

LAGUNA DAN VEGETASI MANGROVE

oleh

Sukristijono Sukardjo ¹⁾

ABSTRACT

LAGOONS AND MANGROVE VEGETATION. *Strickly speaking, the salt water lagoon is a body of water separated from the sea by a sand bar, and the shallow water area in the centre of a coral atoll or cay. If the terms is extended, it will be included calderas. There was three type of vegetation to be found associated with lagoon, namely mangrove, seagrass and salt marsh. In addition, marine algae will be associated with all three types of vegetation. In the tropical region, mangrove become primary feature in coastal lagoon than salt marsh. But seagrass appears to be associated only with mangrove. Generally, three major types of substrate upon which the angiosperms grow can be determined viz : : mud, sand and coral rocks, and boulders. But, the environmental factors vary depending upon the kind of lagoon.*

In Indonesia, no information and study of the lagoon and its vegetation type has been done. Although we have a large area of coral reef and lagoon in the Indonesian waters as national asset, until recently there is remain still forgotten from ecological point of views. Due to lacking of ecological information and taking into account of their importance to the fisheries, the present article aimed to stimulate the Indonesian scientists to undertake research on it. The arrangement of the article based on the information collected from previous studied conducted by scientists all over the world.

PENDAHULUAN

Pada hakekatnya air asin laguna adalah salah satu masa air yang dipisahkan dari laut oleh pasir penghalang atau oleh jalan masuk sempit yang permanen atau semi-permanen, atau hamparan air yang terkurung oleh lingkaran, atau karang berbentuk ladam (tapal kuda) yang mempunyai satu atau lebih kaloran di dalamnya, atau perairan dangkal yang terdapat di antara karang penghalang dan pulau yang mengelilinginya. Istilah-istilah tersebut kadang-kadang dengan tidak tepat meluas artinya kepada jalan air atau lebih tepatnya selat yang terdapat di antara pulau-pulau lepas pantai atau pasir pengha-

lang dan pulau utama. Istilah tersebut juga termasuk cekungan kawah vulkanik atau kaldera yang mempunyai jalur keluar yang menghadap ke laut. Penggunaan istilah tersebut berturut-turut telah termuat pada telaah jalan air pantai di Texas dengan Mexico, laut Wadden di Friesland dengan Belanda, dan teluk di New Jersey dengan Virginia.

Kaldera adalah kenampakan khas dari Waitemata dan pelabuhan Manakau di Auckland, Selandia Baru. Kategori terakhir ini melibatkan penggunaan istilah tersebut di atas semakin meluas, walaupun seringkali hanya didiskusikan sebagai 'laguna' (EMERY & STEVENSON 1957, PHLEGER 1966, DADDARIO 1961). Berbeda dengan laguna

1). Pusat Penelitian Biologi Laut, Lembaga Oseanologi Nasional - LIPI, Jakarta.

asli dimana hamparan air dangkal biasanya hanya ada pada sebagian daur pasang dan si-sanya hanya berupa dataran terbuka dengan saluran drainage berkelok-kelok. Karena aspek ini di Indonesia masih belum diketahui dan diteliti, maka tulisan ini dimaksudkan untuk memberi informasi umum dan diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pemikiran dan motivasi untuk meneliti mangrove yang tumbuh di pulau-pulau karang di Indonesia.

VEGETASI LAGUNA

Apabila interpretasi laguna tersebut di atas ini diterima, maka disini paling tidak ada 3 tipe vegetasi tumbuhan berbiji (Angio-spermae) yang bersekutu dengan laguna yaitu, 1. "salt marsh" (rumput rawa payau), 2. sea grass (lamun) dan 3. mangrove. Salah satu dari ketiga tipe vegetasi ini dapat merupakan vegetasi khas laguna. Di wilayah ugahari, misalnya di Belanda, Friesland dan wilayah gosong pesisir Atlantik di Amerika Utara, 'salt marsh' (rumput rawa payau) merupakan vegetasi khasnya. Vegetasi ini menduduki lahan laguna hanya sebagian saja, dan sebagian lahan lainnya berupa pasif dan rataaan lumpur yang dipisahkan oleh saluran-saluran berisi air laut pada waktu surut. Apabila ada substrat lumpur pada tingkat rendah, akan menyongsong terbentuknya padang lanrun yang ditumbuhi oleh *Zostera* spp. atau *Ruppia maritima*. Di wilayah tropika dan semi tropika di seluruh dunia tumbuhan laut 'submerged' yaitu lamun (sea grass) dapat membentuk padang yang luas di bagian perairan dangkal laguna dan vegetasi mangrove menghiasi pesisirnya. Biasanya perairan laguna tidak pernah dalam. Ketiga tipe vegetasi Angiospermae tersebut akan bersekutu sebagian dengan algae laut. Contoh-contoh dari tipe-tipe vegetasi laguna yang berbeda telah dilaporkan dari berbagai bagian dunia. Contoh khas dari wilayah ugahari yaitu rumput rawa payau (salt marsh) yang terbentuk di belakang perlindungan dari penghalang lepas pantai, misalnya tingkat-tingkat permulaan dari

rawa payau Romney, Thornham dan Scolt Head di Inggris, Skalling di Denmark, dan banyak sekali areal rawa payau lepas pantai Beianda dan German, di mulut sungai Rhone dan di Mersa-Matruh Mediteran, danau Ellesmere di Christchurch-New Zealand, dari teluk Bay ke tanjung May di New Jersey, dan sepanjang pantai Texas dan timur laut Mexico (CHAPMAN 1969). Areal laguna tersebut semuanya terbentuk pada pantai-pantai yang timbul, misalnya Denmark, atau pantai yang turun, misalnya timur jauh Inggris dan timur jauh Amerika.

Pada masa lampau, areal laguna secara perlahan-lahan dan pasti menjadi dangkal dan mengering, dan akhirnya sebagian laguna hilang. Pada situasi lain mungkin laguna menjadi dalam, tetapi ini tergantung pada kecepatan relatif akresi hingga kecepatan penurunan, dan pada berbagai hal kecepatan akresi melampaui kecepatan penurunan (CHAPMAN 1969).

Di belahan dunia paling utara, rataaan lumpur ditumbuhi oleh *Zostera marina* dan *Z. nana*, sedangkan di wilayah Australia oleh *Z. tasmanica* dan *Z. novae-zelandiae*. Laguna luas di Texas antara Galveston dan Port Isabel mempunyai sejumlah jalur yang dapat dikenal karena foraminefera dan vegetasi phanerogamaenya atau kedua-duanya (PHLEGER 1966). Salah satu di antaranya, Laguna Madree yang merupakan wakil habitat bersalinitas tinggi (hyper saline) (EMERY & STEVENSON 1957), jalur utamanya merupakan teluk dan saluran dengan phanerogame sebagai tumbuhan di dasarnya (submerged) yaitu *Thalassia*, sedangkan rataaan lumpur pasang surutnya ditumbuhi oleh *Spartina alterniflora*, *Spartina-Salicornia* dan *Salicornia*. Hal serupa juga terdapat di sepanjang pantai Louisiana Barat.

Kaldera Waitemata dan Manuka Harbour di New Zealand menarik perhatian karena kondisi vegetasi mangrove dan rumput rawa payaunya bercampur. *Avicennia marina* var *resinifera* banyak menduduki setiap kaldera. Akan tetapi akibat ulah masyarakat,

jenis tersebut di DAS Orakei dan kaldera Mangere telah hilang dan di antara mintakat mangrove dan dinding kaldera dijumpai satu jalur atau segerombolan kecil *Juncus maritimus* var *australiensis* dan *Leptocarpus simplex* (CHAPMAN & RONALDSON 1958). Contoh yang lebih menarik dari perkembangan laguna terdapat pada laguna Napier dengan perkembangan terakhir rumput rawa payaunya, terutama *Salicornia australiensis* dan *Juncus maritimus* var *australiensis*. Laguna lahir hampir seketika itu juga sebagai akibat dari gempa Napier pada tahun 1931 ketika tanah turun beberapa kali. Di kondisi subtropika tumbuhan rawa rumput payau (salt marsh) berkurang banyak dan mangrove menjadi lebih nyata. Kemudian vegetasi mangrove menjadi lebih dominan di landscape pesisir, seperti yang terdapat di laguna sebelah utara pantai Tabasco dan Champeche yang diteliti oleh THOM (1967). Jenis-jenis utama mangrovenya terdiri atas *Rhizophora mangle*, *Avicennia nitida*, dan *Laguncularia racemosa*, dengan *Conocarpus erectus* hanya dijumpai sekali-kali saja. Di laguna Del Carmen jenis-jenis *Spartina* merupakan koloni primer di depan jalur pertama mangrove yang dikuasai oleh *Avicennia nitida*. Hubungan antara mangrove dan komunitas lainnya di sepanjang pantai disajikan pada Gambar 1 (THOM 1967). Pada garis pantai laguna yang terlindung dan berair tenang, *Rhizophora* spp. melimpah dan membentuk tegakan tunggal, tetapi pada pantai yang aktif terjadi persekutuan antara *Rhizophora* dan *Avicennia*. *Avicennia* spp. akan melimpah di pantai laguna apabila tumbuh pada habitat lumpur yang aktif dan tidak aktif. Pada umumnya garis pantai laguna yang mempunyai rataan lumpur tidak aktif mempunyai komunitas mangrove berupa "hutan mangrove campuran". Kekhasan substrat di pantai-pantai laguna merupakan relung hidup khas bagi setiap sub komunitas mangrove dan persekutuan jenisnya. Ada 35 persekutuan mangrove yang dapat dijumpai di garis pantai laguna (Gambar 1).

Di Jamaica, CHAPMAN (1944) mencatat jalur mangrove yang sangat berbeda. *Rhizophora*, *Avicennia* dan *Laguncularia* membentuk jenis utama di belakang Hunts Bay Spit dan sekitar Dowkins dan tambak-tambak Red Water. Di Jamaica ketika teluknya menjadi tertutup sempurna, secara perlahan-lahan terjadi perubahan dan mangrovenya sedikit demi sedikit menghilang, yang pertama adalah *Rhizophora* dan *Laguncularia* hingga yang tertinggal hanya pasir asin dengan *Avicennia* dan *Batis maritima*. Di Nigeria Barat, *R. racemosa* merupakan komunitas pioner di laguna dengan *A. nitida* di belakangnya. Laguna ini menarik karena di areal bagian dalam yang terbuka terdapat tumbuhan herba luas yang menonjol ke permukaan, yaitu *Cyperus articulatus*, sedangkan di tepi laguna *Drepanocarpus lanatus*, *Dalbergia ecastophyllan* dan *Ormocarpum verrucosum* membentuk rumpun yang rapat (JACKSON 1964).

Atol atau laguna kunci terdapat di Pasifik, Lautan Hindia dan Karibia. Secara relatif, sedikit sekali pertelaan tentang atol atau tipe laguna ini yang tersedia. Di hampir semua persoalan laut dangkal, padang sublittoral dari laguna tertutup ditumbuhi oleh algae laut dan phanerogamae laut seperti, *Diplanthera*, *Syringodium*, *Halophila* dan *Thalassia* (TAYLOR 1950, PHILLIPS 1959) Pada bagian dalam tipe laguna tersebut ini umumnya dihuni oleh mangrove *Rhizophora* spp. dan *Avicennia* spp., dan *Bruguiera* spp. merupakan jenis yang benar-benar bergantung pada lokasi dari atol atau 'cay', baik di wilayah 'old world' ataupun 'new world'. Di wilayah 'Old world' *Bruguiera* tidak dijumpai.

Laguna yang terbentuk di antara tepi benting karang dan pesisir pulau-pulau tropika dicirikan oleh pertumbuhan karangnya dan juga padang algae dan phanerogamae lautnya. Pesisir laguna tipe ini seringkali mempunyai jalur rimbulan mangrove dengan *Rhizophora* dan *Avicennia* sebagai jenis pioner apabila laguna ini terdapat di wilayah 'New world', atau *Bruguiera* terda-

pat di belakangnya apabila tipe laguna ini terdapat di wilayah 'Old world', seperti misalnya di areal laguna Viti Levu di pulau-pulau Fiji.

Padang dari rerumputan laut dapat juga menghuni dengan intensif areal-areal pantai di teluk dan laguna tropika dan subtropika dengan rimbunan jenis-jenis mangrove di belakangnya, misalnya di teluk Tampa di

Florida (PHILLIPS 1962). Pada laguna yang terdapat di wilayah garis lintang yang tinggi derajatnya, dasarnya berupa pasir atau lumpur, atau kedua-duanya. Kealamian substrat ini berperan penting dalam mempertahankan tipe-tipe vegetasi yang nampak. Rataan pasir di perairan dangkal dengan konsekuensi pasirnya selalu bergerak merupakan tempat yang tidak cocok sebagai habitat tumbuhan

SUB KOMUNITAS MANGROVE		Garis pantai laguna				
		Rataan lumpur		Pesisir berhutan kayu	Pantai	
		Aktif	Tidak aktif		Aktif	Tidak aktif
Rhizophora	Spesifik tunggal					
	+ Laguncularia					
	Terna air payau					
Avicennia	Spesifik tunggal					
	+ Rhizophora					
	+ Batis					
	Rumput-rumputan					
	Terna air payau					
	Typha-Pharagmites					
+ Laguncularia						
Laguncularia	Spesifik tunggal					
	Terna rawa payau					
Hutan mangrove campuran						

: Melimpah : Umum : Jarang

Gambar 1. Hubungan mangrove dan komunitas-komunitas lain disepanjang pantai (THOM 1967)

tingkat tinggi dan umumnya terbuka (kongsong). Laguna-laguna yang berlumpur biasanya ditumbuhi oleh *Zostera* sp. Perbedaan lebih lanjut yang menyolok juga terlihat pada tipe rumput rawa payau tepi yang berkembang. Apabila kandungan pasir banyak di tanahnya, rawa payau akan menjadi padang rumput *Puccinellia maritima* yang cenderung menjadi dominan di wilayah Eropa, misalnya di Denmark. Tetapi apabila tanahnya berlumpur, *Spartina townsendii* (Inggris dan Belanda), *S. alterniflora* (Amerika Timur dan Tenggara) atau *S. gracilis* (Sebelah barat dan utara Amerika) merupakan jenis-jenis utamanya (CHAPMAN 1960).

Di wilayah tropika dan subtropika mangrove merupakan bentuk vegetasi dominan di tepian laguna. Tipe substratnya bisa lumpur, pasir, koral atau gambut (CHAPMAN 1944). Lumpur sebagai substrat mangrove di laguna mungkin merupakan tipe tanah yang lebih sering dijumpai. Hal ini telah tercatat di laguna dan kolam di pelabuhan Kingston (CHAPMAN 1944) dan laguna di Florida (DAVIS 1944). Lumpur sebagai substrat mangrove di laguna mungkin merupakan tipe tanah yang lebih sering dijumpai, juga dari laguna-laguna yang masih mempunyai sisa jalan keluar air dengan *Avicennia* terdapat di belakangnya. Namun apabila laguna ini kehilangan jalan keluar air tersebut (mati), maka dengan cepat *Rhizophora* akan digantikan oleh *Avicennia* pada rata-rata lumpur.

Pasir sebagai habitat mangrove yang bersekutu dengan laguna terdapat di tiga tipe tempat, yaitu 1. Tepi dalam dari benteng pasir yang mengelilingi laguna atol. Habitat semacam ini nampaknya stabil dan di tempat semacam ini pula semai-semai vivipari mempunyai kemungkinan untuk membentuk akar dan menetap. Kedatangan semai-semai di habitat ini bisa berasal dari pohon-pohon yang semula telah ada di bagian depan dan di bagian dalam pulau. Secara perlahan-lahan jenis-jenis semai tersebut menempati bagian tepi la-

guna. Kemungkinan lainnya yaitu bahwa semai yang terapung-apung menuju laguna berasal dari pohon induk yang tidak jauh letaknya dari atol. 2. Tipe kedua dari habitat pasir dijumpai pada tempat di pesisir laguna yang dikelilingi oleh rumbai-rumbai benteng karang. Tipe semacam ini dapat dijumpai di Fiji dan kelompok pulau-pulau di Pasifik. Di sini hadirnya benteng lepas pantai juga memberi ketenangan perairan laguna, yang secara normal memberi kesempatan kepada semai mangrove untuk menetap di tempat tersebut sebagai habitat yang mobil. 3. Tipe ketiga dari habitat pasir adalah pasir yang menjorok atau pasir penyekat yang mengelilingi perairan dangkal laguna. Pada tempat seperti ini mangrove juga menjadi mantap pada sisi ke arah darat yang terlindung. Tipe habitat ini, betapapun luasnya dan bentuknya merupakan habitat yang kurang stabil, dan apabila pasir-pasir yang menjorok atau menyekat tersebut disapu oleh kekuatan ombak, walaupun lemah akan cenderung bergerak ke arah darat. Keadaan ini berlaku pada mangrove yang mula-mula menetap yang akhirnya akan menjadi terbuka di arah tepi laut. Jadi pengaruh dari alur pasir penyekat yang menjorok tersebut yaitu menjadikan mangrove sekali lagi menjadi tersapu oleh gerakan ombak, terbuka kepada erosi dan akhirnya terbongkar. Contoh dari fenomena tersebut telah dilaporkan oleh CHAPMAN (1944), CHAPMAN & RONALDSON (1958) dan WARD (1967).

Koral tua atau batu sebagai habitat mangrove tidak sering dijumpai, tetapi sekalipun demikian contohnya sebagai habitat dapat dijumpai pula di arah darat pesisir laguna yang dikelilingi oleh rumbai-rumbai terumbu karang di kelompok kepulauan Fiji dan tidak meragukan pula terdapat dimana-mana di lautan Pasifik dan Hindia. *Rhizophora*, *Avicennia* dan *Bru-guiera* adalah semua jenis-jenis yang mampu menempati habitat yang tidak menyenangkan tersebut. Sesuatu yang dipandang sebagai variant dari habitat karang adalah

'oyster' karang yang diduduki oleh *Rhizophora* dan *Laguncularia* di laguna De Terminos di Mexico.

Di Karibia, tanah gambut dicirikan oleh sesuatu yang sangat menarik dari berbagai rawa mangrove. Rupanya kekurangan 'silt' berlaku di air laut, tetapi kondisi fisiografi ideal untuk memantapkan mangrove dan pertumbuhannya. Di bawah keadaan yang demikian tanah gambut yang dihasilkan terutama terdiri atas sisa-sisa akar-akar penyerap dari *Rhizophora* dan *Avicennia* (CHAPMAN 1944). Di Jamaica dan Florida mangrove tumbuh sebagai hutan yang lebat di tanah gambut (DAVIS 1940, CHAPMAN 1944). Sedangkan di Mexico nampak hanya *Rhizophora* tumbuh di tepian laguna bukan berkembang di tanah gambut (THOM 1967). Di sini terlihat bahwa *Rhizophora* lebih mampu untuk tumbuh baik dan subur di tanah gambut, karena *Avicennia* disini tidak ada atau apabila ada pohonnya kerdil. Sebagian dari gambut laut se-perti tersebut di atas dan juga gambut rawa payau bersekutu dengan rawa rumput *Spartina* di Amerika Utara bagian timur (CHAPMAN 1960), dan dapat pula dijumpai pada kasus dimana sisa gambut air tawar terdapat di bawah permukaan pengendapan arus laut. Hal yang demikian ini merupakan sesuatu yang menarik perhatian dari pengurangan garis pantai, dan contoh yang menarik telah dibahas oleh DADDARIO (1961) untuk laguna di dekat kota Atlantik di New Jersey.

Hadimnya mangrove atau rumput payau secara normal berperanan untuk menghasilkan lahan baru. Di laguna-laguna (sensulatu), di lahan-lahan ugahari misalnya laut Wadden dan timur laut Amerika Utara, rumput rawa payau berkembang di tempat terlindung, pada gosong pasir atau pasir penghalang lepas pantai, dan juga di sisi lahan utama laguna. Secara perlahan-lahan kedua tempat tersebut dapat meluas yang akhirnya dapat mengisi seluruh areal laguna, kecuali mungkin di saluran-saluran. Kecepatan yang me-

mungkinkan hal tersebut terjadi tergantung pada beberapa faktor yaitu kecepatan akresi dan tinggi lahan dari muka air laut apakah tetap naik atau berkurang.

Pada tempat dimana mangrove bersekutu dengan laguna-laguna, lahan baru bisa bertumbuh dan tidak. Di tempat ini sedikit sekali atau bahkan tidak ada kejadian terbentuknya lahan baru yang dihasilkan oleh mangrove yang merimbun tepi dalam atol atau laguna kunci. Hal ini terutama disebabkan tidak ada suplai 'silt' (debu). Di tempat semacam ini mangrove ada dan hidup karena kondisi-kondisi fisiografinya cocok. Di samping mangrove dapat menyebabkan kenaikan elevasi permukaan tanah dalam persekutuan dengan laguna yang dilindungi oleh pasir penghalang, sejumlah tanah yang dihasilkan mungkin hilang lagi apabila pasir penghalang atau gosong pasir bergerak ke arah laguna hingga ke mangrove. Mangrove yang tumbuh di lumpur merupakan contoh tipe habitat dimana pembentukan lahan baru berada pada tingkat optimum (CHAPMAN 1944, DAVIS 1940, THOM 1967). Perkembangan intensif dari lahan baru pada garis pantai lama yang sekarang diduduki oleh mangrove hingga sejauh 300 m dari garis pantai yang sekarang telah dilaporkan oleh THOM (1967) untuk laguna DEL Carmen dan De Mecocan di Mexico. Kecepatan dimana lahan dibangun bisa jadi sangat lambat, dan sebanyak ini pula kapasitas pembangun lahan dari mangrove telah menjadi titik berat pembahasan banyak ahli, terutama di wilayah Karibia. (THOM 1967, VANN 1959). Pembangunan dan erosi merupakan kenampakan alami rawa mangrove. Kenyataannya bahwa hampir di semua tempat proses pembangunan lahan melampaui setiap erosi. Keadaan ini teristimewa terjadi di 'old world' mangrove.

Secara relatif perairan yang tenang di pesisir laguna beserta detritus yang terakumulasi akan menghasilkan perairan ini menjadi subur dan mengarah ke produktivitas yang tinggi. Perairan pantai laguna yang

nyata sekali berbeda dengan perairan laguna atol dapat disebut sebagai 'eutrophic', sedangkan perairan laguna atolnya sebagai 'oligotrophic'. Sedikit sekali tersedia hasil pengukuran khas mengenai produktivitas tipe-tipe laguna akan tetapi beberapa publikasi setiap tipe vegetasinya telah ada, misalnya padang lamun *Thalassia* menghasilkan 3,1 - 32,9 ton berat kering bahan organik per are (BULKHOLDER 1959) dan rawa payau *Spartina alterniflora* menghasilkan 9 ton berat kering per are di areal pantai Louisiana - Texas. Produktivitas tegakan *Rhizophora mangle* sebesar 16 g bahan kering/m²/hari atau 30 ton/are/tahun (GOLLEY *et al.* 1962).

Faktor-faktor yang berpengaruh pada tegakan tumbuhan dan produktivitasnya sangat banyak. Faktor utama adalah pasang-surut, apakah sampai masuk atau tidak di perairan laguna. Apabila laguna dipisahkan dari laut oleh hamparan pasir yang sempit, disini akan ada pergerakan air yang berhubungan dengan daur pasang purnama dari laut di luarnya. Tetapi ini hanya berlangsung selama 48 jam atau lebih, sehingga disini tidak ada pesisir yang terbuka sekali atau dua kali per hari tetapi disini hanya ada littoral (daerah pantai) yang terbuka (terkena sinar matahari langsung) sekali setiap daur pasang. Sebagai tambahan pada gerakan mendaur tersebut, seperti halnya laguna di tropika akan kehilangan air karena penguapan, dan di wilayah monsoonal paling tidak disini ada tingkat fkuultasi air secara musiman yang terjadinya tergantung pada satu kali daur. Pergerakan tersebut tidak akan mempengaruhi vegetasi pohon mangrove di perbatasan dari laguna seperti tersebut di atas ini. Tetapi akan menentukan apakah areal yang terbuka tersebut di laguna ditumbuhi oleh vegetasi seperti *Batis maritima* (THOM 1967) atau tertinggal sebagai tempat kosong yang asin (CHAMPMAN 1944).

Keberadaan laguna, apakah sebagai laguna pesisir atau atolik semuanya terbuka

kepada laut dan kemudian garis pesisirnya akan menjadi subjek dari penyapuan pasang harian dan penggenangan. Di bawah keadaan yang demikian satu dan lain hal dari tiga kondisi tersebut diharapkan ada. Apabila perairan penuh dengan sedimen (misalnya laguna pantai) kemudian akresi terjadi di tempat ini dan pembangunan lahanpun dihasilkan. Melengkapi hal tersebut pada garis pantai yang berkurang, kecepatan akresi melampaui kecepatan pengendapan. Pada kenyataan masuknya air melalui saluran sempit hingga besar dan daerah aliran dangkal laguna dianugerahi deposit 'silt'. Untuk alasan serupa, keadaan tersebut juga terjadi di 'salt marsh' yang tertutup (CHAPMAN 1960). Apabila air laut tidak banyak mengandung sedimen, seperti di laguna atol dan juga di beberapa laguna pesisir, maka vegetasi laguna dapat tetap tinggal stabil atau selanjutnya mangrove tersebut dapat mengalami erosi apabila disini ada jangka waktu yang tidak terputus-putus dari air berlebihan yang berasal dari ombak, yang moderatpun erosi dapat berkembang. Secara normal stabilitas bersekutu dengan laguna atol hanya sementara, sedangkan erosi mungkin nampak dari waktu ke waktu di laguna pesisir, walaupun periode erosi mungkin disana-sini bercampur dengan periode pembangunan baik di 'salt marsh' atau mengrove.

Sukses menetapnya semai mangrove di laguna-laguna berkaitan dengan gerakan pasang. Sekali semai-semai *Rhizophora*, *Bruquiera* dan *Avicennia* terdampar mereka membutuhkan waktu selama beberapa hari untuk pertumbuhan keluar akar-akar rambut/samping dan mengukuhkannya sebelum pasang yang lain masuk dan menghanyutkannya. Pada *Avicennia* nampak bahwa waktu yang diperlukan kurang dari 7 hari, dan mungkin pula sama bagi *Rhizophora* jika semai dijatuhkan oleh pohon induk selama periode pasang rendah dan segera menjadi kokoh di lumpur.

Ada atau tidak fenomena pasang mempunyai dampak bagi sejumlah faktor tidak langsung yang penting untuk hidupnya

tumbuhan. Faktor pertama adalah variasi salinitas. Air di laguna tertutup di wilayah tropika akan menjadi sangat asin pada waktu waktu tertentu, dan keadaan serupa juga terjadi di laguna pesisir di beberapa tempat di wilayah tropika dan ughari. Salinitas di laguna pesisir dapat bervariasi mulai dari agak payau pada keadaan banjir besar air tawar hingga secara tegas sangat asin selama musim kering. Contoh-contoh keadaan sangat asin secara musiman telah tercatat di Sivash di laut Azon dan laguna Madre di Texas (EMERY & STEVENSON 1957). Variasi salinitas yang ekstrim tersebut berpengaruh banyak pada fauna daripada vegetasi phanerogamaenya, terutama mangrove, walaupun pada beberapa phanerogamae yang terendam akan berpengaruh. Faktor lain yang berhubungan dengan ada/tidaknya pasang adalah 'water table'. Ini sangat penting pada persoalan mangrove sebab sebagian besar mangrove membutuhkan penggenangan air laut agar tumbuh subur. Namun apabila mangrove secara abadi (kekal) dipenuhi oleh air asin (laut) dengan melimpah, maka pohon-pohonnya tidak tumbuh dengan semestinya/kecil bahkan dapat mati. Di rataan terumbu karang di wilayah pulau Pan, penulis mendapatkan bahwa semai *Avicennia* mati, ini diduga sebagai akibat dari perendaman air laut secara berkesinambungan. Lebih lanjut bahwa mangrove seperti halnya 'salt marsh' membutuhkan lapisan erosi di tanah untuk kelangsungan kelulus hidupnya. Sebagian dari gerakan vertikal 'water table' dan pengaruhnya pada erosi tanah, dapat menyebabkan terjadi perubahan salinitas dari 'water table' tanah. Disekeliling pesisir laguna-laguna tropika terutama yang tertutup, nilai salinitas 'water table' tanah yang sangat tinggi dapat dicapai.

Komposisi dari gas yang terkandung di tanah juga bervariasi nyata tetapi umumnya CO₂ nya tinggi, dan O₂ rendah. Di gerombolan *Rhizophora* di tepi laguna di Jamaica atmosfer tanah terdiri atas 3,89% CO₂ dan 11,02 % O₂, sedangkan di sekitar *Avicennia*

pada laguna yang sama atmosfer tanah terdiri atas 7,89% CO₂, dan 5,49 % O₂ (CHAPMAN 1944). Secara relatif rendahnya nilai oksigen yang terdapat di habitat tanah-tanah mangrove harus dikaitkan dengan adanya pneumatophora, yang merupakan ciri khas dari sebagian besar jenis-jenis mangrove.

Temperatur tanah juga berhubungan dengan fenomena pasang atau bukan pasang. Di tropika, temperatur permukaan tanah dapat menjadi tinggi dan temperatur yang tinggi ini biasanya bersekutu dengan kondisi tanah yang sangat asin sehingga lingkungannya menjadi tidak baik, terutama pada waktu sianghari, bagi semai-semai tumbuhan tinggi termasuk mangrove. Pada keadaan yang demikian ini tanah kosong asin berkembang. Keadaan serupa juga akan terjadi pada pantai pasir dari laguna atol.

Pada persoalan laguna-laguna pesisir baik di wilayah ughari maupun di tropika, perubahan saluran dan arus dapat berakibat sebagai pemula dari proses-proses pembangunan atau erosi. Hal tersebut dapat juga berpengaruh pada vegetasi yang tenggelam di dasar, yaitu *Zostera* atau salah satu phanerogamae tropika (*Halophila*, *Thalassia*, *Cymodocea* dan lain-lain). Salah satu hal yang penting, terutama yang bersekutu dengan laguna-laguna tropika adalah peristiwa badai/taufan. Peristiwa ini tidak hanya berakibat pada perubahan utama dari rataan pasir atau jorokan pasir yang terlindung tetapi dapat juga membinasakan vegetasi secara besar-besaran, dan juga berakibat kepada kedatangan dari sejumlah besar air tawar dan 'silt' yang dapat menghasilkan kerusakan pada tumbuhan dan binatang.

Faktor lingkungan terakhir yang perlu diperhatikan pula adalah cahaya. Cahaya merupakan faktor penting yang diperlukan oleh tumbuhan 'submerged', apakah berupa rumput rawa payau di wilayah ughari ataupun semai muda mangrove *Rhizophora* ataupun juga semai phanerogamae tropika lainnya. Penelitian mengenai faktor ini masih sedikit sekali dikerjakan dan jumlah se-

seungguhnya energi cahaya yang menembus perairan dangkal inipun hampir tidak diketahui. Beberapa pengukuran yang telah dikerjakan di perairan di dekat laguna atol dan juga kekeruhan perairan pesisir menunjukkan bahwa *Thalassia* di Florida mencapai pertumbuhan optimum pada sekitar kedalaman 7 kaki dan tidak ada pertumbuhan pada kedalaman sekitar 14 - 15 kaki (PHILLIPS 1962). Hasil ini merupakan indikator kuat bahwa cahaya adalah faktor kontrol pertumbuhan yang penting. Pada kasus *Zostera*, batas terendah hampir dapat ditentukan oleh energi cahaya, tetapi batas tertinggi ditentukan oleh faktor kehilangan air yang berhubungan dengan lama penerangan oleh cahaya (ARMIGER 1965). KILLER & HARRIS (1965) memperlihatkan bahwa batas tertinggi adalah pada titik yang ditetapkan sebesar 15% udara terbuka per 24 jam, sedangkan pertumbuhan optimum terdapat pada penerimaan cahaya kurang dan 5%. Pengaruh perendaman terhadap metabolisme fotosintesis dari semai muda mangrove hingga kini masih terus diteliti. Pada saat sekarang kita hanya mempunyai informasi tentang dampak cahaya terhadap respirasi (CHAMPMAN 1962, BROWN *et al.* 1969).

KESIMPULAN

Apabila kita mencoba meringkas semua informasi tentang laguna dan vegetasi mangrovenya pada saat sekarang, hal tersebut akan terlihat bahwa kita hanya memiliki informasi tentang distribusi vegetasi di beberapa tipe laguna. Tetapi fase hasil pertelaan tersebut jauh dari cukup karena tidak meliputi semua tipe laguna. Di luar wilayah tropika dan ugahari yaitu di wilayah antartika, nampaknya informasi tentang laguna tidak tersedia.

Pengukuran produktivitas dan alih energi di ekosistem laguna merupakan semua aspek yang harus diingat untuk diteliti. Faktor-faktor lingkungan juga perlu, tetapi sedikit

sekali dipelajari sehingga harus lebih banyak dikaji lagi. Sumbangan-sumbangan ini terlihat pada penelitian intensif yang dilakukan di laut Azon, Karibia, teluk Mexico, dan Selandia Baru, Perhatian sekarang yang diperlukan langsung kepada bagian-bagian dunia lain terutama laguna-laguna di atol dan di tipe tepi benting.

DAFTAR PUSTAKA

- ARMIGER, L. 1965. A contribution to the Aut-ecology of *Zostera*. M.Sc Thesis Auckland University.
- BROWN, J.M.A., H. OUTRED & F.C. HILL 1969. Respiratory metabolism in mangrove seedlings. *Pl. Physiology* 44 (2) : 287 - 294.
- BURKHOLDER, P.R. 1959. Some microbial aspects of marine productivity in shallow waters. Proc. Salt Marsh Conf. Sapelo Island, Mar. Inst. Univ. Georgia 70.
- CHAPMAN, V.J. 1944. 1939 Cambridge University Expeditions to Jamaica. *J. Linn. Soc. Bot. London* 52 (346) : 407 - 534.
- CHAPMAN, V.J. 1960. *Salt Marsh and Salt Deserts of the world*. Leon. Hill, London, 391 hal.
- CHAPMAN, V.J. 1962. Respiration studies of mangrove seedlings. Parts I & II. *Bul. Mar. Sci. Gulf & Carribbean* 12 (1) : 137-167;(2):245-263.
- CHAPMAN, V.J. and J.W. RONALDSON, 1958. *The mangrove and salt marsh flats of the Auckland Isthmus*. Depart. Scit. Indust. Res., New Zeland, Bull. 125,79 pp.
- DADDRAIO, J.J. 1961. A lagoon deposit profile near Atlantic City, New Jersey. *Bull, New Jersey Acad. Sci.* 6 (2) :
- DAVIS, J.H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. *Publ. Carnegic Inst* 517 : 303 - 412.

- EMERY, K.O. & R.E. STEVENSON 1957. Estuaries and lagoons. *In* : Tretise on Marine Ecology & Paleocology. Geol. Soc. America Mem. 67 (1), Marine Ecology : 643-749.
- GOELLEY, F., H.T. ODUM & R.F. WITSON 1962. The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May. *Ecology* 43 (1): 9-19.
- JACKSON, G. 1964. Notes on West African vegetation. I : Mangrove vegetation at Ikorodu, Western Nigeria. *J. West African Sci. Assoc.* 9 (2) : 98-111.
- KILLER, M & S.W. HARRIS. 1966. The growth of eel grass in relation to tidal depth. *J. Wildlife Manag.* 30 (2) : 280 - 285.
- PHLEGER, F.B. 1966. Patterns of living mars Foraminefera in South Texas lagoons. *Bol Soc. Geol Mexicana* 28 (1): 1 - 5 .
- PHILLIPS, R.S. 1959. Notes on the mangrove flora of the Marquesas Keys, Florida. *Quart. J. Florid. Acad. Sci.* 22 (3) : 155 - 161.;
- PHILLIPS, R.S. 1962. Distribution of seagrasses in Tampa Bay Florida. *Spec. Sci. Kept.* 6, Florida St. Bd. Cons.-,
- TAYLOR, W.R. 1950. *Plants of Bikini and other Marshall island.* Michigan Univ. Press., Ann Arbor. 227 pp.
- THOM, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology : Tobasco, Mexico *J.Ecol.* 55 (2) :301-343.;
- VANN, J. 1959. The physical geography of the lower coastal plain of the Guiana coast. Branch ONR., Washington, D.C., Proj. N.R. 388 - 028. *Tech. Rept.*
- WARD, J.M. 1967. Studies in ecology on a shell barrier beach. *Vegetation* 14 (5-6): 241.