

KOLONISASI DAN SUKSESI PADA ALGAE LAUT BENTIK

oleh

Wanda S. Atmadja ¹⁾

ABSTRACT

THE COLONIZATION AND SUCCESSION IN BENTHIC MARINE ALGAE. *Colonization and succession are two most important components in the establishment of the algal vegetation in the marine ecosystem. They would be successfully existence if they are supported by several factors as well as from internal and external factors or from interactions amongst them. Studies of colonization and succession of marine algae have been used to described the patterns and changes of many community characteristics through time including: population interaction, community compositions, and sequences.*

PENDAHULUAN

Setiap jenis tanaman mempunyai pola pertumbuhan tersendiri. Misalnya, ada yang tumbuh cepat dan ada pula yang lambat. Masa pertumbuhan kadang kala silih berganti antara aktif dan tidak aktif yang kesemua itu sebagian besar tergantung kepada kondisi lingkungannya. Kebanyakan vegetasi tumbuhan yang berukuran besar cenderung berumur panjang sehingga daur hidupnya tidak begitu terbatas seperti pada bentuk tumbuhan bersel tunggal yang umumnya berdaur hidup pendek. Kondisi pertumbuhan tanaman di perairan laut berbeda dengan di darat bahkan dengan tanaman yang tumbuh di perairan air tawar sekalipun. Faktor ekologi tertentu yang sangat penting bagi vegetasi daratan seperti kimia tanah dan kelembaban udara adalah kecil pengaruhnya terhadap algae laut. Sebaliknya ombak, arus, dan pasang-surut merupakan problema penting dalam telaah organisme laut termasuk algae.

Dua komponen penting dalam daur hidup tanaman adalah kolonisasi dan suksesi. Kedua aspek ini pada algae laut terutama ditentukan oleh adaptasi terhadap berbagai tingkat kondisi faktor lingkungannya. Setiap perubahan lingkungan akan menimbulkan perubahan komunitas tanaman. Perubahan ini berlangsung antara lain dengan keterlibatan dua proses ekologi yang disebut kolonisasi dan suksesi. Kolonisasi adalah suatu proses penempatan atau penghunian suatu daerah atau tempat oleh suatu organisme, sedangkan suksesi merupakan suatu proses pergantian dari satu atau sekelompok jenis organisme oleh yang lainnya dengan komposisi dan struktur yang berbeda. Khusus dalam tumbuhan, suksesi merupakan proses biologik universal dengan perkembangan dari komunitas sederhana kepada yang lebih kompleks, dari keadaan muda menjadi tua, dan dari situasi labil ke masa stabil. Proses suksesi ekologi suatu komunitas tanaman biasanya berlangsung lebih cepat di habitat perairan

1). Pusat Penelitian Biologi Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - LIPI, Jakarta.

laut dari pada darat. Ini disebabkan karena umur tanaman dominan yang hidup di laut umumnya lebih pendek dari pada umur tanaman yang hidup di darat. Oleh karena itu percobaan lapangan dalam pengembangan teori kolonisasi dan suksesi lebih mudah dilakukan terhadap tanaman laut dari pada tanaman darat. Perhatian yang semakin meningkat terhadap hal ini telah banyak diwujudkan dalam berbagai percobaan dan penelitian. Misalnya dengan mengamati pola kolonisasi dan suksesi pada benda-benda yang dimasukkan ke dalam air laut atau pada substrat alami yang dibersihkan dari tanaman dan binatang.

Dalam tulisan ini akan disajikan tinjauan tentang kolonisasi dan suksesi dalam algae laut bentik.

TINGKATAN KOLONISASI DAN SUKSESI

Beberapa penelitian telah mengungkapkan kolonisasi dan suksesi. NIEL (1979) menemukan tiga fase kolonisasi yaitu pionir, penerusan suksesi (channelling succession), dan struktur normal komunitas sebagai klimaks. Keanekaragaman jenis mencapai puncaknya pada fase tumpang tindih dan akan menurun apabila jenis dominan berlimpah. Komunitas pionir sebagai koloni pertama mempunyai perbedaan tipe yang bergantung kepada faktor lingkungannya. Komunitas klimaks ditandai oleh dominansi tanaman yang beradaptasi terbaik dalam proses berkompetisi (Gambar 1).

Kriteria utama dari suatu klimaks menurut WHITTAKER (1953) adalah keadaan komunitas yang relatif stabil dan terpelihara baik (relatif permanen) dalam jangka waktu tertentu sepanjang kombinasi. dan kondisi lingkungan tidak berubah. VARMA (1958) mendapatkan *Chondrus nedia*, *Padina gymnospora* dan *Lyngbya majuscula* sebagai pionir yang tumbuh setelah 20 hari pada kayu dan beton. Kebanyakan

algae tumbuh setelah tiga sampai sepuluh minggu kecuali *Caulerpa*, *Dictyota*, *Sargassum*, *Lythophylhun*, *Gracilaria*, dan *Acanthophora* bisa kurang atau lebih dari itu. Macam substrat dan posisi geografik akan menentukan fase kolonisasi dan suksesi. Kesempatan berkolonisasi pada suatu permukaan benda baru aritara lain tergantung tersedianya spora, sedangkan keadaan komunitas algae pionir antara lain tergantung kepada musim dan tingkatan pasang-surut (RESS 1940). MSCHIGENI (1978) menemukan *Acanthophora specifera*, *Laurencia nidiftaca*, *Colpomenia sinuosa*, dan *Padina javonica* tumbuh setelah dua bulan dari saat pembersihan suatu habitat. Algae filamen *Feldmania indica* dan *Spacelaria tribuloides* merupakan koloni pertama pada terumbu buatan di suatu goba (lagoon) sedangkan berikutnya tumbuh *Dictyota barteyresii* (TSUDA & KAMI 1973). Suatu komunitas klimaks dapat dicapai dalam waktu kurang dari satu tahun. Pada komunitas algae lainnya menurut pengamatan SAITO *et al.* (1976) dapat mencapai tiga atau empat tahun. Pada pengamatan KITCHING (1937) telah ditunjukkan urutan kolonisasi algae. Pada tahun pertama setelah pembersihan suatu tempat tampak tumbuh *Phylisiphonia broide* & *Cermaiium rubrum*, dan *Calithamnion granulatum*. Kemudian pada tahun kedua *Himantalia lorea*, dan *Corallina squamata*.

Pengamatan pada habitat alami seperti koral mati dan lava telah pernah pula dicoba. NORTHKRAFT (1948) mengamati kolonisasi algae pada berbagai habitat dengan sistem transek pembersihan. Dari hasilnya dapat dibedakan empat tipe kolonisasi sebagai berikut:

1. Algae yang cepat tumbuh seperti *Ulva*, *lobata*, *Porphyra perporata*, *Rhodoglossum roseum*, dan *Enteromorpha* sp.
2. Algae menahun yang tumbuh cepat antara lain *Rhodoglossum offline*, *Iridophycus flaccidum*; *I. heterocarpum*, *Gigartina cristata*, dan *G. lentorhynchus*.

3. Algae menahun yang tumbuh lambat antara lain *Gigartina spinosa*, *G. papillata*, dan *Iridophycus splendens*.
4. Algae yang sulit berkolonisasi dan sukar melimpah seperti *Agarum coulteri*, *Gastoclonium coulteri*, *Gigartina agar-dhi*' dan *G. capaliculata*.

Enteromorpha sebagai algae hijau yang berkemampuan tumbuh cepat dilaporkan merupakan algae yang tumbuh pertama pada lava yang telah menjadi dingin (DOTY 1967). Tampaknya situasi klimaks pada habitat semacam ini berkaitan dengan kestabilan substrat untuk jangka waktu sekitar enam sampai sepuluh tahun. Berbeda dengan lava, maka pecahan karang mati biasanya cepat ditumbuhi algae. Pada substrat tersebut kolonisasi algae telah ditemukan dalam waktu dua puluh empat jam, dan menjadi relatif melimpah setelah terdapat empat hari (BELK 1975). Algae, *Microcoleus lyngbyakus* dan *Hormothamnion solatium* melimpah dalam waktu antara satu sampai 25 hari, tetapi *Giffordia indica* tersebut merata pada hari ke-26 sampai hari ke-42 sehingga akhirnya mereka sama-sama dominan di daerah tersebut. Keadaan ini menopang suatu teori yang mengemukakan bahwa algae yang dominan di bagian atas dan tengah daerah pasang surut (intertidal) terdiri dari jenis-jenis algae yang bersifat mendahului dalam suksesi atau yang bersifat "opportunistic" dengan pertumbuhan cepat. Khusus mengenai algae tipe ini mereka mempunyai strategi tumbuh antara lain :

- Cepat berkolonisasi pada permukaan daerah yang bersih atau dibersihkan.
- Dapat tumbuh sebagai algae "ephemeral" (setiap saat tumbuh tergantung kesempatan yang ada), "annual" (musiman dalam satu tahun), dan "perennial" (musiman lebih dari satu tahun).
- Bentuk thallinya sederhana, kecil, biomas per thallus sedikit dan mempunyai permukaan thallus yang lebih besar dibanding dengan volumenya.

- Berpotensi tumbuh cepat dan memiliki produktivitas primer tinggi dari seluruh thalli serta hampir seluruh jaringan berfotosintesis.

- Berkemampuan reproduksi tinggi (hampir seluruh sel berpotensi reproduktif).
- Mempunyai strategi "opportunistic" yang hampir sama, isomorfik, dan thalli muda hanya berbeda sedikit versinya dari pada thalli tua.

Di lain fihak ada pula keburukannya dari pada algae tersebut antara lain :

- Badan reproduktifnya bermortalitas tinggi.
- Thalli yang kecil dan sederhana mudah dikalahkan dalam berkompetisi dengan algae yang lebih kasar dan besar.
- Thalli mudah dimakan binatang, mudah rusak oleh ombak, dan mudah terabrasi oleh endapan partikel.
- Permukaan thalli yang luas mudah kekeringan apabila mengalami pengudaraan.

Di daerah subtropik, kebanyakan algae mempunyai reproduksi maksimum pada saat antara "spring" (musim bunga) dan "summer" (musim panas) atau di akhir musim dingin (winter). Di daerah tropik, telaa reproduksi algae berikut kolonisasi dan suksesinya masih sangat langka. Di lain fihak pengetahuan mengenai masa reproduksi adalah penting dalam penentuan kolonisasi dan suksesi. Ketiga aspek tersebut saling berkaitan erat dalam pembentukan suatu komunitas atau vegetasi algae. Faktor-faktor internal seperti ketahanan dan daya sebar, kemampuan daya lekat, kuantitas dan kualitas benih berikut pengaruh berbagai faktor lingkungan akan sangat menentukan pola dan karakter komunitas yang terbentuk. Salah satu pengamatan yang dilakukan di Indonesia (ATMADJA & SULISTIJO 1981) menunjukkan bahwa *Eucheuma spinosum* di Pulau Pari mempunyai variasi kehadiran dan pertumbuhan menurut musim dan letak geografik habitatnya. Suksesi komunitas algae di Pulau Pari juga telah diamati

pada rak bambu terapung di goba (lagoon) (Gambar 2.). Dalam jangka waktu 2 minggu sudah tampak ada pertumbuhan algae hijau filamen dan algae biru. Tiga minggu sampai empat minggu tampak *Acanthophora spicifera* *Hypnea* spp. *Padina australis*, dan *Roshera* sp. Dalam periode dua bulan telah tampak ada *Hydroclathrus* dan *Colopomenia sinuosa*. Setelah tiga bulan menunjukkan dominasi *Padina australis* pada rak bambu tersebut. Persaingan tempat terbesar tampaknya datang dari moluska yang menempati sebagian besar permukaan bambu dan benda-benda lainnya pada rak seperti label aluminium, tali nilon, dan tali rafia. Namun demikian beberapa jenis algae masih dapat tumbuh bersaing bahkan di antaranya ada yang berkolonisasi pada cangkang moluska tersebut antara lain *Acanthophora* dan *Padina*.

POLA DAN KARAKTERISTIK

Penampilan pola kolonisasi dan suksesi algae dengan berbagai sifat-sifatnya adalah penting dalam memahami struktur komunitasnya. Ini disebabkan karena setiap komunitas tanaman dibentuk pertama kali sebagai dasar oleh kolonisasi dengan kelanjutannya oleh suksesi. Kondisi dan situasi aktivitas keduanya yang bergantung kepada berbagai faktor lingkungan akan menentukan model (tipe) komunitas. Menurut FOSTER (1975) ada tiga kategori kolonisasi tanaman laut : yaitu algae **ephemeral** yang tumbuh cepat, algae **perennial** yang tumbuh cepat dan algae **perennial** yang tumbuh lambat. Pertumbuhan awal ephemeral algae akan memacu pembentukan dan pertumbuhan yang perennial. Namun demikian akan terdapat pola perkembangan yang berbeda pada setiap tingkat pertumbuhan sebagai hasil perbedaan morfologi, fenologi, dan suksesi dalam berkompetisi terhadap tempat tumbuh. Sifat suksesi merupakan perubahan komposisi jenis tanaman dan keanekaragaman bentuk pertumbuhan yang menem-

pati habitat tertentu. Jadi ada urutan dari pada komunitas dengan puncak klimaks atau tipe vegetasi. Komunitas klimaks ini menurut TIVY (1982) akan memperlihatkan pemanfaatan maksimal suatu tempat oleh suatu organisme. Habitat tersebut akan mencapai suatu "titik saturasi" (titik jenuh). Dalam keadaan ini invasi dan pembentukan jenis lain akan terhambat' Akibatnya komunitas akan tertutup dan seluruh relung ekologi (niche) potensial telah diduduki dan suksesi berhenti.

Pola suksesi tampaknya amat tergantung kepada siklus hidup dari pada komponen jenis, sedangkan kecepatannya antara lain tergantung kepada daya pencar (dispersal), kecepatan tumbuh (growth rate), luaran reproduktif, dan komponen jenis yang terlibat. Hal ini telah ditunjukkan oleh FAHEY & DOTY (1949) melalui telaah kolonisasi pionir di daerah intertidal (pasang surut). Tampak bahwa klasifikasi jenis yang terlibat, minimal mempunyai tiga karakter yaitu kecepatan tumbuh, masa reproduksi, dan siklus hidup berikut bentuk pertumbuhannya. Hal tersebut tampak pada urutan suksesi yang meliputi :

- Kolonisasi pionir oleh bentuk-bentuk pertumbuhan yang tumbuh cepat misalnya *Enteromorpha*.
- Kolonisasi oleh algae musiman yang tumbuh lambat dan biasanya tidak mencapai bentuk klimaks.
- Klimaks kolonisasi oleh bentuk yang bermasa hidup panjang dan tumbuh lambat seperti *Fucus*.

Variasi karakter komunitas menurut FOSTER (1975) menunjukkan tendensi meningkat selama berlangsung suksesi, misal peningkatan keaneka ragaman jenis dan komponen-komponennya, perubahan stabilitas, pemanfaatan relung ekologi, dan interaksi biologik. Di samping itu derajat predasi dan intensitas gangguan fisik mempunyai pengaruh kuat terhadap hal tersebut. Peningkatan ini akan timbul pula apabila suatu dominasi kompetitif yang akan memono-



Gambar 1. Pertumbuhan klimaks alga *Corallina* sp. di bagian atas pantai berbatu.



Gambar 2. Kolonisasi algae pada bambu terapung di gobah (lagoon).

poli tempat yang tersedia terhindar dari suatu komunitas. DAYTON (1971) menyatakan bahwa monopoli tempat oleh organisme menetap (sessile) dalam daerah alami dapat dicegah melalui pengerusakan (kerusakan). Tekanan fisik, kematian alami, kompetisi tempat, dan kerusakan biologik akan terlibat dalam aktivitas pertumbuhan dan pemanfaatan tempat berikutnya (recovery). Berkaitan dengan "recovery" ini dapat dicatat beberapa penelitian. MURRAY (1978) dalam pengamatannya terhadap pola suksesi algae untuk habitat yang tidak tercemar dan tercemar oleh bahan buangan menunjukkan adanya recovery cepat oleh algae yang mendominasi daerah yang rusak. Algae seperti *Ulva californica*, *Pseudolithoderma nigra*, dan algae biru dapat secara umum melimpah karena berpotensi besar dalam penambahan (recruitment) dengan pertumbuhan cepat. Kemampuan *Ulva* dan *Enteromorpha* untuk bertahan dalam daerah tercemar menurut BOROWITZKA (1972) karena mereka mempunyai kemampuan reproduksi yang tinggi. Algae lain seperti *Chondria* dan *Polysiphonia* juga berkemampuan tinggi untuk recruitment dan ketahanan tumbuh (survival) terutama pada flexiglass dan beton (NEUSHUL *et al.* 1976). Dalam hal lain tampak bahwa algae lainnya seperti *Platythamnion*, *Antithamnion*, dan *Pterosiphonia dendroides* mempunyai penambahan (recruitment) dan ketahanan tumbuh hanya dalam waktu-waktu terbaik saja. Jadi ada batasan masa tumbuh yang jelas bagi algae di laut. Berkaitan dengan ini tampak ada tiga pola periodisitas (KOETZNER & WOOD 1970) sebagai berikut :

- Berlangsung selama musim panas, misal *Champia panella*.
Akhir pembentukan di pertengahan musim panas, misal *Chaetomorpha*, *Enteromorpha* sp. dan *Ulva lactuca*.
- Mulai pembentukan di awal pertengahan musim panas, misalnya; *Gracilaria foliifera*, *Ceramium rubrum*, dan *Polysiphonia subtilisima*.

FAKTOR LINGKUNGAN

Banyak faktor yang terlibat dalam kolonisasi dan suksesi algae. Termasuk ke dalamnya faktor-faktor kimia, fisika, biologis, dan dinamika. Ada di antaranya yang dapat menentukan kehadiran algae tersebut tetapi tidak berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhannya. Ada pula yang merupakan faktor perubah yang menimbulkan variasi tingkat pertumbuhan. Faktor penyebab kehadiran dan ketidak hadirannya algae laut yang lebih penting dalam hubungan dengan kolonisasi dan suksesi adalah lingkungan. Faktor-faktor tersebut antara lain meliputi keterbukaan terhadap ombak atau gelombang, arus, penimbunan (endapan) lumpur, substrat, suhu, salinitas, dan kompetisi antar tanaman atau dengan binatang. Secara khusus faktor penyebab suksesi adalah keadaan dan posisi substrat, pasang-surut, dan kompetisi.

Pengaruh mekanik dalam pencegahan kolonisasi, misalnya pukulan ombak yang dapat menghambat pelekatan spora dan mengganggu kemantapan tumbuh algae yang rapuh. Tidak adanya turbulensi air akan menyebabkan akumulasi sedimen lumpur pada batu dalam situasi air tenang. Hal ini akan menyebabkan hambatan pertumbuhan algae tertentu tetapi kadang-kala memacu pertumbuhan jenis-jenis lainnya. Sebagai contoh, *Acetabularia*, diketahui menyenangi permukaan yang halus untuk gamet-gametnya sedangkan zygot-zygotnya memerlukan permukaan substrat yang kasar. *Enteromorpha convervoides* cenderung menempati batu kerikil (pecahan batu). Ini disebabkan karena batu tersebut umumnya mempunyai permukaan yang kasar dan memudahkan bagi pelekatan algae tersebut.

Gerakan air berupa ombak dan gelombang akan menghambat penempatan algae di suatu tempat terbuka. Karena itu hanya ada beberapa jenis saja yang dapat tumbuh. Mereka biasanya jenis-jenis yang tahan ombak dan dapat berkompetisi dengan binatang (grazers) pemakan tanaman, misal

Postelsia palmaeformis, *Pterocladia sapillacea*, *Gelidium* spp. (kades), *Rhodomenia*, dan *Eucheuma serra* (Bulung lipan).

Variasi suhu menurut musim dapat mendorong migrasi algae dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pada tiap lokasi, suhu air laut adalah naik-turun menurut kedalaman. Sepanjang pantai biasanya suhu lebih tinggi dari pada di daerah laut terbuka. Karena algae adalah suatu organisme fotosintetik, pengurangan dan peniadaan cahaya matahari di tempat dalam akan membatasi kehadiran algae, sehingga umumnya algae tumbuh di perairan dangkal. Kehadiran untuk berkolonisasi di suatu tempat terutama tergantung kepada kecerahan dan kejernihan air. Pada kebanyakan algae ada korelasi antara suhu dan waktu pembentukan serta penyebaran garnet. Pada *Sargassum*, *Dictyota*, *Halicystis*, *Ulva*, dan *Cladophora* terdapat korelasi jelas antara waktu subur dan suksesi pasang surut. Penyebaran garnet kemungkinan terbatas kepada satu sampai tiga hari saja. Walau periodisitas pertumbuhan dan penyebaran garnet dalam algae berkorelasi dengan amplitudo pasang surut, tetapi mekanismenya masih belum jelas.

Perbedaan salinitas dapat menimbulkan variasi pola kolonisasi dan karakter suksesi algae laut. Ada jenis-jenis algae yang senang tumbuh di perairan yang bersalinitas tinggi seperti *Gelidium* spp. dan *Rhodomenia* spp. dan ada pula yang lebih senang tumbuh di tempat yang bersalinitas rendah misalnya *Gracilaria*, dan *Caulerpa*. Namun demikian ada di antaranya yang toleran terhadap salinitas yang tinggi maupun rendah misalnya *Enteromorpha intestinalis* (euryhaline species).

Cahaya, suhu, dan salinitas dapat berpengaruh juga terhadap sporulasi, *Enteromorpha* terdapat lebih sedikit pada air laut normal (33‰ - 37‰) dibandingkan dengan pada salinitas 17 ‰ - 25 ‰. *Laminaria hyperborea* memproduksi spora-

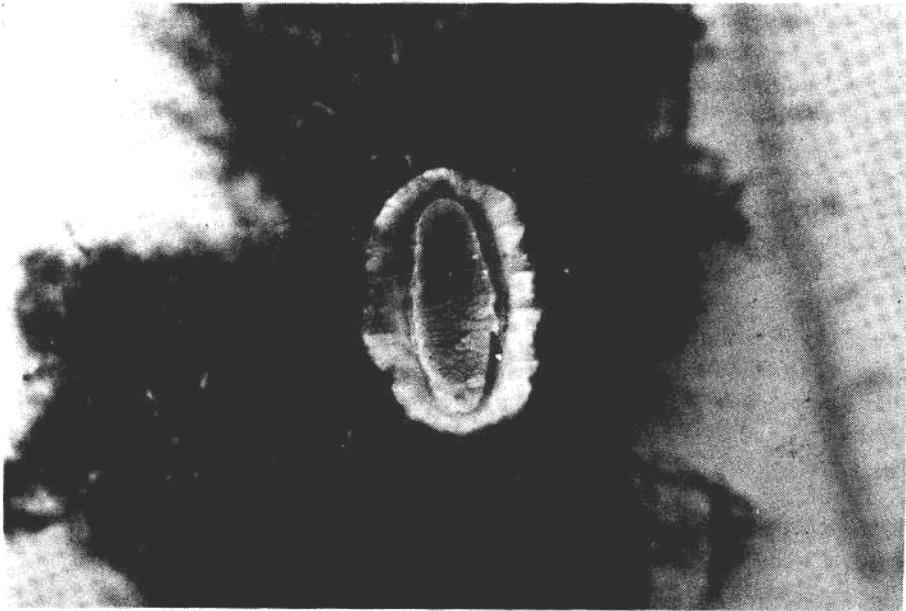
ngia selama musim dingin. Tampaknya sporulasi merupakan fase rawan dalam siklus hidup setiap jenis algae. Variasi pertumbuhan algae secara lokal dari tahun ke tahun, terutama yang menahun adalah bergantung pada kondisi selama masa pertumbuhan awal. Setiap kondisi pantai harus cocok guna germinasi dan pertumbuhannya. Diduga bahwa stadia sporulasi adalah merupakan masa yang paling rawan (susceptible) misalnya terhadap kekeringan, salinitas, kegelapan, waktu genangan dan kompetisi terhadap tempat. Dalam percobaan di laboratorium yang dilakukan oleh COON *et al.* (1972) terlihat bahwa zoospora *Enteromorpha* selama menempel dapat dipengaruhi oleh berbagai enzim seperti amilase, tripsin, dan pronase yang dapat melemahkan daya adhesinya.

Hubungan saling ketergantungan di antara faktor biotik sering mendukung atau mengurangi daya berkolonisasi pada algae. Contohnya, *Enteromorpha* yang mempunyai pertumbuhan cepat dapat memberikan kesempatan melekat untuk benih algae lainnya seperti *Fucus vesiculosus* pada permukaan substrat yang baru. Algae tersebut mendorong dan merangsang pertumbuhan *Fucus* yang akhirnya akan menyisihkan pertumbuhan *Enteromorpha* itu sendiri. Algae lain seperti *Sargassum* spp. (Gambar 3) mendukung pertumbuhan banyak epifitik algae. Di bawah "canopy" *Ascophylum* dan *Saragassum* banyak didapat kolonisasi algae dengan pertumbuhan yang baik. *Padina* dan *Halimeda* dapat mempermudah pelekatan dan pertumbuhan spora *Eucheuma* pada pecahan batu karang mati. Berbagai jenis algae seperti *Acanthophora*, *Laurencia*, *Hypnea*, dan *Padina* merupakan algae epizoik yang dapat melekat tumbuh pada cangkang moluska seperti *Tridacna* (Kima) dan *Trochus* (susu bundar) (Gambar 4).

Binatang pemakan tumbuhan (herbivora) seperti ikan Beronang (*Siganus* spp) Kakak tua (*Scarus*) dan Butana; Bulu babi (*Diadema setosum*); dan susu bundar



Gambar 3. Komunitas *Sargassum* spp. sebagai pertumbuhan atas yang mendukung pertumbuhan algae bawah dan epifit.



Gambar 4. Alga *Pterocladia capillacea* yang tumbuh pada permukaan cangkang moluska.

(*Trochus* sp) dapat mengganggu populasi algae. Namun demikian dapat juga merangsang kolonisasi algae lain karena mengurangi tekanan kompetisi dengan algae yang kuat yang kebetulan disenangi binatang. Misal *Agarum* akan dapat tumbuh di perairan dangkal apabila terhindar dari kompetisi dengan *Laminaria*. Pengambilan binatang (grazers) pemakan tumbuhan akan menimbulkan urutan kolonisasi, PANINE & VADAS (1969) membedakan empat stadia urutan tersebut sebagai berikut :

- Suatu peningkatan segera dalam jenis
- Berlangsung canopy yang cepat oleh algae ukuran besar
- Suatu suksesi sampai suatu algae besar tunggal mendominasi
- Pembentukan suatu pertumbuhan bawah dari algae ukuran relatif kecil, umumnya algae merah.

Suksesi yang berlangsung setelah pengambilan bulu babi (*Diadema setosum*) tampak adalah diatome — algae filamen — algae ukuran relatif besar seperti *Ulva* dan *Gigartina*.

Predator dan herbivora kadang-kala dapat pula merangsang suatu jenis algae untuk memonopoli suatu tempat. *Chondrus* misalnya, dapat memonopoli permukaan substrat di daerah tertentu, karena :

- Kompetitor seperti "mussel" dan algae epifit dimakan oleh predator dan herbivora.
- Terhindar dari herbivora karena herbivora tersebut berpaling ke algae epifit yang tumbuh di tempat yang sama.
- Algae lainnya tersisih oleh *Chondrus* yang berkekuatan dan mampu tumbuh menahan kemudian bertahan tumbuh ditempat tersebut.

Aktivitas manusia di laut seperti pengambilan batu karang dan batu kima di samping merusak lingkungan juga mengurangi dan merusak populasi algae. Penurunan populasi algae bentik karena pengurangan substrat dasar sebagai tempat melekat akan menimbulkan akibat pengurangan populasi binatang herbivora yang telah

disebutkan di atas. Bukan itu saja tetapi juga menyulitkan kehidupan binatang-binatang kecil seperti isopoda, amphipoda, kopepoda, dan kepiting yang biasa hidup berlingkungan dalam rumpun algae. Di lain pihak binatang tersebut mempunyai arti penting sebagai cadangan makanan bagi binatang karnivora yang relatif besar dan bermanfaat bagi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- ATMADJA, W.S. and SULISTIJO 1981. Seasonal occurrence and seasonal variation in growth of *Eucheuma spinosum* (L) J. AGARDH on the Coral Reef of Pari Island, Seribu Island, *Proc. 4 th. Inter. Coral Reef Symp. 2* : 339-442.
- BELK M.S. and D. BELK 1975. An observation of algal colonization on *Acropora spera* killed by *Acanthaster planci*. *Hydrobiologia* 46 (1) : 29 - 32.
- BOROWITZKA, M.A. 1972. Intertidal algal species diversity and the effect of pollution. *Aust. J. mar. Fresw. Res.* 23 (2) : 73 -84.
- COON, D., M. NUUSHUL, and A.C. CHARTER 1972. The settling behaviour of marine algal spores. *Proc 7 th. Inter. Seaweed Symp.* : 237 - 248.
- DAYTON, P.K. 1971. Competition, disturbance and community organization. The provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* 41 : 351 — 389.
- DOTY, M.S. 1967. Pioneer intertidal population and the related general vertical distribution of marine algae in Hawaii, *Blumea* 15 : 95 -105.
- FAHEY, E.M. and M.S. DOTY 1949. Pioneer colonization on intertidal transect. *Biol. Bull.* 97 : 238 - 239.

- KITCHING, J. A. 1937. Recolonization of the upper margin of the sublittoral region; with a note on the denudation of *Laminaria* forest by storms. *J. Ecol* 25 : 483-495.
- KOETZNER, K. and R.D. WOOD 1970. Periodicity in algal colonization in Great South Bay, Long Island, New York. *Bull Torrey Bot. Cl.* 97:120-121.
- MSHIGENI, K.E. 1978. Field observations on the colonization of new substrata and denuded intertidal surfaces by benthic macrophytic algae. *Bot. Mar.* 21(1): 49-57.
- MURRY, S.N. and M.M. LITTER 1978. Pattern of algal succession in a perturbed marine intertidal community. *J. Phicol.* 14 (4): 506-512.
- NEUSHUL, M., N.S. FOSTER, D.A. COON, J.W. WOESSNER, and B.W.W. HARGER. 1976. An in situ study of recruitment, growth, and survival of subtidal marine algae ; techniques and preliminary results. *J. Phycol.* 12 (4) ; 397 - 408.
- NIEL, F.X. 1979. Structure and succession in rocky algal communities of temperate intertidal system. *J. exper. mar. Biol. Ecol* 36 (2) ; 185 - 200.
- NORTHCAFT, R.D. 1948. Marine algal colonization on the Monterey Peninsula, California. *Am, J. Bot.* 35 : 396 - 404.
- PAINE, R.T. and R.L. VADAS. 1969. The effects of grazing by sea urchins *Strongylocentrotus* spp. on benthic algal populations. *Limnol. Oceanogr.* 14 (5) : 710-719.
- REES, T. 1940. Algal colonization at Mumbles Head, *J. Ecol.* 28 : 403 - 437.
- SAITO, Y., H. SASKI, and K. WATANABE 1976. Succession in algal communities on the vertical substratum faces of breakwaters in Japan *Phycologia* 15 (1) : 20-31.
- TIVY, J. 1982. *Biogeography; A study of plants in the ecosphere.* Longman, London. 93 - 100.499 pp.
- TSUDA, R.T. and H.T. KAMI 1973. Algal succession on artificial reef in a marine lagoon environment in Guam. *J. Phycol* 9 (3) : 260 - 264.
- VARMA, RP. 1959. Studies on the succession of marine algae on a fresh substratum in Palk Bay *Proc. Indian Acad. Sci.* 49 (B) 4 : 245 -263.
- WHITTAKER, R.H. 1953. A consideration of climax theory : The climax as population and pattern. *Ecol Monogr.* 23:41-78.