

## Populasi Mangrove *Rhizophora stylosa* Griff. di Desa Kuala Langsa Kota Langsa: Distribusi Geografi, Struktur Demografi, Morfometrik Organ dan Karakteristik Penciri Morfometriknya

Nur Safira<sup>1</sup>, Erniati<sup>1</sup>, Syahril<sup>1\*</sup>, Fitra Wira Hadinata<sup>2</sup>, Rika Anggraini<sup>3</sup>, Nur Ikhsan<sup>4</sup>, Risnita Tri Utami<sup>5</sup>, Hendrik V. Ayhuan<sup>6</sup>, Riri Ezraneti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh  
Jl. Universitas Muara Batu, Aceh Utara, Aceh, 20155, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji  
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang, Kepulauan Riau, 29100, Indonesia

<sup>4</sup>Program Studi Ekowisata Bahari, Akademi Komunitas Kelautan dan Perikanan Wakatobi  
Jl. Soekarno-Hatta Desa Matahora, Wakatobi, Sulawesi Tenggara, 93795 Indonesia

<sup>5</sup>Program Studi Akuakultur Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH  
Jl. Jenderal Sudirman No. 185, Bengkulu, 38117, Indonesia

<sup>6</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju Amban Kabupaten Manokwari Prov. Papua 98314 Indonesia

Email: syahril.marine@unimal.ac.id

### Abstrak

Kajian terhadap populasi mangrove *Rhizophora stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa dilakukan pada bulan November 2021 dengan tujuan untuk mengetahui distribusi geografi, struktur demografi, morfometrik organ dan karakteristik penciri morfometriknya. Data dikumpulkan dengan menarik transek kuadran berukuran 10 x 10 m yang tegak lurus garis pantai, dimana penentuan stasiun pengamatannya berdasarkan *purposive sampling*. Organ daun, buah dan bunga diambil pada 5 tegakan pohon di masing-masing plot, kemudian diukur morfometriknya. Untuk struktur demografi, pengelompokan umurnya dianalisis menurut metode Bhattacharya dan untuk penciri morfometriknya dianalisis berdasarkan statistik *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil kajian memperlihatkan bahwa distribusi geografinya tergolong berlimpah (frekuensi relatif di atas 80%) dan pengelompokan umurnya hanya terdiri dari satu kelompok dengan kisaran nilai tengah diameter batangnya antara 2,30–12,44 cm. Morfometrik diameter buah yang dominan ditemukan adalah 1,05–1,11 cm, panjang buah 26,46–27,77 cm, lebar kelopak bunga 0,38–0,41 cm, panjang kelopak bunga 0,98–1,04 cm, lebar daun 5,50–5,77 cm, panjang daun 11,60–12,11 cm dan diameter batang 5,41–7,00 cm. Selain itu, panjang buah, panjang kelopak bunga dan diameter batang merupakan morfometrik pencirinya dengan keragaman data 82,73%.

**Kata kunci :** Mangrove, Distribusi, Demografi, Morfometrik, Kuala Langsa

### Abstract

#### *The Rhizophora Stylosa Griff. Mangrove Population in Kuala Langsa Village Langsa City: The Geographical Distribution, Demographic Structure, Morphometrics Organ, and Morphometric Characteristics*

In November 2021, a study was conducted on the *Rhizophora stylosa* mangrove population in Kuala Langsa Village, Langsa City, with the objective of determining the population's geographical distribution, demographic structure, morphometric organs, and morphometric characteristics. The data were collected by pulling a 10 x 10 m quadrant transect parallel to the shoreline, with the observation station determined through purposive sampling. Leaf, fruit, and flower organs were collected from five tree stands in each plot and then measured morphometrically. Battacharya method was used for the demographic structure and

Principal Component Analysis (PCA) was used to determine the morphological characteristics. The study's findings revealed a widespread geographic distribution (relative frequency greater than 80%) and a single age grouping with median stem diameters ranging from 2.30–12.44 cm. The dominant fruit diameter morphometrics were 1.05–1.11 cm, fruit length 26.46–27.77 cm, petal width 0.38–0.41 cm, petal length 0.98–1.04 cm, leaf width 5.50–5.77 cm, leaf length 11.60–12.11 cm, and diameter stem 5.41–7.00 cm. Furthermore, fruit length, flower petal length, and stem diameter are all morphometric characteristics with an 82.73% data diversity.

**Keywords :** *Mangrove, Distribution, Demographics, Morphometrics, Kuala Langsa*

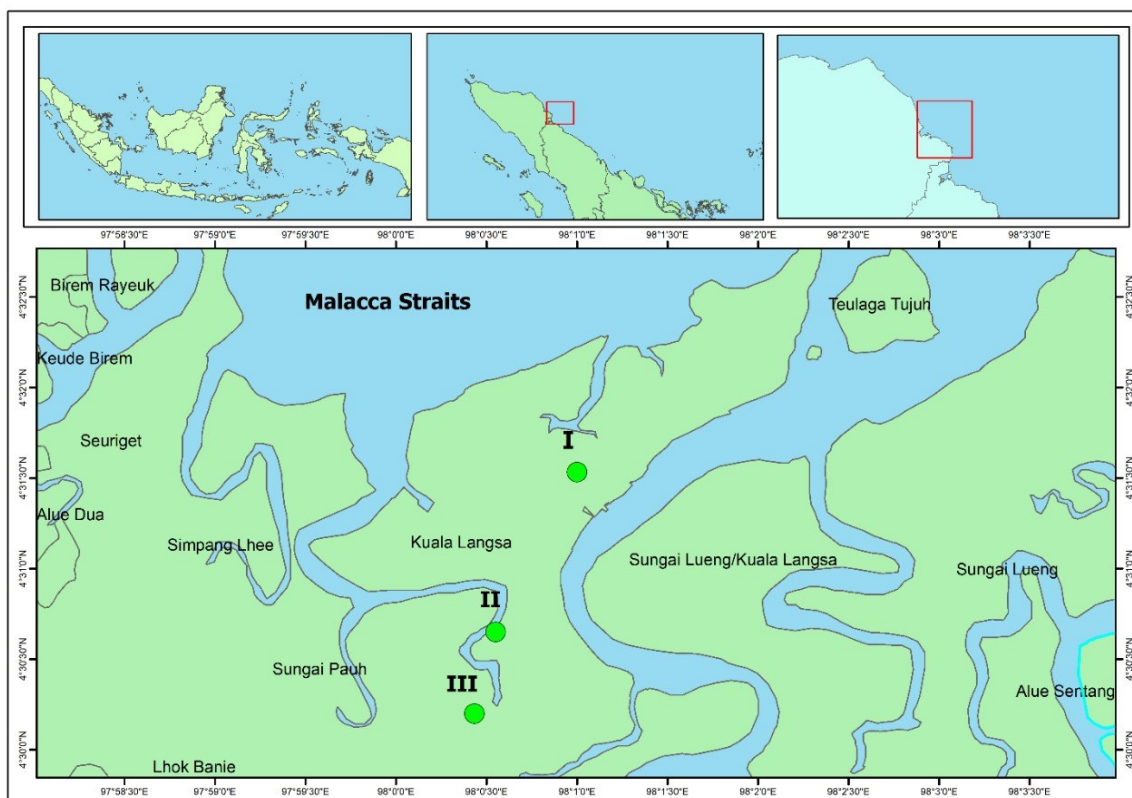
## PENDAHULUAN

Populasi adalah sekelompok individu dari spesies yang sama dan memiliki probabilitas tinggi (sifat atau ciri yang unik dan berbeda dari populasi lainnya) untuk berinteraksi satu sama lainnya (Hastings, 1997) di suatu tempat/wilayah serta waktu yang sama. Sifat-sifat dari populasi adalah kerapatan/kepadatan/kelimpahan, natalitas, mortalitas, penyebaran umur, potensi biotik, dispersi dan bentuk maupun perkembangan pertumbuhan (Odum, 1993), dimana faktor pembatas populasi terdiri dari faktor fisik (contohnya sinar matahari, suhu, kelembapan, ketersediaan air) dan faktor non fisik (biasa disebut juga faktor kimiawi karena didominasi oleh beberapa zat kimia tertentu yang membatasi ruang hidup dan frekuensi interaksi individu di dalam populasi seperti CO, SO<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>), sehingga konsep populasi (dalam bidang biologi) banyak digunakan dan dipadukan pada ilmu ekologi maupun genetik. Salah satunya adalah digunakan dalam mempelajari tumbuhan mangrove.

Mangrove merupakan tumbuhan atau tanaman yang tahan terhadap konsentrasi garam dan tumbuh di daerah pesisir pada kawasan tropis maupun subtropis di seluruh dunia (Wang *et al.*, 2020; Anggraini *et al.*, 2021; Lestari *et al.*, 2021; Erlangga *et al.*, 2022; Harahap *et al.*, 2022). Untuk dapat bertahan hidup di lingkungan salin/asin maupun payau, mangrove melakukan pengontrolan air dan menyerap ion dengan akarnya sehingga menyebabkan getah *xilemnya* menjadi hampir bebas terhadap garam (Sobrado, 2004; Paliyavuth *et al.*, 2004; Reef dan Lovelock, 2014). Hal ini juga menjadikan mangrove sebagai tanaman yang memiliki keunikan tersendiri dibandingkan dengan tanaman lainnya (Bayen, 2012; Chakraborty, 2013; DasGupta dan Shaw, 2013; Motamedi *et al.*, 2014; Kaewtubtim *et al.*, 2016; Zainuri *et al.*, 2017; Zakaria *et al.*, 2018). Di dunia, biodiversitas mangrove terdiri dari 9

ordo, 20 famili, 27 genus dan 70 spesies (Tripathi *et al.*, 2016) dengan Indonesia merupakan negara pemilik spesies mangrove tertinggi dari negara-negara lainnya (Giri *et al.*, 2011; Ilman *et al.*, 2016) yaitu tergolong pohon setidaknya ditemukan sebanyak 47 spesies, tergolong semak ditemukan sebanyak 5 spesies, tergolong bambu dan rumput ditemukan sebanyak 9 spesies serta tergolong parasit ditemukan sebanyak 2 spesies (Kusmana, 2011). Namun, Brown (2007) menyatakan bahwa di Indonesia sedikitnya terdapat 38 spesies mangrove sejati yang tumbuh dan berkembang di pesisirnya, dimana marga *Rhizophora* merupakan spesies yang memiliki ketersediaan bibit cukup banyak dan propagulnya memiliki ketahanan hidup yang tinggi di Indonesia (Pramudji dan Dharmawan, 2016; Syahrial *et al.*, 2020; Syahrial *et al.*, 2021).

*Rhizophora stylosa* adalah salah satu anggota marga *Rhizophora*, bersuku Rhizophoraceae dan dapat mentoleransi salinitas yang tinggi (melalui vakuola sel daunnya) (Wakushima *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 2011) serta dikenal sebagai mangrove "pengakumulator garam" (Kanai *et al.*, 2014) dan bersifat halofit obligat yaitu dapat hidup pada konsentrasi 50% air laut (Wang *et al.*, 2011). Hal ini disebabkan karena *R. stylosa* sering tumbuh dan berkembang di dekat tepi laut maupun muara sungai, dimana selalu terkena genangan air laut secara beraturan (Clough, 1984) dan konsentrasi garam air laut dapat meningkatkan pertumbuhan semainya (Downton, 1982; Clough, 1984; Werner dan Stelzer, 1990; Wakushima *et al.*, 1994; Kanai *et al.*, 2014) dengan konsentrasi salinitas yang dibutuhkan semai *R. stylosa* untuk tumbuh baik adalah sekitar 240 mMNaCl (Downton, 1982; Clough, 1984; Yan *et al.*, 2007; Kanai *et al.*, 2014). Di Jepang, *R. stylosa* merupakan salah satu spesies mangrove yang paling representatif dan benihnya tersedia secara komersial di pasaran untuk dijual sebagai oleh-oleh dan/atau tanaman



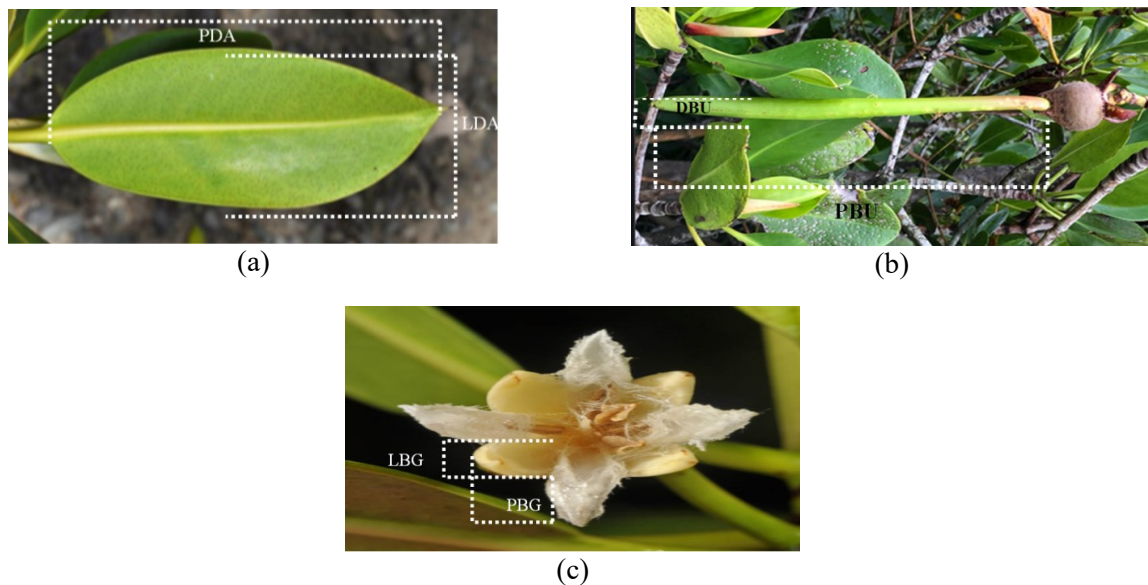
Gambar 1. Peta lokasi kajian

interior (Kanai *et al.*, 2014), dimana daun *R. stylosa* umurnya bisa mencapai 11,0 – 13,9 bulan (Coupland *et al.*, 2005; Sharma *et al.*, 2012), panjang daun 8 – 12 cm (daun dewasa) (Sudarmadji, 2004), diameter buah 1 – 2 cm dan panjang buahnya 20 – 40 cm (buah dewasa) (Roy *et al.*, 2009) serta pola penyebaran propagulnya untuk tumbuh terbagi 3 kategori yaitu tertancap, tersangkut dan terdampar (Lasibani dan Kamal, 2010) dengan umur bibit yang siap tanam secara umumnya adalah  $\pm 3 - 6$  bulan (Wibisono *et al.*, 2006; Sarno dan Ridho, 2009; Wiarta, 2012; Miyakawa *et al.*, 2014; Sarno dan Ridho, 2016). Di Desa Kuala Langsa Kota Langsa, *R. stylosa* merupakan spesies mangrove yang mendominasi di kawasan pesisirnya. Namun informasi mengenai keberadaannya masih sangat minim, sehingga sangat perlu dilakukan kajian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tentang distribusi geografi, struktur demografi, morfometrik organ (daun, buah, bunga, batang) dan karakteristik penciri morfometriknya bila dibandingkan dengan morfometrik populasi *R. stylosa* di ekosistem mangrove pada kawasan lain.

## MATERI DAN METODE

Kajian dilakukan pada bulan November 2021 di Desa Kuala Langsa Kota Langsa dengan tiga (3) stasiun pengamatan yaitu Stasiun I berada di sekitar lahan konservasi Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Wilayah III Aceh (titik koordinat  $04^{\circ}31'32''$  LU dan  $98^{\circ}01'00''$  BT), Stasiun II berada di sekitar permukiman penduduk (titik koordinat  $04^{\circ}30'12''$  LU dan  $98^{\circ}00'26''$  BT) serta Stasiun III berada di sekitar lahan pertambakan masyarakat (titik koordinat  $04^{\circ}30'39''$  LU dan  $98^{\circ}00'33''$  BT) (Gambar 1).

Data populasi *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa dikumpulkan dengan menarik transek kuadran menurut SNI (2011) yang tegak lurus garis pantai, dimana transek kuadran tersebut dibuat petak-petak contoh (plot) berukuran 10 x 10 m. Masing-masing stasiun pengamatan terdiri dari 3 transek kuadran dan masing-masing transek kuadran terdiri dari 4 plot, sehingga plot keseluruhannya berjumlah 36. Populasi *R. stylosa* yang berada di dalam plot 10 x 10 m, semuanya dideterminasi dan diukur keliling batangnya, dimana populasi *R. stylosa* yang



**Gambar 2.** Pengukuran morfometrik organ populasi *R. stylosa* (a) daun, (b) buah (c) bunga; LDA = Lebar daun; PDA = Panjang daun; DBU = Diameter buah; PBU = Panjang buah; LBG = Lebar kelopak bunga; PBG = Panjang kelopak bunga

menjadi sampel penelitian adalah berdiameter batang > 4 cm (keliling batang > 12 cm) pada setinggi dada atau sekitar 1.3 m (kategori dewasa) (English *et al.*, 1994). Setelah tegakan populasi *R. stylosa* dideterminasi dan diukur keliling batangnya, selanjutnya diambil 3 organ daun, buah maupun bunga pada 5 tegakan pohon *R. stylosa* berdasarkan Syahril *et al.* (2018), kemudian organ-organ tersebut diukur morfometriknya dengan teknik pengukurannya disajikan pada Gambar 2. Untuk mengetahui distribusi geografi populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa berdasarkan frekuensi relatifnya dianalisis menurut Sreelekshmi *et al.* (2020), sedangkan struktur demografi dan morfometrik organnya untuk memperoleh selang kelas dianalisis menurut Syahril *et al.* (2018). Selang kelas yang telah diperoleh pada analisis struktur demografi, selanjutnya dikelompokkan menurut metode Bhattacharya (1967) untuk mengetahui kelompok umur tegakan populasinya dengan menggunakan program FISAT II versi 1.2.2., sedangkan untuk selang kelas pada analisis morfometrik organ tidak dilakukan pengelompokkan. Selain itu, untuk mengetahui karakteristik penciri morfometrik populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa dianalisis berdasarkan statistik multivariat *Principal*

*Component Analysis* (PCA) dengan menggunakan program SPSS v24.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Distribusi Geografi

Distribusi geografi populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa memperlihatkan bahwa pada Stasiun I dan III tergolong berlimpah ditemukan (masing-masing > 80,00%), sedangkan pada Stasiun II tergolong umum ditemukan (66,67%) (Gambar 3). Namun secara keseluruhan, distribusi geografinya tergolong berlimpah ditemukan (> 80,00%). Hal ini didukung oleh pernyataan Duke (2006) dan Giesen *et al.* (2006) bahwa *R. stylosa* tersebar luas di seluruh wilayah pantai tropis Indo – Malaya, dan di Indonesia *R. stylosa* paling umum ditemukan (Setyawan dan Ulumuddin, 2012). Selanjutnya Shin *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa *R. stylosa* tumbuh dan berkembang di berbagai habitat pasang surut, baik itu substratnya berlumpur, pasir, pasir kasar dan berbatu, tetapi *R. stylosa* lebih menyukai kawasan yang ada di tepi sungai pasang surut dengan tinggi pohonnya dapat tumbuh mencapai 10 m.

### Struktur Demografi

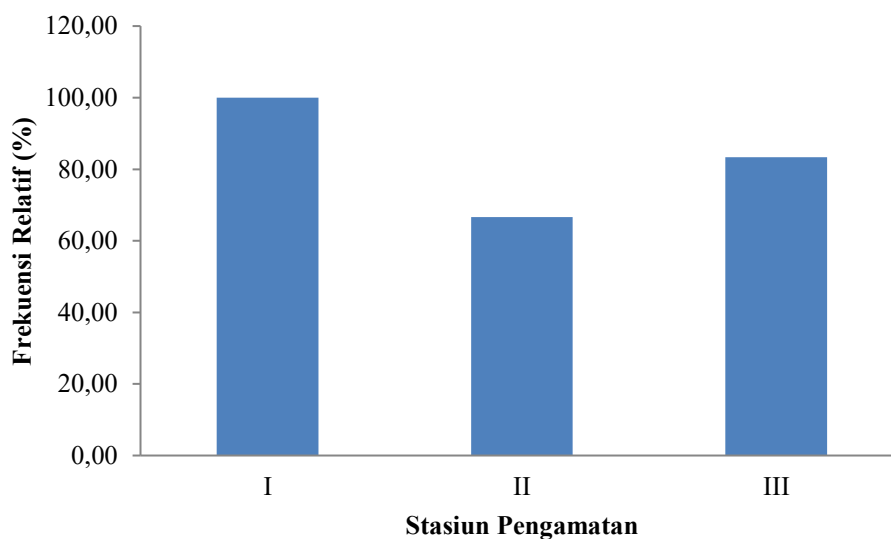
Struktur demografi populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa memperlihatkan bahwa secara keseluruhan

pengelompokan umurnya hanya terdiri dari satu kelompok dengan kisaran nilai tengah diameter batangnya antara 2,30 – 12,44 cm (Tabel 1). Selain itu, Tabel 1 memperlihatkan bahwa kematangan atau kedewasaan populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa tidak merata, kemudian kematangannya juga mengalami peningkatan diikuti dengan meningkatnya jumlah populasi. Hal ini terlihat dari nilai tengah diameter batang tertinggi ditemukan pada Stasiun I (12,44 cm) dengan jumlah populasi sebanyak 42 ind, sedangkan nilai tengah diameter batang terendah ditemukan pada Stasiun II (2,30 cm) dengan jumlah populasi sebanyak 30 ind, sehingga mengindikasikan bahwa tegakan populasi mangrove *R. stylosa* di Stasiun II lebih muda bila dibandingkan dengan Stasiun III maupun I, kemudian pertumbuhan populasi mangrove *R. stylosa* memperlihatkan tidak adanya kompetisi antar individu sesama jenis, baik itu dalam memperebutkan unsur hara, ruang maupun cahaya matahari seiring dengan

bertambahnya diameter batang dan jumlah individu di dalam suatu kawasan/area.

**Morfometrik Organ**

Pengukuran morfometrik organ populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa memperlihatkan bahwa kematangan atau kedewasaan organnya mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya ukuran pada masing-masing organ, baik itu diameter buah (DBU), panjang buah (PBU), lebar kelopak bunga (LBG), panjang kelopak bunga (PBG), lebar daun (LDA), panjang daun (PDA) dan diameter batang (DBA) (Gambar 4). Hal ini mengindikasikan bahwa kematangan populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa tidak merata, dimana DBU dominannya ditemukan pada ukuran 1,05 – 1,11 cm, PBU 26,46 – 27,77 cm, LBG 0,38 – 0,41 cm, PBG 0,98 – 1,04 cm, LDA 5,50 – 5,77 cm, PDA 11,60 – 12,11 cm dan DBA 5,41 – 7,00 cm. Menurut Soenardjo (2013) morfologi daun *R. stylosa* memiliki ketebalan yang lebih tebal dan

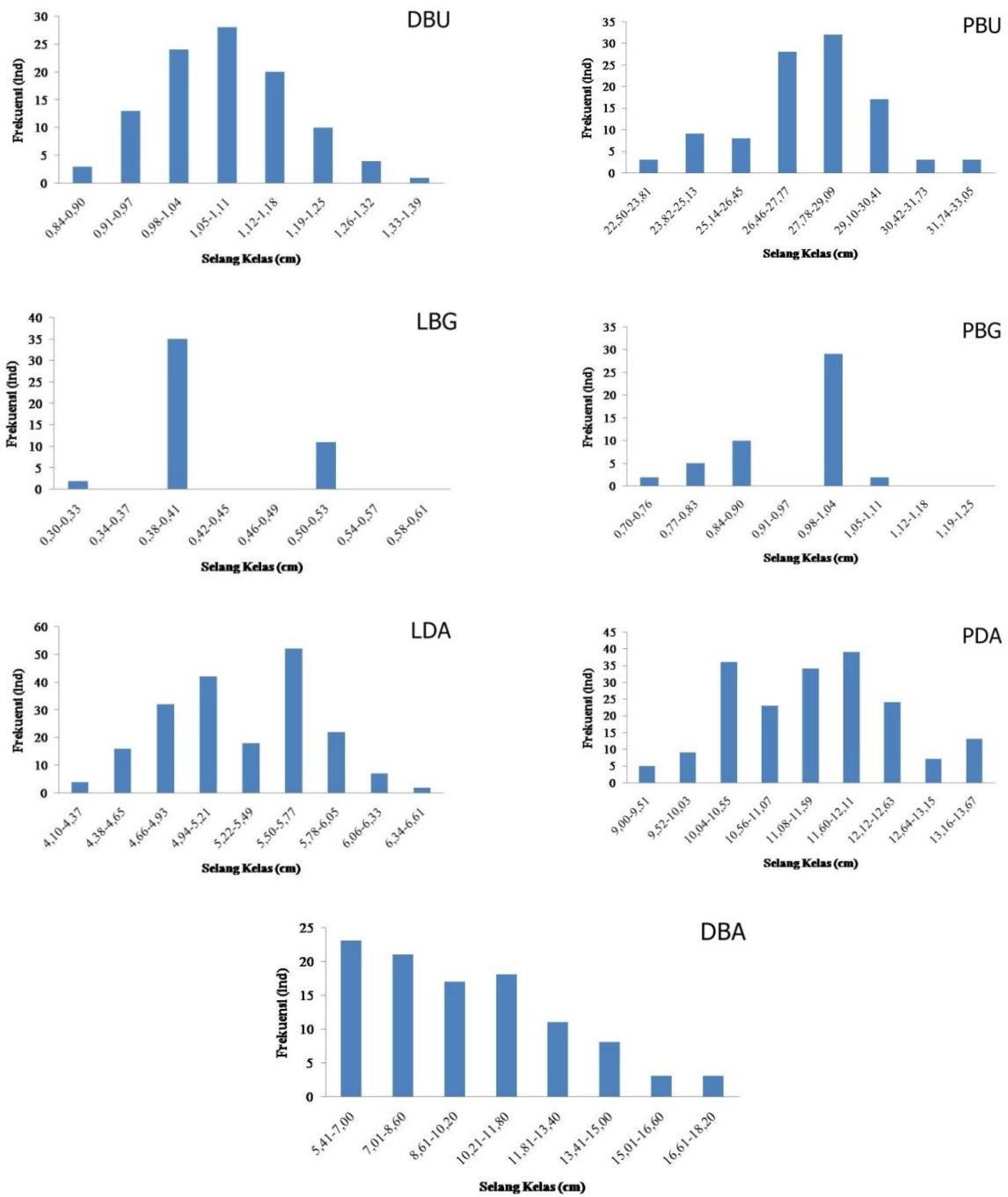


**Gambar 3.** Distribusi geografi populasi mangrove *R. stylosa* Desa Kuala Langsa Kota Langsa

**Tabel 1.** Pengelompokan umur populasi *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa berdasarkan metode Bhattacharya (1967)

Stasiun	Jumlah Kelompok Umur	Jumlah Populasi (ind)	Nilai Tengah (cm)	Standar Deviasi	Indeks Separasi
I	1	42	12,44	01,94	n.a
II	1	30	02,30	06,31	n.a
III	1	33	07,99	01,88	n.a

n.a = *Not available*



Gambar 4. Morfometrik organ populasi mangrove *R. stylosa* Desa Kuala Langsa Kota Langsa

keliatan yang lebih liat bila dibandingkan dengan daun *Avicennia marina*, hal ini karena daun *R. stylosa* banyak mengandung tannin dan ratio karbon dengan nitrogennya juga sangat rendah. Selanjutnya, Soenardjo (2013) juga menyatakan bahwa faktor umur daun sangat berpengaruh nyata terhadap tingkat pemangsaan, dimana daun *R. stylosa* yang tua mengalami pemangsaan yang

lebih tinggi bila dibandingkan dengan daun muda karena daun *R. stylosa* yang tua mengandung nitrogen tinggi daripada daun muda.

**Karakteristik Morfometrik Penciri**

Karakteristik morfometrik penciri populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa memperlihatkan bahwa organ panjang

**Tabel 2.** Ringkasan karakteristik morfometrik penciri populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa

Com ponent	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumu lative (%)	Total	% of Variance	Cumu lative (%)	Total	% of Variance	Cumu lative (%)
	Total variance explained								
1	5,791	82,73	82,73	5,791	82,73	82,73	-	-	-
2	1,209	17,27	100,00	1,209	17,27	100,00	-	-	-
Parameter	Component Matrix				Rotated Component Matrix				
	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2	
PBU	1,000	0,030	-	-	-	-	-	-	
PBG	1,000	-0,016	-	-	-	-	-	-	
DBA	1,000	-0,023	-	-	-	-	-	-	
LDA	0,967	0,254	-	-	-	-	-	-	
DBU	-0,954	0,300	-	-	-	-	-	-	
PDA	0,906	0,424	-	-	-	-	-	-	
LBG	-0,356	0,934	-	-	-	-	-	-	

buah (PBU), panjang kelopak bunga (PBG) dan diameter batang (DBA) merupakan morfometrik penciri yang kuat bila dibandingkan dengan morfometrik populasi *R. stylosa* di ekosistem mangrove kawasan lain nantinya, dimana nilai eigen dari masing-masing variabel morfometrik populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa membentuk dua kelompok yaitu Component 1 sebesar 5,79 dan Component 2 sebesar 1,21 dengan keragaman datanya 100% (Tabel 2). Untuk Component 1 terdiri dari panjang buah (PBU), panjang kelopak bunga (PBG), diameter batang (DBA), lebar daun (LDA), diameter buah (DBU) dan panjang daun (PDA). Sementara untuk Component 2 hanya terdiri dari lebar kelopak bunga (LBG). Tingginya nilai eigen yang dimiliki oleh Component 1 bila dibandingkan dengan Component 2, maka variabel-variabel atau parameter yang tergabung ke dalam Component 1 merupakan morfometrik yang paling berpotensi sebagai penciri bagi populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa. Selain itu, dari beberapa parameter yang tergabung di dalam Component 1, parameter-parameter yang mendekati 1 atau bernilai 1 merupakan morfometrik kuat sebagai pencirinya.

## KESIMPULAN

Distribusi geografis populasi mangrove *R. stylosa* di Desa Kuala Langsa Kota Langsa

tergolong berlimpah ditemukan, kemudian struktur demografinya hanya terdiri dari satu kelompok umur dan morfometrik organnya mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya ukuran, dimana panjang buah, panjang kelopak bunga dan diameter batang merupakan morfometrik pencirinya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Saudara Danu Septia Nugroho, Jihad Nasuha, Gara Hasonangan Ritonga dan Saparudin yang telah membantu dalam mengambil sampel di lapangan. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak KPH Wilayah III Aceh yang telah memberi izin, sehingga kajian ini terlaksana dengan lancar dan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., Syahrial, Karlina, I., Mariati, W., Saleky, D., & Leni, Y. 2021. Uji gastropoda famili Neritidae sebagai bioindikator terhadap status kesehatan hutan mangrove Pulau Tunda Serang Banten, Indonesia. *Acta Aquatica*, 8(1): 49-55. doi: 10.29103/aa.v8 i1.3829.
- Bayen, S. 2012. Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: A

- review. *Environment International*, 48: 84-101. doi: 10.1016/j.envint.2012.07.008.
- Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23(1): 115-135. doi: 10.2307/2528285.
- Brown, B. 2007. *Resilience Thinking Applied to the Mangroves of Indonesia*. IUCN and Mangrove Action Project.
- Chakraborty, S.K. 2013. Interactions of environmental variables determining the biodiversity of coastal-mangrove ecosystem of West Bengal, India. *The Ecoscan*, 3: 251-265.
- Clough, B.F. 1984. Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 11: 419-430. doi: 10.1071/PP9840419.
- Coupland, T.G., Paling, E.I., & McGuinness, K.A. 2005. Vegetative and reproductive phenologies of four mangrove species from Northern Australia. *Australian Journal Botany*, 53: 109-117. doi: 10.1071/BT04066.
- DasGupta, R., & Shaw, R. 2013. Cumulative impacts of human interventions and climate change on mangrove ecosystems of South and Southeast Asia: An overview. *Ecosystems*, 2013: 379429. doi: 10.1155/2013/379429.
- Downton, W.J.S. 1982. Growth and osmotic relations of the mangrove *Avicennia marina*, as influenced by salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 9: 519-528. doi: 10.1071/PP9820519.
- Duke, N.C. 2006. *Australia's Mangroves: The Authoritative Guide to Australia's Mangrove Plants*. University of Queensland, Brisbane.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources, Australian Institute of Marine Science.
- Erlangga, Gusnita, H., Syahrial, 'Akla, C.M.N., Imamshadiqin, Ezraneti, R., & Firdaus, R. 2022. Pengaruh tingkat kerapatan dan kedewasaan mangrove dalam memerangkap sedimen di muara Sungai Langsa Kota Langsa Aceh. *Kelautan Tropis*, 25(3): 391-399. doi: 10.14710/jkt.v25i3.14009.
- Giesen, W., Wulffraat, S., Zieren, M., & Scholten, L. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. FAO and Wetlands International.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1): 154-159. doi: 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x.
- Harahap, I.M., Syahrial, Ernati, Erlangga, Imanullah, & Ezraneti, R. 2022. Gastropoda *Telescopium telescopium* (Linnaeus, 1758) di hutan mangrove Desa Cut Mamplam Provinsi Aceh, Indonesia. *Kelautan Tropis*, 25(2): 156-168. doi: 10.14710/jkt.v25i2.13353.
- Hastings, A. 1997. *Population Biology – Concepts and Models*. Springer – Verlag New York, Inc.
- Ilman, M., Dargusch, P., Dart, P., & Onrizal. 2016. A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*, 54: 448-459. doi: 10.1016/j.landusepol.2016.03.010.
- Kaewtubtim, P., Meeinkurt, W., Seepom, S., & Pichtel, J. 2016. Heavy metal phytoremediation potential of plant species in a mangrove ecosystem in Pattani Bay, Thailand. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14: 367-382. doi: 10.15666/aeer/1401\_367382.
- Kanai, H., Tajima, M., & Sakai, A. 2014. Effects of salinity on the growth and survival of the seedlings of mangrove, *Rhizophora stylosa*. *International Journal of Plant and Soil Science*, 3: 879-893. doi: 10.9734/IJPSS/2014/9812.
- Kusmana, C. 2011. Management of mangrove ecosystem in Indonesia. *Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 152-157. doi: 10.29244/jpsl.1.2.152.
- Lasibani, S.M., & Kamal, E. 2010. Pola penyebaran pertumbuhan "propagul" mangrove Rhizophoraceae di kawasan pesisir Sumatera Barat. *Mangrove dan Pesisir*, 10: 33-38.
- Lestari, F., Syahrial, Anggraini, R., Andika, Y., 'Akla, C.M.N., & Samad, A.P.A. 2021. Profil kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu berdasarkan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentik terkait. *Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3): 303-318. doi: 10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.3.166.
- Miyakawa, H., Agus, R., Sarno, Prabowo, A., Ridwan, A., Rosehan, A., Inggita, A.,



- Matakupan, C., Darsono, Desitarani, Suhendra, E., Surbakti, H., Okabe, H., Saito, H., Suyoto, H.T.L., Susyafrianto, J., Hasan, M., Yuliani, M., Munandar, Budiono, P., Kadarisman, R., Syahimin, Riyadi, S., Syamsuddin, Tatang, & Ibnu, Z. 2014. Panduan Teknis Restorasi di Kawasan Konservasi – Ekosistem Mangrove Lahan Bekas Tambak. Project on Capacity Building for Restoration of Ecosystems in Conservation Areas.
- Motamedi, S., Hashim, R., Zakaria, R., Song, K., & Sofawi, B. 2014. Long-term assessment of an innovative mangrove rehabilitation project: Case study on Carey Island, Malaysia. *The Scientific World Journal*, 2014: 953830. doi: 10.1155/2014/953830.
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press.
- Paliyavuth, C., Clough, B., & Patanaponpaiboon, P. 2004. Salt uptake and shoot water relations in mangroves. *Aquatic Botany*, 78: 349-360. doi: 10.1016/j.aquabot.2004.01.002.
- Pramudji, & Dharmawan, I.W.E. 2016. Analisis pertumbuhan bibit bakau *Rhizophora stylosa* Griff. di kawasan rehabilitasi mangrove Tanjung Pasir, Tangerang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 1(3): 91-100. doi: 10.14203/oldi.2016.v1i3.77.
- Reef, R., & Lovelock, C.E. 2014. Regulation of water balance in mangroves. *Annals of Botany*, 115: 385-395. doi: 10.1093/aob/mcu174.
- Roy, S.D., Krishnan, P., George, G., Kaliyamoorthy, M., & Bharathi, M.P.G. 2009. Mangrove Andaman and Nicobar Islands. Port Blair: Central Agricultural Research Institute.
- Sarno, S., & Ridho, M.R. 2009. Penyelamatan Daerah Aliran Sungai Musi Dari Bahaya Erosi. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Bidang Ilmu Pertanian: Universitas Sriwijaya.
- Sarno, S., & Ridho, M.R. 2016. The growth of seedlings of Rhizophoraceae in the nursery utilizing fresh water. *Biological Researches*, 22(1): 18-21. doi: 10.23869/bphjbr.22.1.20164.
- Setyawan, A.D., & Ulumuddin, Y.I. 2012. Species diversity of *Rhizophora* in Tambelan Islands, Natuna Sea, Indonesia. *Biodiversitas*, 13(4): 172-177. doi: 10.13057/biodiv/d130402.
- Sharma, S., Kamruzzaman, M., Hoque, A.T.M.R., & Hagihara, A. 2012. Leaf phenological traits and leaf longevity of three mangrove species (Rhizophoraceae) on Okinawa Island, Japan. *Oceanography*, 68: 831-840. doi: 10.1007/s10872-012-0133-9.
- Shin, L.S., Muhamad, A., & Tong, J. 2015. *Mangrove Guidebook for Malaysia*. Wetlands International, Malaysia.
- [SNI] Standarisasi Nasional Indonesia. 2011. Survei dan Pemetaan Mangrove – SNI 7717. Badan Standarisasi Nasional.
- Sobrado, M.A. 2004. Influence of external salinity on the osmolality of xylem sap, leaf tissue and leaf gland secretion of the mangrove *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. *Trees*, 18: 422-427. doi: 10.1007/s00468-004-0320-4.
- Soenardjo, N. 2013. Pemangsaan daun *Rhizophora stylosa* Griff dan *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. *Buletin Oseanografi Marina*, 2: 41-47. doi: 10.14710/buloma.v2i2.6938.
- Sreelekshmi, S., Nandan, S.B., Radhakrishnan, C.K., & Suresh, V.R. 2020. Mangrove species diversity, stand structure and zonation pattern in relation to environmental factors – A case study at Sundarban Delta, East Coast of India. *Regional Studies in Marine Science*, 35: 101111. doi: 10.1016/j.rsma.2020.101111.
- Sudarmadji. 2004. Deskripsi jenis-jenis anggota suku Rhizophoraceae di hutan mangrove Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas*, 5(2): 66-70. doi: 10.13057/biodiv/d050205.
- Syahrial, Bengen, D.G., Prartono, T., & Amin, B. 2018. Struktur demografi populasi *Rhizophora apiculata* di kawasan industri perminyakan Provinsi Riau. *Perikanan Tropis*, 5(2): 189-197. doi: 10.35308/jpt.v5i2.1038.
- Syahrial, Erlangga, Sembiring, R.T.L., & Syahrin, A. 2020. Famili Rhizophoraceae di hutan mangrove KKPD Rupert Utara Provinsi Riau Bagian I, Deskripsi anggota. *Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2): 151-162. doi: 10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.2.113.
- Syahrial, Erniati, Pratiwi, B., Muliadi, & Putra, M.Y.S. 2021. Famili Rhizophoraceae di hutan mangrove KKPD Rupert Utara Provinsi

- Riau – Bagian II. Struktur demografi, kerapatan, indeks ekologi dan pola penyebarannya. *Acta Aquatica*, 8(1): 36-42. doi: 10.29103/aa.v8i1.3827.
- Tripathi, R., Shukla, A.K., Shahid, M., Nayak, D., Puree, C., Mohanty, S., Raja, R., Lal, B., Gautam, P., Bhattacharyya, P., Panda, B.B., Kumar, A., Jambhulkar, N.N., & Nayak, A.K. 2016. Soil quality in mangrove ecosystem deteriorates due to rice cultivation. *Ecological Engineering*, 90: 163-169. doi: 10.1016/j.ecoleng.2016.01.062.
- Wakushima, S., Kuraishi, S., & Sakurai, N. 1994. Soil salinity and pH in Japanese mangrove forests and growth of cultivated mangrove plants in different soil conditions. *Plant Research*, 107: 39-46. doi: 10.1007/BF02344528.
- Wang, W., Yan, Z., You, S., Zhang, Y., Chen, L., & Lin, G. 2011. Mangroves: Obligate or facultative halophytes? A review. *Trees*, 25: 953-963. doi: 10.1007/s00468-011-0570-x.
- Wang, Y., Lee, J., Werber, J.R., & Elimelech, M. 2020. Capillary-driven desalination in a synthetic mangrove. *Science Advances*, 6: eaax5253. doi: 10.1126/sciadv.aax5253.
- Werner, A., & Stelzer, R. 1990. Physiological responses of the mangrove *Rhizophora mangle* grown in the absence and presence of NaCl. *Plant, Cell and Environment*, 13: 243-255. doi: 10.1111/j.1365-3040.1990.tb01309.x.
- Wiarta, R. 2012. *Manual Persemaian Mangrove di Kubu Raya, Kal-Bar*. PT. Bina Ovivipari Semesta.
- Wibisono, I.T.C., Priyanto, E.B., & Suryadiputra, I.N.N. 2006. Panduan Praktis Rehabilitasi Pantai. Wetlands Indonesia dan UNEP.
- Yan, Z., Wang, W., & Tang, D. 2007. Effect of different time of salt stress on growth and some physiological processes of *Avicennia marina* seedlings. *Marine Biology*, 152: 581-587. doi: 10.1007/s00227-007-0710-4.
- Zainuri, A.M., Takwanto, A., & Syarifuddin, A. 2017. Konservasi ekologi hutan mangrove di Kecamatan Mayangan Kotaprobolinggo. *Dedikasi*, 14: 01-07. doi: 10.22219/dedikasi.v14i0.4292.
- Zakaria, R.M., Sofawi, A.B., Joharee, N.A., & Pauzi, A.Z. 2018. Stand structure and biomass estimation in the Klang Islands Mangrove Forest, Peninsular Malaysia. *Environmental Earth Sciences*, 77: p.486. doi: 10.1007/s12665-018-7636-7.