

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi dan Morfologi Nudibranchia

Klasifikasi Nudibranchia berdasar Debelius dan Kuitert (2007) adalah sebagai berikut:

Filum : Moluska Kelas:

Gastropoda Anak kelas :

Opisthobranchia Bangsa :

Nudibranchiaia

1. Anak bangsa : Doridina

Super suku : Gnathodorodoidea, Anadoridoidea, Eudoridoidea,
Phyllidioidea

2. Anak bangsa : Dendronotina

Super suku : Dendronotoidea

3. Anak bangsa : Arminina

Super suku : Arminoidea, Metarminoidea

4. Anak bangsa : Aeolidiina

Super suku : Euaeolidioidea, Pyramidelloidea

Nudibranchiaia berasal dari “*Nudus*” berarti telanjang dan “*Branchia*” yang berarti insang. Istilah jika kedua kata ini digabungkan berarti insang telanjang. Istilah ini mengarah pada organ respirasi eksternal yang terdapat di Nudibranchiaia (Sari dan Aunurohim, 2013). Famili Phyllidiidae merupakan salah satu Nudibranchiaia yang umum dijumpai di daerah tropis dan di

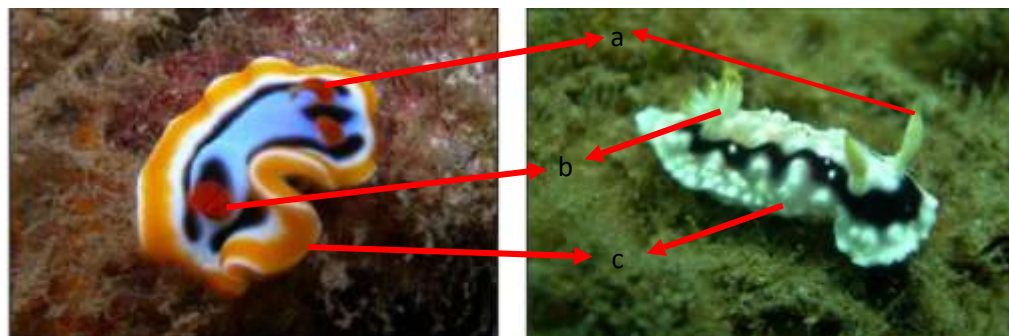
wilayah *Indo-Pacific* dan melimpah saat siang hari, sesuai dengan waktu penelitian di studi ini (Brunckhorst, 1993). *Chromodoris* merupakan genus yang distribusinya sangat kosmopolitan dan keanekaragamannya paling baik di wilayah tropis, diantara genus anggota famili Chromodorididae yang lain (Gosliner dan Draheim, 1996).



Gambar 1. (A) *Phyllidia ocellata* – Phyllidiidae, (B) *Phyllidia picta* – Phyllidiidae. (Sumber : Muzaki dan Saptarini, 2011)

Keterangan : (A) *Phyllidia ocellata* memiliki warna abu dengan garis hitam pada bagian tubuhnya dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a) dan mantel (b), sedangkan (B) *Phyllidia picta* memiliki warna biru dengan tuberkel berwarna orange yang dipisahkan oleh garis hitam dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a) dan mantel (b).

Phyllidia ocellata tersebar luas di seluruh lautan *Indo-West Pacific* yang memiliki ukuran sampai 60 mm. Ada beberapa variasi pada spesies *Phyllidia ocellata* namun paling umum *Phyllidia ocellata* memiliki tubuh kuning dengan dorsum yang ditutupi tuberkulus berwarna kuning atau putih. Ada berbagai pola pada bagian atas tubuh *Phyllidia ocellata*, dimana terdapat empat sampai sepuluh cincin hitam yang berhiaskan putih mengelilingi tuberkulus.



A

B

Gambar 2. (A) *Chromodoris annae* – Chromodorididae, (B) *Chromodoris geomatrix* – Chromodorididae (Sumber : Muzaki dan Saptarini, 2011).

keterangan : (A) *Chromodoris annae* memiliki warna orange dengan campuran berwarna putih pada bagian tubuh dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a), insang (b), dan mantel (c), sedangkan (B) *Chromodoris geomatrix* memiliki warna putih dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a), insang (b), dan mantel (c).

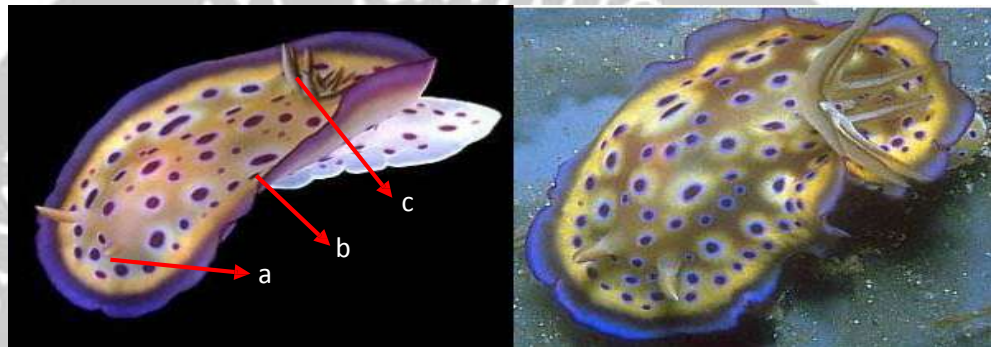


Gambar 3. *Chelidonura amoena* (Sumber : Bergh, 1905).

Keterangan : *Chelidonura amoena* memiliki warna cokelat kehitaman dengan bercak putih pada bagian tubuhnya dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a) dan mantel (b).

Menurut Bergh (1905), *Chelidonura amoena* adalah anggota *Aglajidae*, *cephalaspideano pisthobranchs* dimana spesies ini digambarkan dari dua spesimen yang dikumpulkan pada tahun 1899 di Pulau Sulawesi Selatan, Indonesia. *Chelidonura amoena* ditemukan di Perairan Raja Ampat pada kedalaman 20-60 kaki dengan salinitas 33 ppt dan kecerahan 13,3 m. *Chelidonura amoena* memiliki sedikit pigmentasi gelap (pucat) tetapi ada

warna gelap pada parapodia atas. Warna merah pada spesies sangat tidak umum yang biasanya coklat pucat. Warna coklat pada parapodia sangat bervariasi. Selain di Raja Ampat, *Chelidonura amoena* ditemukan di Bali, Lembah (Sulawesi Utara), Pulau Komodo (Nusa Tenggara Timur) Toha (2013).

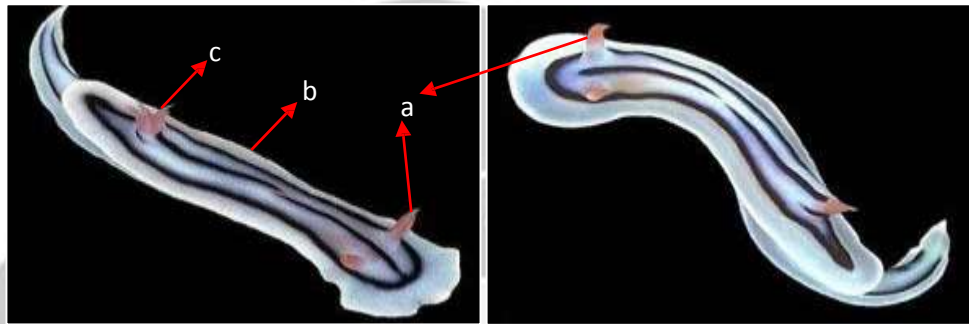


Gambar 4. *Chromodoris kuniei* (Sumber : Rudman, 1999a).

Keterangan : *Chromodoris kuniei* memiliki warna ungu kekuningan dengan corak berwarna ungu pada bagian dalam dan putih yang mengelilingi corak tersebut dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a), mantel (b), dan insang (c).

Menurut Rudman (1999a), *Chromodoris kuniei* termasuk salah satu dari spesies *Risbecia tryoni*, *geminus Chromodoris* dan *Chromodoris leopardus* yang memiliki bintik-bintik ungu atau ungu-cokelat besar, sebuah retikulum dengan latar belakang kecoklatan, dan perbatasan ungu. *Chromodoris geminus* berbeda dalam beberapa warna yang memiliki empat pita warna di sekitar tepi mantel, warna putih, kemudian bagian terluar berwarna ungu keabuan, kemudian putih, kemudian kuning. Tiga spesies *Chromodoris* memiliki mantel tumpang tindih lebar dengan tepi mantel ungu. *C. leopardus* dan *C. kuniei* dapat dibedakan dari *R. tryoni* dengan perbatasan ungu yang luas, terdiri dari tiga band berwarna sedikit berbeda pada *C.*

kunie, dan dengan beberapa bintik-bintik seperti macan tutul, atau tanda membentuk persegi berongga yang ditemukan di *C. leopardus*.



Gambar 5. *Chromodoris lochi* (Sumber : Rudman, 1999b).

Keterangan : *Chromodoris lochi* memiliki warna putih kebiruan dengan garis hitam melingkar pada bagian tubuhnya dengan bagian tubuh terdiri dari rhinophore (a), mantel (b), dan insang (c).

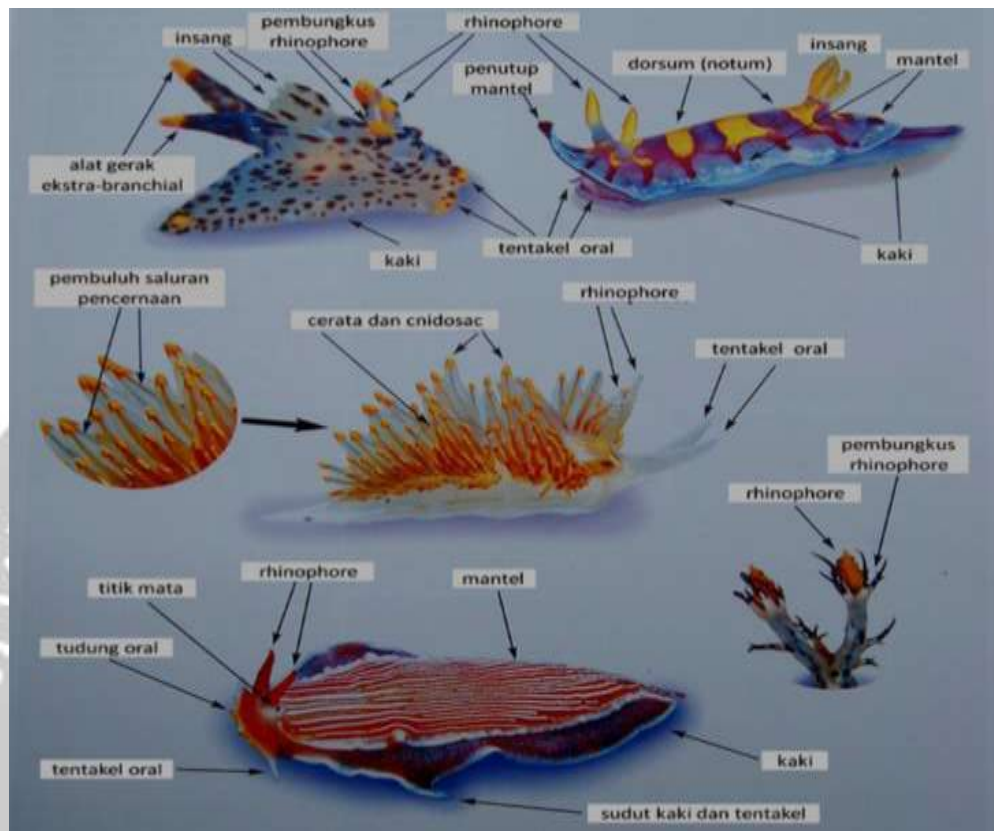
Kelompok hewan laut ini adalah salah satu kelompok yang menarik untuk diamati karena mempunyai warna yang mencolok dan bentuknya bervariasi (Wagele dan Klusmann-Kolb, 2005). Nudibranchia hanya terdiri dari kulit, otot dan organ tubuh karena telah menanggalkan cangkang pada jutaan tahun yang lalu (Debelius, 2004). Hewan ini mampu berkembang biak di perairan hangat maupun dingin, bahkan di sekitar cerobong gunung api dalam laut.

Menurut Rudman (1982), *Chromodoris lochi* adalah salah satu dari kelompok *chromodorids* putih atau putih kebiruan tembus dengan garis membujur biru tua atau hitam. Spesies lain termasuk *Chromodoris willani*, *Chromodoris boucheti* dan *Chromodoris diana* merupakan spesies berwarna keputihan dengan tiga garis-garis hitam. Menurut Toha (2015), *C. lochi* memiliki garis biru atau putih kebiruan dengan batas putih dan biasanya terdapat garis hitam membujur pada mantel dan kaki. Pada mantel, garis

kontinu berjalan di sekitar perbatasan lewat di luar rinofor dan rata-rata kedua bisa terputus.

Nudibranchia adalah invertebrata laut dalam Kelas Gastropoda yang tidak memiliki cangkang serta mampu mengembangkan sistem pertahanan diri, diantaranya dengan kamuflase dan senyawa kimia “*chemical defense*”. Nudibranchia mampu mensintesis metabolit sekunder dari bahan makanannya seperti Sponge, Bryozoa, Ascidian dan Coelenterata. Senyawa bioaktif Ulapualide A yang berhasil diisolasi dari Nudibranchia *Hexabranchus sanguineus* mampu menghambat sel leukemia dan berfungsi sebagai antifungi. Chromodorolide A diisolasi dari Nudibranchia *Chromodoris cavae* sebagai antimikroba secara *in vitro* (Karunasagar dan Reilly, 1999).

Salah satu ciri yang membedakan Nudibranchia dengan Gastropoda lain adalah adanya insang telanjang (Nudibranchia berarti ‘insang telanjang’). Insang tersebut muncul seperti jambul pada bagian punggung agak ke belakang (Debelius, 2004). Mata Nudibranchia yang mungil hanya mampu membedakan antara terang dan gelap serta sangat sedikit memanfaatkan keberadaan matanya. Sebagai gantinya, Nudibranchia menggunakan tonjolan sensor di kepala (rhinopore) dan tentakel oral untuk mencium, mengecap dan merasakan lingkungan. Keberadaan makanan dapat diketahui dengan bantuan sinyal yang ditangkap dari senyawa kimia (Holland, 2008).



Gambar 6. Morfologi dan struktur anatomi Nudibranchia (Debelius dan Kuiter, 2007)

Keterangan : Bagian-bagian tubuh dari beberapa jenis Nudibranchia dengan bagian terdiri dari rhinophore, mantel, tentakel oral, kaki, pembuluh saluran pencernaan, penutup mantel, insang, dan alat gerak ekstra-branchial.

Kelompok hewan Nudibranchia lebih suka menyendiri, dengan kebiasaan nokturnal serta wilayah pengembaraan yang sempit. Nudibranchia dapat melakukan kamuflase mulai dari warna kusam hingga cemerlang, bukan warna-warna kontras. Pigmen warnanya mirip spons dipengaruhi oleh substrat edibel tempat mereka berdiam hewan ini mencium, mengecap, dan merasakan dunia dengan menggunakan tonjolan-tonjolan sensor di kepala yang disebut rhinophore dan tentakel-tentakel oral. Sinyal-sinyal kimia digunakan untuk membantu menemukan makanan (Holland, 2008).

Penelitian Dayrat dan Tillier (2002), mengungkapkan bahwa *Dendronotacea* merupakan kelompok Nudibranchia paling primitif. Kelompok ini ditandai dengan bentuk tubuh memanjang yang diselubungi sejumlah rhinophores (tonjolan sensor), dan memiliki variasi bentuk punggung. Kelompok ini juga ditandai dengan adanya insang sekunder dengan permukaan yang luas di sepanjang tepi mantel.

Doridacea dicirikan oleh adanya lingkaran bulu branchial (insang adaptif atau sekunder) yang umumnya terbuka atau terlindung dalam sebuah kantong. Sedangkan anus terdapat pada pertengahan punggung agak ke belakang (Dayrat dan Gosliner, 2004). Kelompok ini memiliki kelenjar pencernaan kompak dan tidak memanjang ke mantel. Mantel mengandung spikula endoskeletal dari zat kapur, dengan bagian punggung yang berupa papila pendek dalam jumlah sangat banyak. Pompa bukal (merupakan perpanjangan massa otot bukal) berkembang baik di beberapa Dorids untuk mendukung strategi makannya. Subordo Aeloidiina memiliki tubuh memanjang, dua kepala dan tentakel sensor kimia pada akhir anterior. Kelompok ini memiliki kelenjar pencernaan menjari (disebut cerata), dengan kulit cerata transparan (Bertsch, 2004).

Menurut Allen dan Steene (1999), Nudibranchiaia menyebar pada daerah karang. Pada daerah terumbu karang terdapat makanan yang dibutuhkan Nudibranchiaia. Selain itu karang merupakan tempat menempel bagi *veliger* larva dari Nudibranchiaia sebelum melakukan metamorfosis menjadi juvenil. Nudibranchiaia memanfaatkan karang sebagai *feeding*

ground dan *spawning ground*, tanpa merugikan atau mengganggu kehidupan karang. Habitat Nudibranchia erat kaitannya dengan makanan yang dibutuhkannya. Berbagai jenis Nudibranchia pada umumnya memilih jenis makanan yang spesifik (Todd, 1981). Radiasi adaptif Opisthobranchia menunjukkan evolusi menyebar ke berbagai relung makan (Faucci dkk., 2007).

Sebagian besar divisi berakar pada spesifikasi makan. Anaspidea dan Sacloglossa bersifat herbivora, dengan makanan pada masing-masing jenis yang berbeda-beda. Anaspidea memakan langsung daun alga, sedangkan Sacoglossa membuka setiap sel alga untuk menghisap keluar isinya. Hampir seluruh anggota *Nudibranchia* bersifat karnivora sebagai pemangsa spons, karang lunak, anemon, pena laut, bryozoa, ascidian, hidroid, telur Nudibranchia lain, dan beberapa jenis bersifat parasit (Chester dkk., 2000). Sejumlah Nudibranchia bersifat predator (monophagous) dan memiliki bentuk tubuh yang disesuaikan untuk memakan mangsanya.

Berdasar kelompok makan, Nudibranchia dibagi menjadi empat yaitu pemakan spons, bryozoa, hydroid dan kelompok lain (Todd, 1981). Pemakan spons terdiri atas semua anggota Doridacea (Yasman, 2003) berukuran besar, bentuk pipih, dan mampu berkamuflase. Pemakan bryozoa memiliki tubuh berupa lembaran yang hampir mirip dengan Dorids. Pemakan hydroid merupakan kelompok terbesar yang didominasi Aeolids. Kelompok lain mencakup perwakilan keempat subordo yang menempel pada Coelenterata,

Cirripedia, Tunicata, Nudibranchia dan telur Nudibranchia lain, serta pada telur ikan Teleostei.

Nudibranchia memiliki sistem pertahanan diri yang berkembang baik yaitu berupa sekresi beracun dan sel penyengat pada lapisan kulitnya, yang kadang mematikan (Barsby dkk., 2002). Sebagian Nudibranchia memproduksi racun sendiri, namun umumnya mengambil dari mangsa (Penney, 2002). Banyak Nudibranchia memiliki warna mencolok yang menjadi tanda bahaya bagi pemangsa. Walau tidak beracun, warna yang mencolok menjadikannya tidak disentuh pemangsa (Avila dkk., 2000). Nudibranchia nokturnal yang umumnya hidup soliter lebih memilih kamuflase dan umumnya merupakan jenis beracun (Holland, 2008).

Nudibranchia melakukan kopulasi dengan pasangan, sesuai dengan fungsinya yang bisa sebagai jantan maupun betina. Kopulasi dapat berlangsung lama atau singkat, tergantung kondisi lingkungan (Bertsch, 2004). Setelah kopulasi, sperma disimpan pada tempat pembentukan telur, hingga akhirnya terjadi fertilisasi (Ellis, 1998). Telur-telur yang terbentuk dalam jumlah besar dibungkus dengan mukus dalam ukuran, bentuk dan warna yang bervariasi tergantung jenisnya (Bertsch, 2004).

Massa telur dilindungi secara kimiawi, tapi Nudibranchia tidak berperan aktif dalam membesarkan anakan. Massa telur berbentuk pita, kapsul silinder berisi tali-tali, atau kantung jeli kecil berbentuk lonjong (Ellis, 1998). Diameter massa telur bertambah sesuai dengan penambahan jumlah telur yang dihasilkan dan jumlah telur tiap kapsul (Martinez-Pita dkk., 2005).

Diameter masa telur berkisar antara 0,24 cm sampai 3,62 cm dan diperkirakan terdapat $6,9 \times 10^3$ sampai $1,0 \times 10^4$ dengan rata-rata jumlah kapsul antara satu sampai sembilan, serta ukuran telur sekitar 160 μm (Fahey dan Healy, 2003).

Nudibranchia dalam rantai makanan berperan sebagai pemangsa maupun mangsa dengan berbagai upaya penyesuaian diri terhadap lingkungan (Debelius dan Kuitert, 2007). Beberapa jenis hidup pada lingkungan pelagis dengan cara berenang bebas (Katz dkk., 2001). Gastropoda ini sebenarnya dapat dimakan manusia setelah kandungan racunnya dihilangkan. Penduduk Chile dan penduduk yang tinggal di pulau di seberang Rusia dan Alaska memanggang, merebus atau bahkan memakan beberapa jenis Nudibranchia ini mentah-mentah (Holland, 2008).

B. Keanekaragaman dan Kelimpahan Relatif

Kelimpahan organisme di dalam perairan dinyatakan sebagai jumlah individu per satuan luas atau umumnya dinyatakan sebagai individu per liter, sedangkan kelimpahan relatif adalah prosentase dari jumlah individu dari suatu spesies terhadap jumlah total individu dalam suatu daerah tertentu (Odum, 1993). Untuk menghitung kelimpahan relatif digunakan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1993) :

$$R = \frac{n_i}{N} \times 100 \%$$

Keterangan :

R = kelimpahan relatif

n_i = jumlah individu setiap jenis (ekor)

N = jumlah individu seluruh jenis

Indeks Keanekaragaman jenis (H') adalah angka yang menggambarkan keragaman jenis dalam suatu komunitas. Keanekaragaman jenis merupakan karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologi penyusunnya. Suatu komunitas dapat dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan tiap jenis sama atau hampir sama, sebaliknya jika komunitas tersebut disusun oleh sangat sedikit jenis dan hanya sedikit saja jenis dominan, maka keanekaragaman jenisnya rendah (Soegianto, 1994). Untuk menghitung Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), digunakan rumus Shannon-Wiener dalam Odum (1993), untuk setiap stasiun :

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

$$p_i = \frac{n}{N}$$

Keterangan :

H' = Indeks deversitas (keanekaragaman) Shannon-Winener

n = Jumlah individu satu spesies

N = Total jumlah individu semua spesies

p_i = Jumlah individu masing-masing jenis

Menurut Soegianto (1994), kriteria Indeks Keanekaragaman Jenis Fauna dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Indeks Keanekaragaman Jenis

Kriteria	Indeks Keanekaragaman Jenis
Tinggi	$>2,0$
Sedang	$\leq 2,0$
Rendah	$<1,6$
Sangat Rendah	$<1,0$

C. Parameter Lingkungan

Susunan faktor- faktor lingkungan dan kisarannya yang dijumpai di zona intertidal sebagian disebabkan zona ini berada di udara terbuka selama

waktu tertentu dalam setahun, dan kebanyakan faktor fisiknya dapat menunjukkan kisaran yang lebih besar di udara daripada di air. Faktor lingkungan yang banyak memengaruhi kehidupan di laut adalah pasang surut, gerakan ombak, salinitas, derajat keasaman (pH) dan suhu (Nybakken, 1992).

a. Pasang surut

Pasang surut merupakan faktor lingkungan paling penting yang mempengaruhi kehidupan di zona intertidal. Tanpa adanya pasang surut atau hal-hal lain yang menyebabkan naik turunnya permukaan air secara periodik, zona ini tidak akan seperti itu dan faktor lain akan kehilangan pengaruhnya. Ini disebabkan kisaran yang luas pada banyak faktor fisik akibat hubungan langsung yang berganti antara terkena udara terbuka dan keadaan yang terendam air (Nybakken, 1992).

b. Gerakan Ombak

Aktivitas ombak memengaruhi kehidupan pantai baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh ombak secara langsung, yaitu pengaruh mekaniknya menghancurkan dan menghanyutkan benda yang terkena. Sedangkan yang tidak langsung kegiatan ombak memperluas batas zona intertidal. Deburan ombak membuat organisme laut dapat hidup di daerah yang lebih tinggi terkena terpaan ombak daripada di daerah tenang pada kisaran pasang surut yang sama (Nybakken, 1992).

c. Salinitas

Perubahan salinitas dapat mempengaruhi organisme zona intertidal melalui dua cara. Pertama, karena intertidal terbuka pada saat air surut,

kemudian digenangi air tawar atau aliran air hujan, akibatnya salinitas menjadi turun. Pada keadaan tertentu penurunan salinitas akan melewati batas toleransi sehingga organisme dapat mati. Kedua, genangan pasang surut, yaitu daerah yang menampung air laut ketika surut. Daerah ini dapat digenangi air tawar yang mengalir masuk ketika hujan deras sehingga menurunkan salinitas atau dapat menunjukkan kenaikan salinitas jika terjadi penguapan yang sangat tinggi pada siang hari (Nybakken, 1992).

d. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan faktor ekologis yang penting untuk mengontrol aktivitas dan distribusi tumbuhan dan hewan yang hidup dalam suatu perairan. Derajat keasaman juga dapat memengaruhi respirasi, sistem enzim, kandungan nutrisi dan produktivitas (Allee dkk, 1959 dalam Bougis, 1976). Kisaran pH air laut antara 7-9 sangat menguntungkan hewan-hewan yang hidup didalamnya (Utaminingsih, 1988).

e. Suhu

Suhu yang ekstrim dapat memengaruhi organisme, walaupun tidak langsung mengakibatkan kematian. Organisme dapat menjadi lemah karena kekurangan air sehingga tidak dapat menjalankan aktivitas fisiologinya seperti biasa dan akan mati. Dilautan, suhu dan cahaya mempunyai hubungan yang sangat erat. Panas matahari akan diserap beberapa puluh sentimeter dari permukaan air, sehingga pada kedalaman yang berlainan suhu juga berlainan (Nybakken, 1992).