



Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime



Alamat Jurnal: <https://ejournal.upi.edu/index.php/kemaritiman>

Komposisi dan Pola Zonasi Tumbuhan Mangrove di Pantai Bama Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur

Afri Irawan^{1*}, Restu Utari Dewina¹, Daffa' Muhammad Iqbal², Jennifer Norine¹, Nurfitri Yulianty¹,
Peniwidiyanti³, Tina Safaria Nilawati¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Indonesia.

²Unit Penghijauan dan Pemeliharaan Pohon, Dinas Perumahan dan Kawasan Pemukiman,
Jl. Pasirluyu Selatan, Kecamatan Regol, Bandung 40254, Indonesia.

³Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Raya Jakarta-Bogor km. 46, Kecamatan Cibinong, Bogor 16911, Indonesia.

*Corresponding author, e-mail: afri_irawan@upi.edu

ABSTRACT

*This study aims to analyze the community structure and zonation patterns of mangrove plants in Bama Beach, Baluran National Park, Situbondo, East Java, Indonesia. Data collection was carried out along the mangrove area from Bama Resort to the boundary of Kelor Beach using the line transects method, arranged perpendicular to the shoreline. The results indicate that the mangrove vegetation is predominantly composed by *Rhizophora apiculata* (Rhizophoraceae). The zonation pattern from the land to the sea consists of *Heritiera littoralis*, *Excoecaria agallocha*, *Xylocarpus granatum*, *Rhizophora apiculata*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora stylosa*, and *Rhizophora mucronata*. These findings illustrate the natural composition and structure of mangrove communities, which can serve as a scientific basis for the conservation and sustainable management of coastal ecosystems in tropical protected areas.*

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received 06 05 2025

First Revised 06 11 2025

Accepted 06 13 2025

First Available online 06 19 2025

Publication Date 06 19 2025

Keyword:

*baluran,
conservation,
zonation patterns,
Rhizophora,
mangrove communities.*

1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan jenis tumbuhan yang terdapat di kawasan pesisir dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hutan mangrove tumbuh di sepanjang garis pantai tropis seperti muara, delta atau laguna (Muzaki, *et al.*, 2019). Mangrove memiliki peran yang sangat penting, baik itu secara ekologis maupun sosial ekonomi. Mangrove berperan dalam mencegah abrasi (Alwi, *et al.*, 2019), mencegah sedimentasi yang datang dari daerah daratan ke lautan, kawasan penyangga (Fudloly, *et al.*, 2020), penyerap karbon (Donato, *et al.*, 2011), penyerap polutan (Kamirnasih, 2007), habitat berbagai biota darat dan laut untuk mencari makan (*foraging*), pemijahan (*spawning*), dan pengasuhan (*nurturing*) bagi beberapa fauna (Cannicci, *et al.*, 2021) seperti Gastropoda (Budiawan, *et al.*, 2020) dan Bivalvia (Bahri, *et al.*, 2020). Dari segi sosial ekonomi hutan mangrove dapat dimanfaatkan sebagai potensi wisata (*ecotourism*) (Sambah, *et al.*, 2014). Selain itu, buah-buah dari beberapa jenis mangrove dapat digunakan untuk bahan makanan (Handayani, 2018).

Komposisi vegetasi mangrove sebagian besar didominasi oleh kelompok suku Rhizophoraceae (Irawan, *et al.*, 2021) Jenis-jenis dari anggota suku Rhizophoraceae yang umum tumbuh pada ekosistem mangrove seperti *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora stylosa* (Giesen, *et al.*, 2007). Selain itu, terdapat flora mangrove lainnya yang ikut tumbuh bersama tegakan pohon dominan, seperti *Aegiceras*, *Avicennia*, *Ceriops*, *Excoecaria*, *Pemphis*, *Scyphophora*, *Sonneratia*, dan *Xylocarpus*, bahkan ditemukan juga tumbuhan pemanjat atau liana (*Finlaysonia*), palm (*Nypa fruticans*), pakis laut (*Acrostichum*), dan semak berduri *Acanthus ilicifolius* (Noor, *et al.*, 2012). Pada beberapa ekosistem mangrove terkadang ditemukan juga jenis flora mangrove hibridisasi alami. Jenis hasil hibridisasi alami diantaranya yaitu *Bruguiera x dungarra* hasil hibridisasi alami antara jenis mangrove *Bruguiera exaristata* dan *Bruguiera gymnorhiza* (Duke dan Kudo, 2018), *Rhizophora x lamarckii* yang merupakan hasil persilangan alami antara *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa* (Ng, *et al.*, 2013; Aboubakr, *et al.*, 2022), serta *Sonneratia x gulngai* hasil hibridisasi antara *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris* (Duke, 1988; Zhang, *et al.*, 2023).

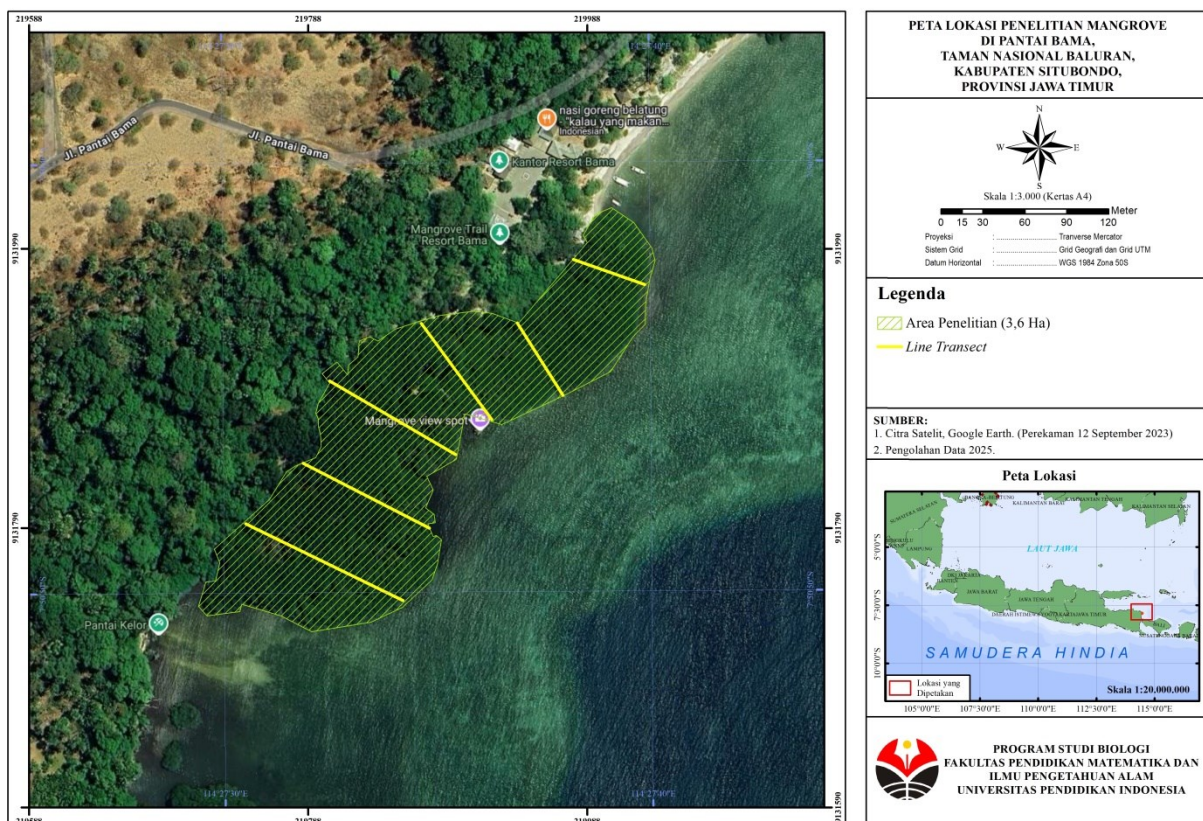
Vegetasi mangrove cenderung membentuk pola zonasi dari komposisi floranya. Zonasi menggambarkan tahapan suksesi yang sesuai dengan perubahan tempat tumbuh kembang (Rahim dan Baderan, 2017). Zonasi vegetasi mangrove dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kemampuan adaptasi dan toleransi mangrove terhadap kondisi sedimen atau substrat, salinitas, angin, gelombang laut, frekuensi inundansi (penggenangan) batang dan akar oleh air laut, tipe tanah, pasang surut, dan fisiografi (Bunt dan William, 1981; Tomlinson, 1994; Islam, *et al.*, 2019). Misalnya pada vegetasi mangrove di Pangarengan Cirebon ditemukan *Avicennia marina* pada garis pantai dengan salinitas mencapai 2,8‰ (Purwanto, *et al.*, 2021). Selain itu, di Segara Anakan Cilacap ditemukan *Sonneratia alba* pada zona yang berdekatan dengan laut (Hilmi, *et al.*, 2021a).

Kawasan mangrove Pantai Bama saat ini telah menjadi kawasan wisata. Aktivitas wisata ini memungkinkan terjadinya perubahan biodiversitas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian-penelitian untuk menilai kondisi biodiversitasnya. Penelitian yang sudah dilakukan di Pantai Bama salah satunya menunjukkan hasil analisis vegetasi hanya memperoleh 3 jenis mangrove sejati dan 1 jenis mangrove ikutan (Sasea, *et al.*, 2022). Penelitian lainnya menjelaskan bahwa mangrove di Pantai Bama didominasi oleh *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan mencapai 0,57 ind/m² (Fudloly, *et al.*, 2020). Penelitian biomasa mangrove tercatat sebesar 75% biomasa di atas permukaan tanah dan 25% biomasa akar (Asadi dan Pambudi, 2020), sedangkan kesehatan mangrove dinilai mencapai 66,67% (Chairul dan Jannah, 2024). Dalam hal ini, komposisi dan pola zonasi tumbuhan mangrove Pantai Bama belum menggambarkan

berdasarkan data terkini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi dan pola zonasi tumbuhan mangrove di kawasan ekosistem mangrove Pantai Bama. Analisis komposisi dan pola zonasi perlu dilakukan untuk pelestarian dan pengelolaan berkelanjutan. Penelitian ini menyajikan kebaruan data komposisi dan skema pola zonasi flora mangrove terkini di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur.

2. METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2025, di area mangrove Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur. Kawasan mangrove Pantai Bama berada pada posisi koordinat $7^{\circ}50'41.28''\text{LS}$ dan $114^{\circ}27'39.64''\text{BT}$ hingga $7^{\circ}50'50.43''\text{LS}$ dan $114^{\circ}27'29.99''\text{BT}$ (**Gambar 1**). Secara geografis, area mangrove Pantai Bama berada pada pengaruh perairan Laut Jawa dan Laut Bali, serta berjarak ± 30 kilometer garis lurus ke Selat Bali, sehingga memungkinkan mendapat pengaruh perairan dari Samudera Hindia melalui Selat Bali. Kawasan ini membentang mulai dari wilayah Resort Bama hingga ke arah barat daya yang berbatasan dengan Pantai Kelor. Luas area mangrove di Pantai Bama yang menjadi area penelitian terhitung sebesar $\pm 3,6$ hektar, dengan panjang ± 635 meter dan lebar terjauh ± 125 meter.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di area vegetasi mangrove Pantai Bama

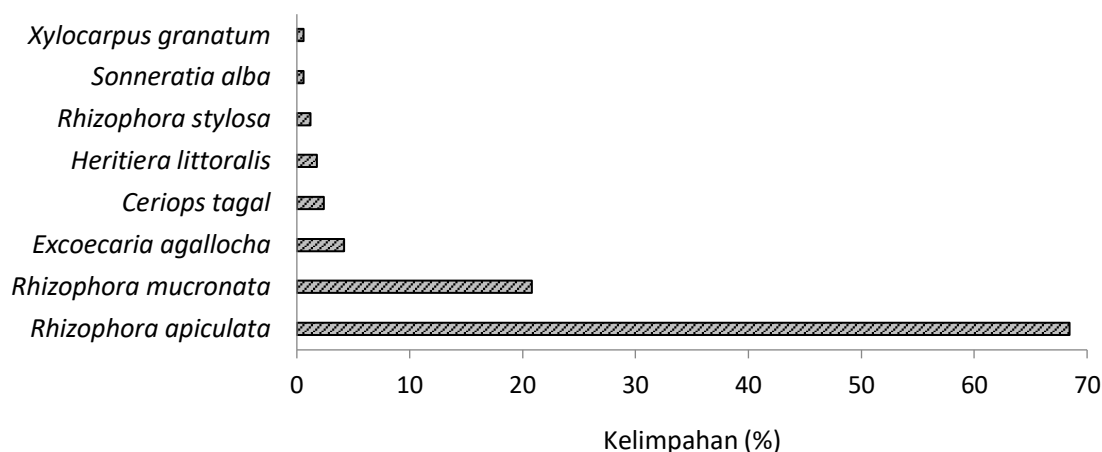
Data komposisi jenis dan pola zonasi tumbuhan mangrove dianalisis menggunakan metode *line transect* (Phillips, 1959). Transek disusun secara tegak lurus dengan batas pasang tertinggi atau garis pantai (*shoreline*). Pada penelitian ini digunakan sebanyak 6 transek (**Gambar 1**). Jarak antar transek mencapai 50 meter. Panjang transek yang digunakan menyesuaikan dengan lebar vegetasi mangrove di area Pantai Bama. Transek terpanjang yang terukur adalah 125 meter dan yang terpendek hanya mencapai 55 meter. Pada sepanjang

transek tersebut diamati dan dicatat komposisi jenis flora mangrove. Selain itu, setiap jenis tumbuhan mangrove yang teramati digunakan untuk menentukan pola zonasi flora mangrove.

Identifikasi jenis flora mangrove dilakukan dengan mengacu kepada beberapa sumber referensi. Beberapa referensi yang digunakan seperti; buku panduan pengenalan mangrove Indonesia (Noor, *et al.*, 2012), buku *mangrove guide book of Southeast Asia* (Giesen, 2007), *website plant of Southeast Asia* (Slik, 2009), herbarium digital *global biodiversity information facility* (GBIF, 2025), *plant of the world online* (POWO, 2025), dan artikel ilmiah lainnya yang relevan. Selain itu, untuk mengetahui status konservasi setiap jenis flora mangrove berdasarkan kategori *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) Red List (IUCN, 2025), Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 106 tahun 2018 (KLKH, 2018), dan apendiks pada *the Convention on International Trade in Engadered Species* (CITES) of *Wild Fauna and Flora* (CITES, 2025). Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Komposisi flora diperoleh dengan menyusun daftar jenis dan suku flora mangrove, serta menampilkannya dalam grafik dan tabel. Kelimpahan jenis tumbuhan mangrove dikalkulasikan dengan membandingkan jumlah individu suatu jenis flora terhadap jumlah total individu semua jenis flora yang ditemukan (Fisher, *et al.*, 1943; Kempton, 1979), dan selanjutnya dipersentasekan. Pola zonasi tumbuhan mangrove diinterpretasikan berdasarkan penyebaran jenis yang dijumpai dari laut menuju daratan, yang selanjutnya diolah dan ditampilkan dalam bentuk sketsa pola zonasi flora mangrove dalam dua dimensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

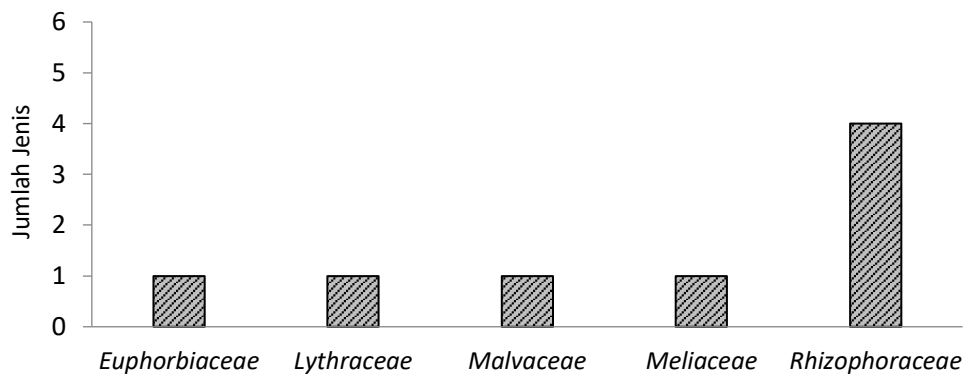
Vegetasi mangrove di kawasan Pantai Bama sebagian besar didominasi oleh *Rhizophora apiculata* (Gambar 2). Kelimpahan jenis *Rhizophora apiculata* mencapai 68% tumbuh dengan baik di area mangrove tersebut. Hutan mangrove pada beberapa lokasi lain seperti Pulau Belitung, Pulau Getah, Ngurah Rai Bali, Jakarta, Segara Anakan, dan Banyuwangi juga didominasi oleh jenis *Rhizophora apiculata* (Caesaria, *et al.*, 2021; Irawan, *et al.*, 2021; Hilmi, *et al.*, 2021b; Hidayah, *et al.*, 2024; Partama, *et al.*, 2024; Sulistiyowati, *et al.*, 2025).



Gambar 2. Persentase kelimpahan jenis flora mangrove Pantai Bama

Suku tumbuhan yang paling banyak adalah *Rhizophoraceae* dengan komposisi 4 jenis flora (Gambar 3). Kelompok *Rhizophoraceae* merupakan suku terbesar vegetasi mangrove yang terdiri dari beberapa jenis yang banyak tumbuh dengan baik pada area mangrove di bandingkan dengan suku lainnya (Fiqriansyah, 2020; Idrus, *et al.*, 2021; Wintah, *et al.*, 2025). Anggota suku *Rhizophoraceae* yang ditemukan antara lain; *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora*

mucronata, *Rhizophora stylosa*, dan *Ceriops tagal*. Kelompok *Rhizophora* spp. yang ditemukan mencapai tinggi hingga 15 meter, namun untuk jenis *Ceriops tagal* ditemukan tumbuh masih dalam kategori pancang dengan tinggi baru mencapai 1,2 meter.



Gambar 3. Komposisi flora mangrove berdasarkan suku

Jenis mangrove yang ditemukan merupakan kelompok mangrove natif di kepulauan Indonesia. Pada area ini tidak ditemukan jenis-jenis tumbuhan mangrove yang dilindungi oleh pemerintah Negara Indonesia serta tidak termuat dalam apendiks CITES. Sedangkan pada daftar IUCN, semua jenis flora mangrove yang ditemukan termasuk ke dalam kategori *Least Concern* (LC) atau resiko rendah (**Tabel 1**), yang menunjukkan jenis-jenis tersebut memiliki resiko rendah terhadap kepunahan. Jenis-jenis mangrove langka dan terancam punah seperti *Camptostemon philippinensis* dan *Bruguiera hainesii* yang hanya tumbuh pada lokasi terbatas di Indonesia (Sidik, et al., 2025; Sitepu, et al., 2025) dan tidak ditemukan di kawasan mangrove Pantai Bama, Taman Nasional Baluran.

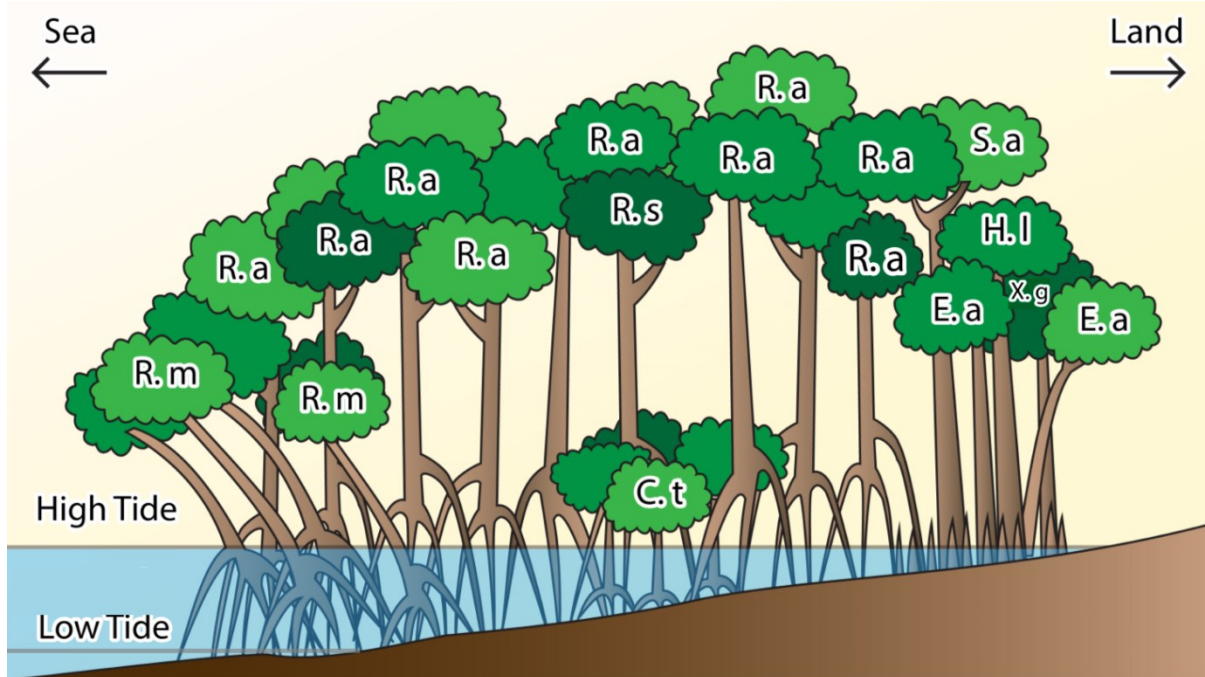
Tabel 1. Status konservasi flora mangrove di Pantai Bama, Taman nasional Baluran

No.	Suku	Jenis	Nama Lokal	Status Konservasi		
				IUCN	P.106 2018	CITES
1	Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	Kayu buta	LC	-	-
2	Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	Pidada	LC	-	-
3	Malvaceae	<i>Heritiera littoralis</i>	Dungun	LC	-	-
4	Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyirih	LC	-	-
5	Rhizophoraceae	<i>Ceriops tagal</i>	Tengar putih	LC	-	-
6	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau minyak	LC	-	-
7	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>	Bakau kurap	LC	-	-
8	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau tutul	LC	-	-

Keterangan= LC:Least Concern (resiko rendah) -: tidak tersedia

Pola zonasi tumbuhan mangrove di kawasan hutan mangrove Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Pola zonasi ada area vegetasi mangrove ini secara garis besar menunjukkan pola zonasi umum yang ditemukan di kawasan mangrove Pulau Jawa (**Gambar 4**). Pada bagian batas daratan terdiri dari jenis *Excoecaria agallocha*, *Heritiera littoralis*, dan *Xylocarpus granatum*, serta ditemukan *Sonneratia alba* pada salah satu titik. Tegakan *Excoecaria agallocha* cenderung tumbuh baik pada batas daratan karena lebih toleran terhadap paparan air laut yang sedikit dan singkat (Cahyadi, et al., 2025). Zona mangrove bagian tengah didominasi oleh *Rhizophora apiculata*, namun ditemukan jenis lain seperti *Rhizophora stylosa* dan *Ceriops tagal*. Vegetasi mangrove yang berbatasan dengan laut banyak ditumbuhi oleh *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*. Pola zonasi ini

tidak terlepas dari kondisi parameter lingkungan di area mangrove yang mendukung pertumbuhan flora mangrove.



Gambar 4. Skema pola zonasi flora mangrove di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran. (Keterangan: C.t: *Ceriops tagal*; E.a: *Excoecaria agallocha*; H.l: *Heritiera littoralis*; S.a: *Sonneratia alba*; R.a: *Rhizophora apiculata*; R.m: *Rhizophora mucronata*; R.s: *Rhizophora stylosa*; X.g: *Xylocarpus granatum*).

Parameter lingkungan di kawasan mangrove Pantai Bama mendukung pertumbuhan tumbuhan mangrove di area Pantai Bama. Suhu air luak di area mangrove terukur mencapai rata-rata 27°C. Salinitas air menunjukkan adanya nilai gradasi salinitas di setiap zona pengukuran. Salinitas pada area mangrove bagian batas daratan (*Landward*) sebesar 2,1%, mangrove bagian tengah (*middle*) sebesar 2,6%, dan pada bagian batas dengan laut (*Seaward*) sebesar 3% (Tabel 2). Rentang salinitas tersebut dapat mendukung pertumbuhan mangrove (Bryant, *et al.*, 2024). Pada beberapa wilayah lain nilai salinitas mencapai rentang 2-3% (Heltria, *et al.*, 2024). Nilai pH air di kawasan mangrove ini cenderung netral pada rentang 6,8-7. Kondisi substrat atau sedimen mangrove sebagian besar terdiri dari pasir berlumpur (Tabel 2). Namun, semakin mendekati laut, kondisi lumpur semakin dalam dibandingkan dengan batas daratan. Kondisi substrat dengan lumpur yang dalam mampu ditumbuhi oleh kelompok *Rhizophora* spp. (Boubakary, *et al.*, 2024). Hal ini berbeda dengan kondisi mangrove di wilayah Kutai dan Kupang yang komposisi substrat lebih banyak didominasi oleh pasir dan batuan karang (Radja, *et al.*, 2023; Nurfadilah, *et al.*, 2023).

Tabel 2. Kondisi substrat dan salinitas di area mangrove Pantai Bama

No.	Zona	Substrat		Salinitas (%)
		Pasir	Lumpur	
1	<i>Landward</i>	+++++	+++	2,1
2	<i>Middle</i>	++++	++++	2,6
3	<i>Seaward</i>	+++	+++++	3

Hutan mangrove di kawasan Pantai Bama Taman Nasional Baluran termasuk kategori hutan mangrove yang memiliki tegakan yang rapat. Terutama pada sisi yang berbatasan

dengan laut, tegakan ini sangat sulit untuk dilewati. Hal ini karena banyaknya tegakan jenis *Rhizophora* spp., yang memiliki adaptasi akar tunjang yang sangat rapat (Gambar 5). Kondisi seperti ini menunjukkan pentingnya fungsi ekologis tegakan rapat tersebut, seperti sebagai pelindung alami terhadap abrasi maupun tempat pembibitan alami (Rasyidi, et al., 2024).



Gambar 5. Tegakan *Rhizophora* spp. pada zona tengah area mangrove Pantai Bama

Tinggi mangrove di area ini sekitar 10-15 meter, dengan diameter mencapai 30-60 cm. Kondisi vegetasi seperti ini mencerminkan bahwa ekosistem mangrove Pantai Bama merupakan hutan mangrove primer, dengan tegakan yang telah tumbuh lama dan stabil (Harishma, et al. 2020). Namun, pada salah satu titik ditemukan kondisi pohon mangrove yang tumbang, sehingga kanopi pohon cukup jarang dan terbuka. Hal ini menjadi indikator adanya dinamika alami atau kemungkinan tekanan lingkungan yang perlu dipantau lebih lanjut. Temuan ini menjadi penting untuk pengelolaan kawasan mangrove Pantai Bama, terutama dalam menjaga zona tegakan pohon rapat dari potensi tekanan antropogenik. Kawasan ini memiliki potensi sebagai lokasi edukasi, pemantauan keanekaragaman hayati, maupun upaya rehabilitasi jangka panjang berbasis ekologi.

Kawasan mangrove Pantai Bama memegang peran strategis dalam mendukung konservasi keanekaragaman hayati sekaligus sebagai solusi berbasis alam (*nature-based solution*) dalam mitigasi perubahan iklim. Lokasi studi ini merupakan ekosistem pesisir yang relatif masih utuh dan primer. Hutan mangrove di Pantai Bama menyimpan potensi ekologis yang besar dalam menyerap dan menyimpan cadangan karbon biru (*blue carbon*) (Zeng, et al., 2021). Komposisi tegakan mangrove di area ini heterogen, didominasi jenis *Rhizophora* spp., dan kedalaman substrat berlumpur menjadi indikator penting bahwa kawasan ini berfungsi sebagai penyerap karbon yang efektif. Lapisan substrat mangrove yang kaya bahan organik mampu mengakumulasi karbon dalam jangka panjang, jauh lebih besar dibandingkan ekosistem terestrial dengan luasan area yang sama (Arnaud, et al., 2023; Huang, et al., 2023).

Selain berperan dalam penyimpanan karbon, vegetasi mangrove di Pantai Bama juga mampu berfungsi sebagai zona penyangga alami terhadap berbagai bencana. Tegakan mangrove membantu meredam energi gelombang laut, mengurangi dampak abrasi, dan mencegah intrusi air laut ke daratan (Asari, *et al.*, 2021). Hal ini penting bagi perlindungan wilayah pesisir yang rentan terhadap kenaikan muka air laut dan badai akibat perubahan iklim (Sunkur, *et al.*, 2023; Hulsen, *et al.*, 2025). Dari sisi keanekaragaman hayati, struktur zonasi mangrove yang masih terbentuk secara alami mendukung keberlangsungan habitat bagi berbagai jenis fauna pesisir, termasuk ikan, burung air, reptil, dan invertebrata (Zakaria dan Rajpar, 2015). Lebih lanjut, data zonasi dan struktur vegetasi yang diperoleh dari studi ini dapat diintegrasikan ke dalam sistem *monitoring* berbasis teknologi dan partisipatif. Melalui pendekatan ini, kawasan mangrove di Pantai Bama tidak hanya menjadi obyek konservasi, tetapi juga berperan aktif dalam penyediaan informasi ilmiah untuk mitigasi perubahan iklim, perlindungan ekosistem pesisir, serta pengembangan strategi pengelolaan adaptif yang sesuai dengan karakteristik ekologis lokal. Konservasi mangrove di Pantai Bama dengan demikian tidak hanya penting secara ekologis, tetapi juga relevan dalam konteks memitigasi perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan. Keberlanjutan ekosistem mangrove seperti di Pantai Bama akan menjadi bagian penting dari upaya Indonesia dalam memenuhi target pengurangan emisi gas rumah kaca dan pelestarian keanekaragaman hayati global.

4. KESIMPULAN

Komposisi flora mangrove di Pantai Bama Taman Nasional Baluran terdiri dari 8 jenis dan 5 suku. Pola zonasi tumbuhan mangrove di area ini didominasi oleh *Rhizophora apiculata*. Pada batas daratan ditumbuhi oleh *Heritiera littoralis*, *Excoecaria agallocha*, *Xylocarpus granatum* dan *Sonneratia alba*. Terdapat zona bagian tengah yang didominasi oleh *Rhizophora apiculata* dan ditemukan *Ceriops tagal* serta *Rhizophora stylosa*. Selanjutnya, pada bagian arah laut ditumbuhi jenis *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*. Pola zonasi ini dapat menjadi referensi dalam menyusun sistem pemantauan berbasis teknologi dan partisipatif untuk mendukung pelestarian dan pengelolaan kawasan mangrove yang berkelanjutan. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut yang mengkaji tentang analisis resiko wisata terhadap ekosistem mangrove, analisis sedimen, studi reboisasi pada area yang terbuka, serta penilaian cadangan karbon di area vegetasi mangrove untuk menambah referensi pengelolaan dan pelestarian kawasan mangrove Pantai Bama, Taman Nasional Baluran.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Taman Nasional Baluran yang telah memberikan izin untuk kegiatan penelitian ini, serta staf Bama Ranger yang telah mendampingi pengambilan data penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aboubakr, A. E. (2022). The Phylogeography of *Rhizophora* in Peninsular Malaysia: High Genetic Variation between West and East. *Scientific Journal for Faculty of Science-Sirte University*. 2(1):43-46.
- Alwi, D., Koroy, K., Laba, E. (2019). Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove di Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 5(4): 33-46.

- Arnaud, M., Krause, S., Norby, R.J., Dang, T.H., Acil, N., Kettridge N., Gauci, V., Ullah, S. (2023). Global Mangrove Root Production, Its Controls and Roles in the Blue Carbon Budget of Mangroves. *Global Change Biology*. 29(12):3256-3270
- Asadi, M.A., Pambudi, G.S. (2020). Diversity and Biomass of Mangrove Forest within Baluran National Park, Indonesia. *AAAL Bioflux*. 13(1):19-27.
- Asari, N., Suratman, M.N., Ayob, N.A., Hamid, N.H.A. (2021). Mangrove as a Natural Barrier to Environmental Risks and Coastal Protection. *Ecology, Biodiversity and Management*. 305–322.
- Bahri, S., Kurnia, T.I.D., Ardiansyah, F. (2020). Keanekaragaman Kelas Bivalvia di Hutan Mangrove Pantai Bama Taman Nasional Baluran. *Biosense*, 3(1).
- Boubakary, Leopold, E.G., Flavien, K.E., Maxemille N.V., Laurant, N., Alphonse K., Michel E.J., Din, N. (2024). Growth and Development of Rhizophora spp. Seedlings on Different Substrates and Insertion Level in the Wouri Estuary Mangrove (Douala, Cameroon). *Journal of Ecological Engineering*. 25(4):96–110.
- Bryant, C., Harris, R.J., Brothers, N., Bone, C., Walsh, N., Nicotra, A.B., Ball, M.C. (2024). Cross-tolerance: Salinity Gradients and Dehydration Increase Photosynthetic Heat Tolerance in Mangrove Leaves. *Functional Ecology*. 38(4):897-909.
- Budiawan, H., Ardiansyah, F., Nurmasari, F. (2020). Keanekaragaman Spesies Kelas Gastropoda Pada Hutan Mangrove Pantai Bama Taman Nasional Baluran. *Biosense*, 3(2).
- Bunt, J.S., Williams, W.T. (1981). Vegetational Relationships in the mangroves of tropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*. 4: 349-359.
- Caesaria, D.N., Akmadina, N., Cahyaningtyas, T., Khairina, W., Wulaningsih, R.D., Heryati, E. (2021). Studi Meta-Analisis Kondisi Hutan Mangrove Terhadap Keanekaragaman Hewan di Pulau Rambut, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Biolokus*. 4(2): 72-79.
- Cahyadi, F.D., Shabrina, A.M.N., Prasetyo, H., Puspitasari, L. (2025). Mangrove Vegetation Analysis and Zonation in Cemara Beach, Banyuwangi. *Jurnal Biologi Tropis*. 25(2):1528-1536.
- Cannicci, S., Lee, S.Y., Bravo, H., Cantera-Kintz, J.R., Dahdouh-Guebas, F., Fratini, S., Fusi, M., Jimenez, P.J., Nordhaus, I., Porri, F., Diele, K. (2021). A functional analysis reveals extremely low redundancy in global mangrove invertebrate fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 118(32): 1–8.
- Chairul, Jannah, M. (2024). Estimating Mangrove Forest Health in the Bama Resort Area Baluran National Park, Situbondo, East Java. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(2b):63-71.
- [CITES] Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2025). Appendices. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>. [diakses 30 Mei 2022].
- Donato, D., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., Kanninen, M. (2011) Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience* (4):293–297
- Duke, N.C. (1988). Phenologies and Litter Fall of Two Mangrove Trees, *Sonneratia alba* Sm. And *S. caseolaris* (L.) Engl., And Their Putative Hybrid, *S. × gulfngai* N.C. Duke. *Australian Journal of Botany*. 36(4):473–482.

- Duke, N.C., Kudo, H. (2018). *Bruguiera* × *dungarra*, A New Hybrid Between Mangrove Species *B. exaristata* and *B. gymnorhiza* (Rhizophoraceae) Recently Discovered in North-East Australia. *Blumea*. 63(3):279–285.
- Fiqriansyah, Astinisa, F.D., Umi, A.J., Khalis, N.Z., Cahyadi, F.D. (2020). Analisis Vegetasi Mangrove Tingkat Pohon di Pulau Tunda. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*. 1(1): 39-44.
- Fisher, R.A., Corbet, S., Williams, C.B. (1943). The Relation Between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal Population. *Journal of Animal Ecology*. 12(1): 42-58.
- Fudloly, A.R.L., Fuad, M.A.Z., Purwanto, A.D. (2020). Perubahan Sebaran dan Kerapatan Hutan Mangrove di Pesisir Pantai Bama, Taman Nasional Baluran Menggunakan Citra Satelit SPOT 4 dan SPOT 6. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(2): 184–192.
- [GBIF] Global Biodiversity Information Facility. (2025). Free and Open Access to Biodiversity Data. <https://www.gbif.org/>. [diakses 28 Mei 2025]
- Giesen, W., Wulffraat, S., Zieren, M., Scholten L. (2007). *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. Bangkok TH: Dharmasarn Co., Ltd.
- Handayani, S. (2018). Identifikasi Jenis Tanaman Mangrove sebagai Bahan Pangan Alternatif di Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pangan*. 12(2).33-46.
- Harishma, K.M., Sandeep, S. Sreekumar, V.B. (2020). Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Ecosystems of Kerala, Southwest Coast of India. *Ecological Processes*. 9(31): 1-9
- Heltria, S., Endang, E.R., Ramdhani, F., Yuliardi, A.Y., Magwa, R.J., Hermala, L., Wulanda, Y. (2024). Studi Karakteristik Oseanografi Sebagai Rekomendasi Waktu Penanaman Mangrove (Studi Kasus: Pulau Dompok). *Jurnal Kelautan*. 17(1):9-18.
- Hidayah, Z., Rachman, H.A., Wiyanto, D.B. (2024). Assessment of Spatio-Temporal Dynamics of Mangrove Forest in Teluk Pangpang, Banyuwangi, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 25(7):3138-3150.
- Hilmi, E., Amron, Sari, L.K., Cahyo, T.N., Siregar, A.S. (2021a). The Mangrove Landscape and Zonation Following Soil Properties and Water Inundation Distribution in Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 27(3):152-164.
- Hilmi, E., Sari, L.K., Cahyo, T.N., Muslih, Mahdiana, A., Samudra, S.R. (2021b). The Affinity of Mangrove Species Using Association and Cluster Index in North Coast of Jakarta and Segara Anakan of Cilacap, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22(7): 2907-2918.
- Huang, R., He, J., Wang, N., Christakos, G., Gu, J., Song, L., Luo, J., Agusti, S., Duarte, C.M., Wu, J. (2023). Carbon Sequestration Potential of Transplanted Mangroves and Exotic Saltmarsh Plants in the Sediments of Subtropical Wetlands. *Science of The Total Environment*. 904: 166-185.
- Hulsen, S., Dee, L.E., Kropf, C.M., Meiler, S., Bresch, D.N. (2025). Mangroves and Their Services Are At Risk From Tropical Cyclones and Sea Level Rise Under Climate Change. *Communications Earth & Environment*. 6(262):1-9.

- Idrus, A.A., Syukur, A., Zulkifli, L. (2021). The Evidence of Rhizophora as a Potential Species to Improve Mangrove Recovery on the Southern Coast of East Lombok, Indonesia. *ASM Science Journal*. 14(2): 57-64.
- Irawan, A., Chikmawati, T., Sulistijorini. (2021). Diversity and Zonation of Mangrove Flora in Belitung Island, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22(5): 2981-2992.
- Islam, A.K.M.N., Haque, A.E., Maniruzzaman, Jamali, T., Haque, T., Alfasane, M.A., Nahar, N., Jahan, N., Sultana, S., Kumar, T.S. (2019). Species distribution in different ecological zones and conservation strategy of halophyte of Sundarbans mangrove forest of Bangladesh. *Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science*. 49(30): 479-495.
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature. (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>. [diakses 29 Mei 2025].
- Kamirnasih, E. (2007). Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Minimasi Dampak Bencana di Wilayah Pesisir The Use of Ecosystem Mangrove in Minimalize Disaster Impact in Beach Area. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 13(3): 182-187.
- Kempton, R.A. (1979). The Structure of Species Abundance and Measurement of Diversity. *Biometrics*. 35(1): 307-321.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 Tahun 2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi. <https://jdih.maritim.go.id/>. [diakses 31 Mei 2025].
- Muzaki, F.K., Saptarini, D., Trisnawati, Aunurohim, Muryono, M., Desmawati. (2019). *Identifikasi Jenis Mangrove Pesisir Jawa Timur*. Surabaya: Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Noor, Y.R., Khazali, M., Suryadiputra, I.N.N. (2012). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetland International-Indonesia Programme.
- Ng, W.L., Chan, H.T., Szmidt, A.E. (2013). Molecular Identification of Natural Mangrove Hybrids of *Rhizophora* in Peninsular Malaysia. *Tree genetics & genomes*. 9:1151-1160.
- Nurfadilah, N.D., Eryati, R., Maulana, R., Jailani. (2023). Pengaruh Persentasi Substrat Terhadap Pertumbuhan Anakan Mangrove Rhizophora sp. Di Kawasan Pantai Kuala Samboja Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*. 5(2): 229-236.
- Partama, I.G.Y., Wardhani, O.K., Surata, S.P.K., Yastika, P.E., Kusuma, I.K.T.W. (2024). Pemetaan Kerentanan Ekosistem Mangrove Berdasarkan Aspek Fisik, Biologi dan Antropogenik di Kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai- Bali Berbasis SIG. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 22(3):648-657.
- Phillips, E.A. (1959). *Methods of Vegetation Study*. New York, USA: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- [POWO] Plant of the World Online. (2025). Plant of the World Online Royal Botanic Gardens Kew. <https://powo.science.kew.org>. [diakses 28 Mei 2025].
- Purwanto, R.H., Mulayana, B., Satria, R.A., Yasin, E.H.E., Putra, I.S.R., Putra, A.D. (2021). Spatial Distribution of Mangrove Vegetation Species, Salinity, and Mud Thickness in

- Mangrove Forest in Pangarengan, Cirebon, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 23(3):1383-1391.
- Radja, C.H., Toruan L.N.L., Kangkan, A.L. (2023). Variabel Kondisi Lingkungan pada Ekosistem Mangrove di Kota Kupang. *Jurnal Vokasi Ilmu Perikanan*. 4(1): 19-28.
- Rahim, S, Baderan, D.W.K. (2017). *Hutan mangrove dan pemanfaatannya*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rasyidi, G., Silalahi, A., Rodhianto, I., Saswini, A.A.U. (2024). Mangrove Planting as a Natural Protection Measure Coastal Environment Risk Vulnerability. *Sociality: Journal of Public Health Service*. 3(2):83-90.
- Sambah, A.B., Harahap, N., Mahmudi, M. (2014). Pemetaan sebaran hutan mangrove dan analisis pasial kesesuaian lahan budidaya tambak di pesisir Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo. *Journal of Enviromental Engineering & Sustainable Technology*, 1(2): 75-82.
- Sasea, L.I., Sueb, S., Ibrohim, I. (2022). Mangrove Vegetation Analysis in Bama Beach Baluran National Park. *Inornatus*, 2(1):1-10.
- Sidik, F., Saputra, D., Ulumuddin, Y.I., Suárez, E.L. (2025). Mangroves of the Java Transitional. *IUCN Red List of Ecosystems*. 1-33.
- Sitepu, B.S., Chasani, A.R., Mukhlisi, M., Atmoko, T., Adman, B., Prihartini. (2025). *Camptostemon philippinensis*, A New Record Of Endangered Mangrove Species in the Balikpapan Bay, East Kalimantan. *F1000Research*. 12:1394.
- Slik, J.W.F. (2009). Plants of Southeast Asia. <https://asianplant.net/>. [diakses 27 Mei 2025].
- Sulistiyowati, H., Setiawan, R., Siddiq, A.M., Wimbaningrum, R., Afriyanto, M., Hasanah, E.A., Mulyadi, B.P., Baraas, A. (2025). Ecological Insights Post-Restoration from Two Decades of Mangrove Forest Succession in Pangpang Bay, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 26(5):2299-2308.
- Sunkur, R., Kantamaneni, K., Bokhoree, C., Ravan, S. (2023). Mangroves Role in Supporting Ecosystem-Based Techniques to Reduce Disaster Risk and Adapt to Climate Change: A Review. *Journal of Sea Research*. 196(102449):1-13.
- Tomlinson PB. (1994). *The Botany of Mangroves*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wintah, Kiswanto, Sastranegara, M.H., (2025). Mangrove Community Structure and Physicochemical Factors in Cilacap Mangrove Forest, Indonesia. *AAFL Bioflux*. 18(1):175-184.
- Zakaria, M., Rajpar, M.N. (2015). Assessing the Fauna Diversity of Marudu Bay Mangrove Forest, Sabah, Malaysia, for Future Conservation. *Diversity*. 7(2):137-148.
- Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V., Siman, K., Koh, L.P. (2021). Global Potential And Limits Of Mangrove Blue Carbon For Climate Change Mitigation. *Current Biology*. 31(8): 1737-1743.
- Zhang, M., Zhong, C., Lu C., Fang, Z., Ceng, C. (2023). Population Structure and Dynamic Characteristics of Three Endangered Mangrove Species from Genus *Sonneratia*. *Bulletin of Botanical Research*. 43(2):231-241.