

Studi Genangan Pasang dan Naungan pada Substrat Sedimen Berbeda Terhadap Pertumbuhan Anakan Mangrove *Rizophora mucronata* dalam Pengelolaan Sumber Daya Perairan Pantai Kabupaten Sinjai

Study of Tidal Inundation and Shade on Different Sediment Substrates on the Growth of *Rizophora mucronata* Mangrove Saplings in the Management of Coastal Water Resources in Sinjai Regency

Budiman Yunus* dan Basse Siang Parawansa

Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin, Indonesia

Corresponding author: bu_yun@ymail.com

ABSTRAK

Urgensi vegetasi mangrove bagi sumberdaya perairan pantai di Indonesia sudah saatnya menjadi perhatian serius dalam merehabilitasi ekosistem mangrove yang semakin mengalami degradasi akibat eksploitasi berat selama tiga dekade terakhir. Di beberapa wilayah pesisir Indonesia yang populasi penduduknya padat, vegetasi mangrove dan wilayah estuaria telah berubah menjadi lokasi pemukiman dan industri, areal pertanian, pusat-pusat rekreasi dan dermaga pelabuhan. Akibat semua ini menimbulkan dampak negative yang sudah tidak mampu diimbangi oleh pertumbuhan alami mangrove itu sendiri. Berdasarkan permasalahan lingkungan tersebut diperlukan penelitian substrat sedimen, lama penggenangan dan naungan, serta pengaruhnya terhadap pertunasan dan pertambahan tinggi anakan, serta kelangsungan hidup *Rhizophora mucronata*. Dari penelitian ini, dengan menggunakan analisis rancangan kelompok faktorial diperoleh hasil bahwa anakan semai *R. mucronata* menunjukkan persentase pertunasan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih baik pada kondisi media substrat lempung-liat dengan naungan dan penggenangan 7 jam/hari, sedangkan pada substrat pasir berlempung tanpa naungan dengan penggenangan 3 jam/hari menunjukkan tingkat pertunasan dan pertumbuhan serta kelangsungan hidup yang rendah. Hasil penelitian ini menjadi informasi penting dalam pengelolaan ekosistem mangrove terutama dalam seleksi bibit mangrove pada pengelolaan tambak *silvofishery* di wilayah pesisir pantai timur Kabupaten Sinjai.

Kata kunci: pengelolaan, ekosistem, *silvofishery*, mangrove, *Rhizophora*

Pendahuluan

Latar belakang

Ekosistem mangrove sangat penting kedudukannya bagi kehidupan manusia di wilayah pesisir terutama di daerah-daerah tropis. Masyarakat Indonesia, khususnya yang bermukim di daerah pesisir pantai sangat bergantung terhadap banyak keperluan yang diproduksi dari vegetasi mangrove, seperti kayu bahan bangunan, obat-obatan, kosmetik, makanan ternak, dan tanin. Terhadap kehidupan biota air (berbagai jenis ikan, udang, kepiting dan mollusca), vegetasi mangrove sangat penting sebagai habitat pertumbuhan, perlindungan, dan tempat mendapatkan makanan. Pada beberapa wilayah pesisir yang populasi penduduknya padat, vegetasi mangrove dengan kondisi perairan yang estuarium telah beralih menjadi tempat-tempat pemukiman, areal pertanian dan pertambakan, lokasi industri, dermaga-dermaga pelabuhan, serta sentra-sentra rekreasi. Aktivitas pemanfaatan ekosistem mangrove tersebut pada akhirnya (sekarang ini) menimbulkan dampak negatif yaitu vegetasi mangrove kehilangan sifat homeostasisnya yang mampu memulihkan pertumbuhan vegetasi secara alami.

Permasalahan lingkungan tersebut menghendaki perlunya penelitian, khususnya untuk mengetahui pengaruh substrat sedimen, lama penggenangan serta ada-tidaknya naungan terhadap pertumbuhan anakan *Rizophora mucronata* yang dapat menjadi referensi rujukan dalam pengelolaan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir pantai.

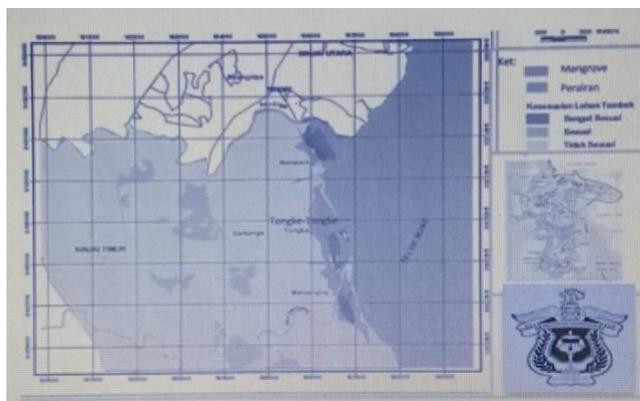
Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang substrat sedimen pantai, lama penggenangan dan ada-tidaknya naungan yang berpengaruh terhadap pertunasan dan pertumbuhan maupun kelangsungan hidup anakan *Rizophora mucronata* yang mencapai pertumbuhan dan hidup optimal, dan ini sebagai dasar dalam upaya persiapan reboisasi dalam memulihkan sifat homeostasis sumberdaya ekosistem mangrove yang berkelanjutan di wilayah pesisir.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan vegetasi mangrove pantai timur Kabupaten Sinjai dengan pertimbangan daerah tersebut sebagai kawasan pengembangan tambak *silvofishery* yaitu suatu pola integrasi pengelolaan tambak dengan tanaman mangrove dalam setiap unit pengelolaan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian, pantai timur Kabupaten Sinjai

Metode pengambilan sampel

Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu semua bibit buah *R. mucronata* baik yang sudah matang di pohon, maupun yang jatuh ke dasar diambil, kemudian ditaruh di bawah rumput lamun yang lembab selama 1 – 2 minggu sehingga buah tidak kering dan mengerut bila disemaikan. Bibit buah yang akan disemaikan dipilih secara acak dari bibit buah yang disimpan. Perlakuan yang diberikan adalah media substrat, lama penggenangan, dan ada-tidaknya naungan, dan sebagai respon perlakuan yang diukur adalah tinggi batang, persentase pertunasan (jumlah pucuk daun), dan persentase kelangsungan hidup. Contoh substrat sedimen dibawa ke Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Ilmu

Pertanian Universitas Hasanuddin untuk menetapkan tekstur atau fraksi substratnya. Terdapat 3 substrat yang dipilih yaitu: lempung liat (lumpur kenyal), lempung berpasir, dan pasir berlumpur. Untuk penggenangan dibuat petak media yang dikelilingi tanggul pematang yang diatur ketinggiannya yang dapat digenangi air pasang sesuai ketetapan penelitian.

3. Analisis data

Penelitian ini dirancang berdasarkan rancangan kelompok faktorial (Steel and Torrie, 1980), dimana data dianalisis secara statistik yaitu; $Y_{ijk} = U + T_i + G_j + F_k + E_{ijk}$ (Catatan: Y_{ijk} = hasil pengamatan genangan pasang- i , substrat sedimen- j , ada tidaknya naungan- k ; U = rata-rata umum; T_i = genangan pasang- i ; G_j = substrat sedimen- j ; F_k = ada-tidaknya naungan- k ; E_{ijk} = Galat T_i, G_j, F_k).

Hasil dan Pembahasan

Penggenangan pasang-surut

Di alam pesisir pantai khususnya yang berkenaan dengan ekosistem mangrove, lama penggenangan merupakan faktor yang sangat menentukan pertumbuhan berbagai jenis mangrove terutama tingkat semaian bibit mangrove. Analisis statistika menunjukkan bahwa pengaruh ketiga level penggenangan sangat signifikan pada selang kepercayaan ($P_{0.05}$), demikian pula interaksi sesama perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertunasan dan pertumbuhan *Rizophora mucronata* (Tabel 3 dan Tabel 4).

Periode genangan yang berfluktuasi antara pasang dan surut menyebabkan penimbunan dan pengikisan sedimen sehingga dapat membentuk suatu level substrat sedimen yang sekaligus berpengaruh pada pertumbuhan dan keberadaan jauh dekatnya *R. mucronata* terhadap sesama mangrove lainnya (Carter, 1988). Meadows dan Campbell (2008) menjelaskan bahwa frekuensi penggenangan yang tinggi dan berulang menyebabkan tanah-tanah sedimen semakin lembek dan di antara pori-pori tanah sedimen tersimpan air permanen. Salah satu aspek terpenting dari ciri anakan semai *R. mucronata* yaitu bersifat vivipary sebagai behavior adaptasi respirasi di bawah tekanan kondisi anaerobik. Pada kondisi anaerobik ini terjadi penurunan aktifitas respirasi hampir pada semua jenis vegetasi estuaria. Tetapi terhadap anakan semai *R. mucronata* menunjukkan pertumbuhan dan pertunasan yang lebih baik pada kondisi genangan pasang yang lebih lama waktunya (Tabel 1 dan Tabel 2).

Apabila dikaitkan antara lama genangan pasang dengan kondisi substrat sedimen yang mengandung persentase tanah liat lempung yang tinggi, maka semaian anakan mangrove *R. mucronata* akan membentuk sistem aerasi yang baik dari pada media substrat sedimen lempung liat. Jika diperhatikan pada Tabel 2 terlihat persentase pertunasan anak semai *R. mucronata* yang tinggi pada media substrat yang penggenangannya relatif lama, sehingga menjadi petunjuk bahwa semakin lama suatu daerah yang digenangi air pasang, maka pertunasan anak semai *R. mucronata* akan lebih baik. Hal ini menjelaskan bahwa dengan proses

pembentukan aerasi tanah sedimen yang baik, perlu disertai penggenangan relatif lama. Sehingga dapat disimpulkan pula bahwa untuk partunasan anak semai *R. mucronata* memerlukan kondisi aerasi tanah yang baik.

Tabel 1. Pertambahan Tinggi (cm) Anakan Semai *R. mucronata*

Lama waktu Penggenangan (jam/hari)	Naungan	Sedimen Substrat Media			Rataan
		G ₁	G ₂	G ₃	
3	Yes	11,7	10,5	10	10,73
	No	10	9	8,5	9,17
5	Yes	16	15,2	15,7	15,63
	No	11,5	11,2	11,5	11,40
7	Yes	20	15,6	19,7	18,43
	No	13	11,2	10,5	11,57
Rataan	Yes	15,9	13,77	15,13	
	No	11,5	10,47	10,17	

Tabel 2. Pertunasan Anakan Semai *R. mucronata*

Lama waktu Penggenangan (jam/hari)	Naungan	Sedimen Substrat Media			Rataan
		G ₁	G ₂	G ₃	
3	Yes	5	3	4	4
	No	3	3	3	3
5	Yes	7	7	5	6,3
	No	4	3	3	3,3
7	Yes	8	7	5	6,33
	No	7	6	5	6
Rataan	Yes	6,67	5,6	4,6	
	No	4,67	4	3,67	

Dapat dijelaskan pula bahwa di sisi lain daerah-daerah yang lama penggenangannya atau frekuensi penggenangan tinggi memungkinkan persediaan air tanah lebih banyak sehingga pengendapan unsur makro-nutriennya lebih banyak pula dibanding dengan penggenangan yang lebih singkat. Berkurangnya air tanah pada tingkat tertentu akan menjadi faktor pengganggu yang serius bagi proses fotosintesis, akumulasi, proses-proses metabolisme dan transpirasi, serta akan meningkatkan tekanan osmotik larutan tanah. Kedalaman air merupakan faktor yang menentukan zonasi tumbuhan pada ekosistem pantai. Suatu penurunan intensitas cahaya infra merah sebesar 1,5%, sinar biru 2,5%, dan sinar violet 6,4% pada kedalaman 5 m akan memperlihatkan zonasi tumbuhan yang bervariasi (Choong, dkk., 2009).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air tanah sedimen pada media substrat yang digenangi air pasang yang lebih lama (7 jam penggenangan) menjadi faktor penentu keberhasilan anak semai *R. mucronata* dengan penambahan tinggi dan jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan dengan kedua tipe penggenangan yang lainnya (3 dan 5 jam penggenangan), hal ini dinyatakan dalam analisis statistik pada interaksi antara penggenangan dengan media substrat terhadap penambahan tinggi anak semai (Tabel 3).

Dalam kaitannya dengan genangan dan salinitas, pasang surut memiliki nilai salinitas yang selalu bervariasi, tergantung kondisi pasang surut yang berhubungan dengan air dari sungai pada saat musim hujan. Semakin sering suatu daerah tergenang air pasang, maka akan semakin banyak garam yang terendapkan pada daerah tersebut, yang berarti nilai garam substrat sedimen akan tinggi, namun di sisi lain juga terjadi pengendapan makronutrien yang dapat menetralkan salinitas yang tinggi (Clough et al., 2002). Pada kondisi demikian kawasan dimana sifat fluktuatif salinitas yang mempengaruhi salinitas tanah-tanah sedimen masih cocok untuk ditanami beberapa jenis tumbuhan mangrove beserta jenis biota lainnya dari kelompok vertebrata (ikan) dan invertebrata (krustasea dan moluska). Pengamatan laboratorium menunjukkan bahwa salinitas tanah sedimen pada media semai berkisar antara 0,5 – 0,7 per mil. Demikian pula berkurangnya air tanah sebagai akibat singkatnya waktu penggenangan pasang memungkinkan terjadinya gangguan berat terhadap pembentukan sel-sel pertumbuhan karena terhambatnya akumulasi zat hara, tingginya tekanan osmotik larutan tanah, serta terganggunya proses transpirasi tumbuhan (Sulia dkk., 2010)

Pengaruh substrat sedimen tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan pertunasan *R. mucronata*, namun interaksinya dengan lama genangan dan adanya naungan memperlihatkan pengaruh yang nyata, khususnya terhadap jumlah pertunasan *R. mucronata*. Perendaman yang relatif lama (5 -7 jam) menjadikan substrat liat/lempung memiliki struktur tanah yang beraerasi terbuka untuk sistem perakaran tanaman mangrove, demikian pula pada paparan media tumbuh dengan naungan di bawah intensitas 100%, menunjukkan pertunasan dan dedaunan mangrove yang sempurna dibanding bila berada pada area terbuka yang diterpa langsung intensitas 100%.

Tabel 3. Interaksi Perlakuan Interaksi terhadap Pertumbuhan Anakan Semai *R. mucronata*

Perlakuan/Interaksi	dF	SS	MS	F	F _t
Substrat-G	2	7,79	3,89	3,21	6,94
Genangan-T	2	80,85	40,43	33,29**	6,94
Naungan-S	1	68,29	68,29	25,86**	5,99
G-T	4	24,85	36,06	11,37**	5,19
T-S	2	32,98	16,50	5,21**	5,79
G-S	2	50,54	25,27	7,97**	5,79
Galat		5	15,86	3,17	

* Signifikant (p 0.05)

Naungan

Berdasarkan penelitian ini, analisis statistik menunjukkan bahwa media substrat di bawah naungan memberikan pertumbuhan semai *R. mucronata* yang lebih baik dibandingkan dengan media tumbuh yang terpapar intensitas cahaya 100%. Kathiresan dan Bingham (2001) menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya maka penebalan dan kekerasan sel pohon semakin tinggi, tetapi jumlah tunas dan daun semakin sedikit. Dijelaskan juga bahwa nilai maksimal pada umumnya untuk jenis tumbuhan di daerah tropis adalah pada intensitas cahaya di bawah 100%, bahkan untuk beberapa jenis tumbuhan mangrove membutuhkan intensitas cahaya yang jauh di bawah cahaya penuh.

Pada media-media tumbuh anak semai *R. mucronata* dengan perendaman yang relatif singkat akan terjadi pembiasan sinar, sehingga sinar yang masuk cenderung akan lebih sedikit dan ini menyebabkan energi pertumbuhan lebih rendah. Tumbuhan mangrove pada kondisi ini cenderung mencari sinar matahari akibatnya terbentuk sel-sel tumbuhan yang memanjang namun memiliki postur yang lembek dan sangat tipis.

Perbedaan media tumbuh anak semai yang ternaungi dengan media tumbuh yang terpapar intensitas terbuka akan menyebabkan perbedaan kandungan air pada jaringan tumbuhan. Dengan demikian pada media tumbuh yang mengalami kekurangan air akan menyebabkan terhambatnya pembentukan karbohidrat, terganggunya saluran makanan ke segenap jaringan tumbuhan, serta tertundanya perkembangan sel. Akhirnya gejala yang timbul adalah pertumbuhan yang abnormal memanjang dari batang anak semai, ukuran daun relatif kecil dan tanaman tampak kerdil, keras dan kaku. Gejala abnormal lain yang muncul adalah absorpsi klorofil dan pigmen kuning yang pekat menyebabkan warna hijau daun permukaan bagian atas sangat kontras dengan warna kuning daun pada permukaan bagian bawah.

Pada umumnya diperlukan suatu suhu optimal bagi setiap tanaman untuk laju pertumbuhan yang maksimal. Laju pertumbuhan ini akan menurun pada suhu yang kurang atau lebih dari suhu optimal. Pada media tumbuh yang berada di bawah naungan, pertumbuhan dan sistem perakaran akan lebih baik terhadap ukuran tinggi batang dan pertunasan atau percabangan. Dalam kisaran suhu-suhu yang optimal, kelembaban substrat media relatif normal dan stabil sehingga proses transpirasi dan aktivitas metabolisme jaringan tumbuhan juga berlangsung efektif.

Substrat sedimen

Analisis statistik menunjukkan pengaruh media substrat yang signifikan terhadap pertumbuhan dan pertunasan anak semai *R. mucronata* (Tabel 3 dan Tabel 4). Lewis (2009) menyatakan bahwa makna yang substantif dari tanah-tanah sedimen untuk tumbuhan mangrove adalah terdapatnya perimbangan antara fraksi lempung liat, debu dan pasir yang kedudukan konfigurasinya bergantung pada topografi dan drainase pantai.

Pada wilayah-wilayah topografi pantai yang level penggenangan pasang-surutnya normal (tidak jauh dari level rata-rata permukaan laut), akan memiliki kandungan liat-lempung yang tinggi dibandingkan dengan wilayah yang topografi pantainya jauh dari rata-rata kaudatum garis pantai. Sehingga pada kondisi yang terakhir ini fraksi substrat sedimen akan didominasi oleh fraksi pasir berdebu, dan ini menjadikan media substrat anak semai mangrove menjadi kurang subur dan gersang. Sedangkan pada kondisi wilayah topografi yang relatif landai, endapan fraksi liat yang terbentuk sempat bergabung sesamanya membentuk gumpalan partikel yang agak besar, sehingga sedimen substrat dari fraksi liat ini sulit terbawa oleh pergeseran arus pasang.

Tabel 4. Analisis Perlakuan Interaksi Terhadap Pertunasan Anak Semai *R. mucronata*

Perlakuan	dF	SS	PS	F	F _t
Substrat-G	2	16,778	8,389	5,805	6,94
Genangan-T	2	24,116	12,056	8,343*	6,94
Naungan-S	1	2,98	2,98	15,935**	6,61
GT	4	24,24	6,06	32,409**	5,19
TS	2	8,889	4,45	23,797**	5,79
GS	2	11,85	5,925	31,684**	5,79
Galat	4	1,122	0,187		

**Sigifikan pada selang kepercayaan p 0,05

Analisis Tabel 4 menunjukkan bahwa pengaruh genangan pasang signifikan terhadap pertunasan anakan semai *R. mucronata*. Terhadap interaksi sesama perlakuan, menunjukkan signifikansi pengaruh pada pertunasan dan pembentukan daun mangrove secara sempurna. Banyaknya kandungan fraksi liat pada sedimen sangat menentukan sistem perakaran dalam menembus tanah sedimen, dan ini tergantung oleh kelembaban dan keteduhan media tumbuh yang tidak membuat substrat sedimen jenuh air serta kerosnya fraksi liat. Tanah-tanah sedimen pada tingkat perendaman pasang yang tinggi dan tidak menentu akan tersuplai dengan substrat yang berpasir dan berdebu sehingga tingkat kejenuhan air tinggi yang menyebabkan fraksi liat-lempung akan hilang bergeser ketika arus pasang tiba. Berbeda pada wilayah-wilayah topografi tinggi tetapi landai memungkinkan perendaman pasang yang rendah dan relatif singkat akibatnya gumpalan fraksi liat dari sedimen dapat bertahan, dan ini sangat sesuai bagi perakaran dan pertumbuhan jenis mangrove *Rizophora sp.* Sehingga dapat dikemukakan bahwa pada zona pantai yang landai dengan fraksi lempung liat sering didominasi jenis *R. mucronata* sebagai spesies penyangga utama pada ekosistem wilayah pesisir.

Kelangsungan hidup R. mucronata

Dari semua perlakuan dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang relatif sama terhadap tingkat kelangsungan hidup *R. mucronata*, artinya selama batas waktu periode semaian (siap untuk penanaman kembali), baik terhadap pertunasan, pertumbuhan maupun kelangsungan hidup memperlihatkan respon setiap perlakuan yang masih layak bagi kehidupan anakan semai. Namun selama lepas dari tahap semaian masuk periode tegakan (tancap), sebagian dari tegakan mangrove ini mengalami kematian terutama pada petakan sedimen lempung-pasir

berdebu dengan tingkat genangan pasang yang singkat serta paparan intensitas sinar 100% (Tabel 5). Keroposnya fraksi tanah sedimen pada zona penanaman kembali di wilayah pengembangan tambak *silvofishery*, serta terpaparnya tegakan di bawah terpaan intensitas sinar terbuka menyebabkan adanya kematian tegakan *R. mucronata*. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa, pada paparan genangan pasang yang singkat serta terpaan langsung sinar terbuka memungkinkan sistem aerasi sedimen semakin tertutup dan rendahnya pengendapan nutrisi dari periode genangan yang surut (Choong, et.al., 2009).

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Perlakuan penggenangan pasang selama 5-7 jam/hari dengan naungan pada media substrat liat-lempung memberi pengaruh yang baik terhadap pertunasan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup anak semai *Rizophora mucronata*, sedangkan pada media substrat yang terendam pasang selama 3 jam/hari tanpa keteduhan memperlihatkan persentase pertunasan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang rendah.
2. Perlakuan-perlakuan interaksi menunjukkan signifikansi pengaruh terhadap pertunasan dan pertumbuhan anakan semai *R. mucronata*
3. Dengan perendaman pasang selama 3 jam/hari dengan naungan pada media substrat debu berpasir berpengaruh terhadap pertumbuhan memanjang akar-akar dan batang anak semai *R. mucronata*, disertai postur akar, batang dan daun yang lunak, sehingga kondisi ini sangat digemari biota herbivor terutama kepiting.
4. Semua perlakuan dan interaksinya menunjukkan pengaruh yang relatif sama terhadap kelangsungan hidup *R. mucronata*, artinya selama batas waktu masa semaian, baik pertunasan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup menunjukkan respon masing-masing perlakuan yang masih layak untuk kehidupan mangrove.
5. Selama periode tegakan (tancap), beberapa tegakan mangrove *R. mucronata* mengalami kematian terutama pada petak sedimen lempung berpasir dengan tingkat genangan pasang surut pendek dan paparan intensitas cahaya 100%. Hal ini berimbas pada fraksi tanah sedimen yang kedap oksigen dan kehilangan sifat aerasinya.

Saran

1. Untuk pengelolaan tambak *silvofishery* sebaiknya seleksi tambak pada topografi yang relatif landai dengan komposisi substrat sedimen liat-lempung, serta diupayakan integrasi dengan penanaman mangrove jenis *R. mucronata* dalam setiap unit pengelolaan.
2. Perlu mempertahankan vegetasi mangrove dengan reboisasi penanaman pada baris tegakan utama sebagai *buffer line* di zona pantai.

Daftar Pustaka

- Carter, R.W.G., 1988. An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. Environmental Science, University of Ulster, Coleraine.
- Choong E T, Wirakusumah, R S. Ahmad. 2009. Mangrove Forest in Indonesia. Forest Ecology and Management. 33/34: 45 – 47.

- Clough, B., D. Johnston, T.T. Xuan, M.J. Phillips, S.S. Pednekar, N.H. thien, T.H. Dan and P.L Thong. 2002. Silvofishery Farming Systems in Ca Mau Province, Vietnam. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium.
- Kathiresan, K., and Bingham, B.L. 2001. Biology of Mangrove and Mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40:81-251
- Lewis, R. R. 1999. Key Concept In Successful Ecological Restoration of Mangrove Forests. *TCE-Project Newsletter*, 3.(11) : 6-18.
- Meadows, PS., and JI. Campbell. 2008. An Introduction to Marine Science. Tertiary Level Biology. Department of Zoology University of Glasgow. 2nd Ed. Blackie Glasgow and London. Halsted Press a div. of John Wiley and Sons, New York USA.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Second Edition. MC Graw-Hill Kogakusha, LTD. Tokyo.
- Kusmana, C. 2008. A Study on Mangrove Forest Management Based on Ecological Data in Easter Sumatra, Indonesia. Ph.D. Disertation. Faculty of Agriculture, Kyoto University, Japan. Unpublish.
- Yunus, 2015. The Behavior of Fishpond Farmer with Silvofishery Insight at Coastal Area of Sinjai District. Dissertation. Postgraduate Program, Makassar State University.