pada jarak yang relatif jauh dari pulau, sekitar 0.52 km ke arah laut lepas dengan dibatasi oleh perairan berkedalaman hingga 75 meter. Terkadang membentuk lagoon (kolom air) atau celah perairan yang lebarnya mencapai puluhan kilometer. Umumnya karang penghalang tumbuh di sekitar pulau sangat besar atau benua dan membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus. Contoh: Batuan Tengah (Bintan, Kepulauan Riau), Spermonde (Sulawesi Selatan), Kepulauan Banggai (Sulawesi Tengah). Bentuk terumbu berdasar Teori Penenggelaman dapat dilihat pada Gambar 2.31 di bawah ini.



Gambar 2.31. Bentuk terumbu berdasar Teori Penenggelaman (*Aprilia Novita Sari*)

2.7.3 Terumbu Karang Cincin (*atolls*)

Terumbu karang yang berbentuk cincin yang mengelilingi batas dari pulau-pulau vulkanik yang tenggelam sehingga tidak terdapat perbatasan dengan daratan. Dengan kata lain atol (*atolls*) merupakan karang berbentuk melingkar seperti cincin yang muncul dari perairan yang dalam, jauh dari daratan dan melingkari gobah yang memiliki terumbu gobah atau terumbu petak.

2.7.4 Terumbu Karang Datar (*patch reefs*)

Gosong terumbu (*patch reefs*), terkadang disebut juga sebagai pulau datar (*flat island*). Terumbu ini tumbuh dari bawah ke atas sampai ke permukaan dan, dalam kurun waktu geologis, membantu pembentukan pulau datar. Umumnya pulau ini akan berkembang secara horizontal atau vertikal dengan kedalaman relatif dangkal. Contoh: Kepulauan Seribu (DKI Jakarta), Kepulauan Ujung Batu (Aceh).

2.8 Pengertian Batuan Karbonat

Batuan karbonat adalah batuan dengan kandungan material karbonat lebih dari 50% yang tersusun atas partikel karbonat klastik yang tersemenkan. Batuan karbonat tidak hanya terdiri atas batugamping, namun juga termasuk batuan lain yang memiliki kandungan karbonat berupa mineral karbonat lebih dari 50% (Ehlers, E, G & Blatt, H 1980).

Dan menurut Koesoemadinata, 1985 batuan karbonat adalah batuan sedimen yang mempunyai komposisi dominan terdiri dari garam-garam karbonat, sedang dalam prakteknya secara umum meliputi batugamping dan dolomit. Proses pembentukannya dapat terjadi secara insitu, yang berasal dari larutan yang mengalami proses kimiawi maupun biokimia, dimana dalam proses tersebut *organisme* turut berperan dan dapat pula terjadi dari butiran rombakan yang telah mengalami transportasi secara mekanik yang kemudian diendapkan pada tempat lain.





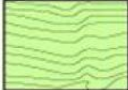
Selain itu pembentukannya dapat pula terjadi akibat proses dari batuan karbonat yang lain (sebagai contoh yang sangat umum adalah proses dolomitisasi, dimana kalsit berubah menjadi dolomit). Seluruh proses pembentukan batuan karbonat tersebut terjadi pada lingkungan air laut, sehingga praktis bebas dari *detritus* asal darat.

2.9 Klasifikasi Batuan Karbonat

Klasifikasi Dunham (1962) didasarkan pada tekstur deposisi dari batugamping, dalam sayatan tipis, tekstur deposisional merupakan aspek yang tetap. Kriteria dasar dari tekstur deposisi yang diambil.

Dasar yang dipakai oleh Dunham (1962) untuk menentukan tingkat energi adalah fabrik batuan. Bila batuan bertekstur *mud supported* diinterpretasikan terbentuk pada energi rendah karena Dunham (1962) beranggapan lumpur karbonat hanya terbentuk pada lingkungan yang berarus tenang sebaliknya batuan dengan fabrik *grain supported* terbentuk pada energi gelombang kuat sehingga hanya komponen butiran yang dapat mengendap.

Batugamping dengan kandungan beberapa butir (< 10 %) di dalam matrik lumpur karbonat disebut *mudstone*, dan bila *mudstone* tersebut mengandung butiran tidak saling bersinggungan disebut *wackestone*. lain halnya bila antar butirannya saling bersinggungan disebut *packstone* atau *grainstone*. *Packstone* mempunyai tekstur *grain-supported* dan biasanya memiliki matriks *mud*. Dunham (1962) memakai istilah *boundstone* untuk batugamping dengan fabrik yang mengindikasikan asal-usul komponen-komponennya yang direkatkan bersama selama proses deposisi (misalnya pengendapan lingkungan terumbu).

Original components not bound together at deposition				Original components bound together at deposition. Intergrown skeletal material, lamination contrary to gravity, or cavities floored by sediment, roofed over by organic material but too large to be interstices
Contains mud (particles of clay and fine silt size)		Lacks Mud		
Mud-supported		Grain-supported		
Less than 10% Grains	More than 10% Grains			
Mudstone 	Wackestone 	Packstone 	Grainstone 	
				Boundstone 

Gambar 2.32 Klasifikasi batuan karbonat menurut Dunham (1962)









Klasifikasi Grabau didasarkan pada karakteristik sederhana dari suatu batugamping atau batuan karbonat, yaitu ukuran butir penyusunnya (lihat tabel dibawah). Konsep dari klasifikasi ini didasarkan pada metode umum seperti yang digunakan pada klasifikasi batuan sedimen klastik. Konotasi genesa dari metode ini terkait dengan kemungkinan tingkat energi pengendapan material karbonat (Nichols, 1999).

Ukuran Butir	Nama Batuan Karbonat
> 2 mm	<i>Calcirudite</i>
63 μ m – 2mm	<i>Calcarenite</i>
< 63 μ m	<i>Calcilutite</i>

Gambar 2.33 Klasifikasi batugamping/batuan karbonat yang paling sederhana yaitu berdasarkan ukuran butir penyusunnya (Grabau, 1904).

Klasifikasi folk mendasarkan pada konsep maturitas tekstur dari batuan karbonat, yang melibatkan jenis komposisi batuan tersebut (lihat gambar dibawah). Perkembangan klasifikasi ini dikarenakan analisa petrografi pada batugamping untuk menentukan lingkungan pengendapan membutuhkan dasar klasifikasi lain yang lebih spesifik. Dengan mengetahui fabrik dari batuan tersebut dapat diinterpretasikan tingkat energi dari pengendapan sedimen (Tucker, 1990).






Parameter utama yang digunakan pada klasifikasi ini adalah tekstur deposisi (ham, 1962). Folk menyatakan, bahwa proses pengendapan batuan karbonat dapat dibandingkan (comparable) dengan proses pengendapan batupasir atau batulempung (shale). Menurut Folk, ada 3 macam komponen utama penyusun batugamping, yaitu :

Percent allochems	> 2/3 LIME MUD MATRIX				SUBEQUAL SPAR and LIME MUD	> 2/3 LIME SPAR CEMENT		
	0-1%	1-10%	10-50%	> 50%		SORTING POOR	SORTING GOOD	ROUNDED and ABRADED
Textural name	MICRITE and DIS-MICRITE	FOSSILIFEROUS MICRITE	SPARSE BIO-MICRITE	PACKED BIO-MICRITE	POORLY-WASHED BIO-SPARITE	UN-SORTED BIO-SPARITE	SORTED BIO-SPARITE	ROUNDED BIO-SPARITE
Typical fabric								
Terri-genous analogs	Claystone		Sandy claystone	Clayey or immature sandstone	Sub-mature sandstone	Mature sandstone	Super-mature sandstone	

Gambar 2.34. Gambaran Tekstural untuk endapan Karbonat (Folk, 1962 dalam Scholle, Peter A. dan Ulmer-Scholle, Dana S., 2003)

Klasifikasi ini didasarkan pada karakteristik yang sama dengan klasifikasi Dunham yakni fabrik batuan, tekstur, proporsi kandungan mud dalam batuan, dan kerangka penyusun batuan baik secara mekanik maupun biologi. Pembuatan klasifikasi ini merupakan penyempurnaan klasifikasi Dunham yang sebelumnya

tidak membagi *boundstone* secara spesifik (lihat gambar atas). *Boundstone* sebagai hasil kerangka organik dari koloni koral dibagi menjadi beberapa penamaan berdasarkan jenis organisme yang menyusunnya. Dengan menggunakan kombinasi tekstur dan komposisi, klasifikasi ini dapat memberikan informasi mengenai kondisi pembentukan batuan tersebut (Tucker, 1990).

Original Components Not Organically Bound During Deposition		Original Components Organically Bound During Deposition		
> 10% grains >2 mm		Organisms acted as baffles	Organisms encrusted and bound	Organisms built a rigid framework
Matrix-supported	Supported by components larger than 2 mm			
Floatstone	Rudstone	Bafflestone	Bindstone	Framestone
				

Gambar 2.35 Klasifikasi Embry dan Klovan (1971) sebagai penyempurnaan dan modifikasi dari klasifikasi Dunham (1962), dengan membagi *boundstone* menjadi empat penamaan sesuai organisme yang menyusunnya. (dimodifikasi oleh Scholle dan Ulmer-Scholle, 2003) Skema ini menunjukkan urutan umum dalam melakukan deskripsi batuan karbonat dari contoh setangan yang diamati saat berada di lapangan (Nichols, 1999).

Tekstur pengendapan dalam fasies karbonat dapat dipahami dengan melakukan pendeskripsian secara tepat serta aplikasinya diakomodir dalam klasifikasi karbonat Dunham (1962), dimana material sedimen karbonat dilihat berasal dari material lepas atau terikat (Lucia, 2007). Dunham (1962) membagi fasies karbonat setelah melihat material penyusun awal merupakan material lepas atau terikat pada awalnya kemudian melihat ada atau tidaknya kandungan *mud carbonate* didalam fasies yang dideskripsi. Hal ini tentu akan berimplikasi pada jenis tekstur yang terbentuk seperti penamaan fasies rudstone akan menunjukan

tekstur grain supported dan fasies floatstone akan menunjukkan tekstur mud supported. Metode deskripsi dari tekstur fasies karbonat yang terbentuk pada saat sedimentasi akan berimplikasi pada pengenalan geometri pori dalam fasies karbonat. Tekstur grain supported akan berimplikasi pada terbentuknya porositas intergrain diantara butiran penyusun dimana tekstur mud supported akan berimplikasi pada terbentuknya porositas intragrain (Lucia, 2007).

Ketidakhadiran lumpur karbonat (*mud carbonate*) akan mempengaruhi distribusi dan ukuran porositas yang terbentuk pada saat pembentukan fasies karbonat. Pada fasies karbonat yang tersusun dominan oleh lumpur karbonat namun dapat membentuk porositas *intergrain*, kehadiran lumpur akan mempengaruhi ukuran porositas yang terbentuk. Selain itu, tekstur pengendapan dimana kehadiran atau tidaknya lumpur karbonat didalam fasies karbonat akan mempengaruhi konektivitas antar pori. Sehingga memiliki implikasi lain terhadap besarnya permeabilitas yang terbentuk pada saat awal pengendapan (Lucia, 2007).