

Analisis Multivariat pada Struktur Komunitas Mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Syahrial^{1*}, Muhammad Hatta², Chandrika Eka Larasati³, Arina Ruzanna¹,
Al Muzafri⁴, La Ode Abdul Fajar Hasidu⁵, Windi Syahrin⁶, Zan Zibar⁷

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Kampus Cot Teungku Nie Reuleut Kecamatan Muara Batu, Aceh Utara, Aceh, 24355 Indonesia

²Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Kampus Cot Teungku Nie Reuleut Kecamatan Muara Batu, Aceh Utara, Aceh, 24355 Indonesia

³Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat 83124 Indonesia

⁴Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pasir Pengaraian
Jl. Tuanku Tambusai Desa Rambah, Rambah Hilir, Rokan Hulu, Riau 28558 Indonesia

⁵Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan,
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Jl. Pemuda Kelurahan Taha, Kolaka, Kolaka, Sulawesi Tenggara 93561 Indonesia

⁶Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Padang Kementerian Kelautan dan Perikanan
Jl. Pertanian Sungai Lareh Kecamatan Koto Tangah Kota Padang, Sumatera Barat 25586 Indonesia

⁷Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas Oesman Sapta Odang
Jl. Untung Suropati No. 99 Benua Melayu Darat, Pontianak Selatan, Kalimantan Barat 78113 Indonesia

Email : syahrial.marine@unimal.ac.id

Abstract

Multivariate Analysis on Mangrove Community Structure in North Rupa District, Bengkalis Regency, Riau Province

Increasing human activity in all aspects of life has contributed to the decline of mangrove forests, a multivariate analysis study on the structure of the mangrove community was conducted in July 2018 in North Rupa District, Bengkalis Regency, Riau Province with the objective of estimating or assessing the condition of the mangrove community structure. Data on the condition of mangrove vegetation was collected in six observations using line transects and plots measuring 10 x 10 m. Mangrove diversity was analyzed using the Shannon-Weaver and Simpson indexes, and variations in mangrove community the structure was analyzed using clusters, non-metric MDS, ANOSIM, and SIMPER. The study discovered 12 mangrove species in North Rupa District, Bengkalis Regency, Riau Province, which was classified into 6 families based on diversity analysis (H') Shannon Weaver indexes ranging from 01.34 to 01.72 and Simpson indexes ranging from 02.43 to 02.81. Furthermore, the results of the mangrove diversity analysis using multivariate clusters and non-metric MDS were divided into four groups, and while the cluster analysis based on the value of the mangrove density had a similarity of 60%, the variation in the significance of mangrove density was significantly different ($R = 0.689$, $p = 0.000$), and the mangrove species that compose varies between stations. Moreover, the trunk diameter of mangrove vegetation in North Rupa District, Bengkalis Regency, Riau Province is dominated by mangrove stands with a trunk diameter of 01.00 - 20.00 cm, with the mangrove vegetation that grows and develops at Stations 2 and 6 being relatively younger than the other stations. Stations 3 and 4 are considered more mature in terms of growth and development.

Keywords: Multivariate, structure of community, mangrove, North Rupa

Abstrak

Peningkatan aktivitas manusia di segala setor kehidupan telah mendorong penurunan hutan mangrove, sehingga kajian analisis multivariat pada struktur komunitas mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau telah dilakukan pada bulan Juli 2018 dengan tujuan untuk mengestimasi atau menilai kondisi struktur komunitas mangrovenya. Data kondisi vegetasi mangrove dikumpulkan pada enam stasiun pengamatan dengan membuat transek garis dan plot yang berukuran 10 x 10 m, kemudian keanekaragaman mangrovenya dianalisis menggunakan indeks Shannon-Weaver dan SIMPER, sedangkan variasi struktur komunitas mangrovenya dianalisis berdasarkan cluster, non-metric MDS, ANOSIM dan SIMPER. Hasil kajian menemukan 12 spesies mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau yang tergolong ke dalam 6 famili dengan analisis keanekaragaman (H') indeks Shannon Weaver berkisar antara 01.34 – 01.72 dan indeks Simpson berkisar antara 02.43–02.81, kemudian hasil analisis keanekaragaman mangrovenya dengan

multivariat cluster dan non-metric MDS terbagi atas empat kelompok, sedangkan analisis cluster berdasarkan nilai kerapatan mangrovenya memiliki kemiripan $\pm 60\%$, variasi signifikansi kerapatan mangrovenya berbeda nyata ($R = 0.689$, $p = 0.000$) serta spesies mangrove penyusun antar stasiun pengamatannya bervariasi. Selain itu, diameter batang vegetasi mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau didominasi oleh tegakan mangrove berdiameter batang 01.00 – 20.00 cm, dimana vegetasi mangrove yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 2 maupun 6 tergolong lebih muda dibandingkan stasiun yang lainnya, sedangkan vegetasi mangrove yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 3 maupun 4 tergolong lebih matang.

Kata kunci : Multivariat, struktur komunitas, mangrove, Rupa Utara

PENDAHULUAN

Analisis multivariat sering digunakan untuk menginterpretasi data lingkungan (Lychuk *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2018; de Oliveira Junior *et al.*, 2019) seperti Syahrial *et al.* (2018) menggunakan analisis multivariat untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan populasi *Rhizophora apiculata* berdasarkan karakteristik lingkungannya pada kawasan industri perminyakan dan non kawasan industri, kemudian Ezraneti *et al.* (2021) menggunakan analisis multivariat untuk menilai sumber pencemar non logam di Waduk Asin Pusong Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh serta Syahrial *et al.* (2021) menggunakan analisis multivariat untuk mencari faktor lingkungan yang menentukan distribusi maupun kepadatan keong *Cassidula angulifera* di ekosistem mangrove Merauke Provinsi Papua. Menurut da Silva *et al.* (2016) analisis multivariat bermanfaat dalam membedakan antara masukan (input) alami dengan antropogenik di suatu ekosistem. Selain itu, analisis multivariat juga bermanfaat dalam menganalisis data yang berjumlah besar (Lins *et al.*, 2018), menyederhanakan interpretasi hasil dari sistem yang kompleks (Indelicato *et al.*, 2018), membantu penskalaan sampel serta memilih variabel-variabel yang paling mengkarakter (de Oliveira Junior *et al.*, 2019) hingga menilai hubungan spasial antar variabel-variabel lingkungan dengan sekelompok faktor (Shukla *et al.*, 2006).

Schowalter (1996) menyatakan bahwa struktur komunitas merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan atau komposisi spesies dan kelimpahan/kepadatan/kerapatan makhluk hidup di suatu ekosistem, dimana perubahan pada struktur komunitas di suatu ekosistem dipengaruhi oleh habitat lingkungan maupun kompetisi (Tuheteru *et al.*, 2014) dan akan berdampak terhadap ketersediaan sumber makanan bagi tingkat konsumen serta mempengaruhi interaksi trofik ekosistem (Feng *et al.*, 2015). Menurut Couto *et al.* (2010) dan Marchi *et al.* (2011) struktur komunitas dapat digunakan dalam menilai pemulihan atau status suksesi lahan basah perairan tawar maupun pantai, dengan indeks keanekaragaman (H') merupakan gambaran sistematiknya (Insafitri, 2010), fragmentasi habitat berkorelasi positif dengan atau terhadapnya (Allen dan O'connor, 2000) dan invasi biologis sebagai ancaman yang signifikan terhadapnya (Page *et al.*, 2010), sehingga struktur komunitas menjadi salah satu andalan dalam mendeteksi serta memantau efek biologis akibat adanya perubahan lingkungan (Warwick dan Clarke, 1993).

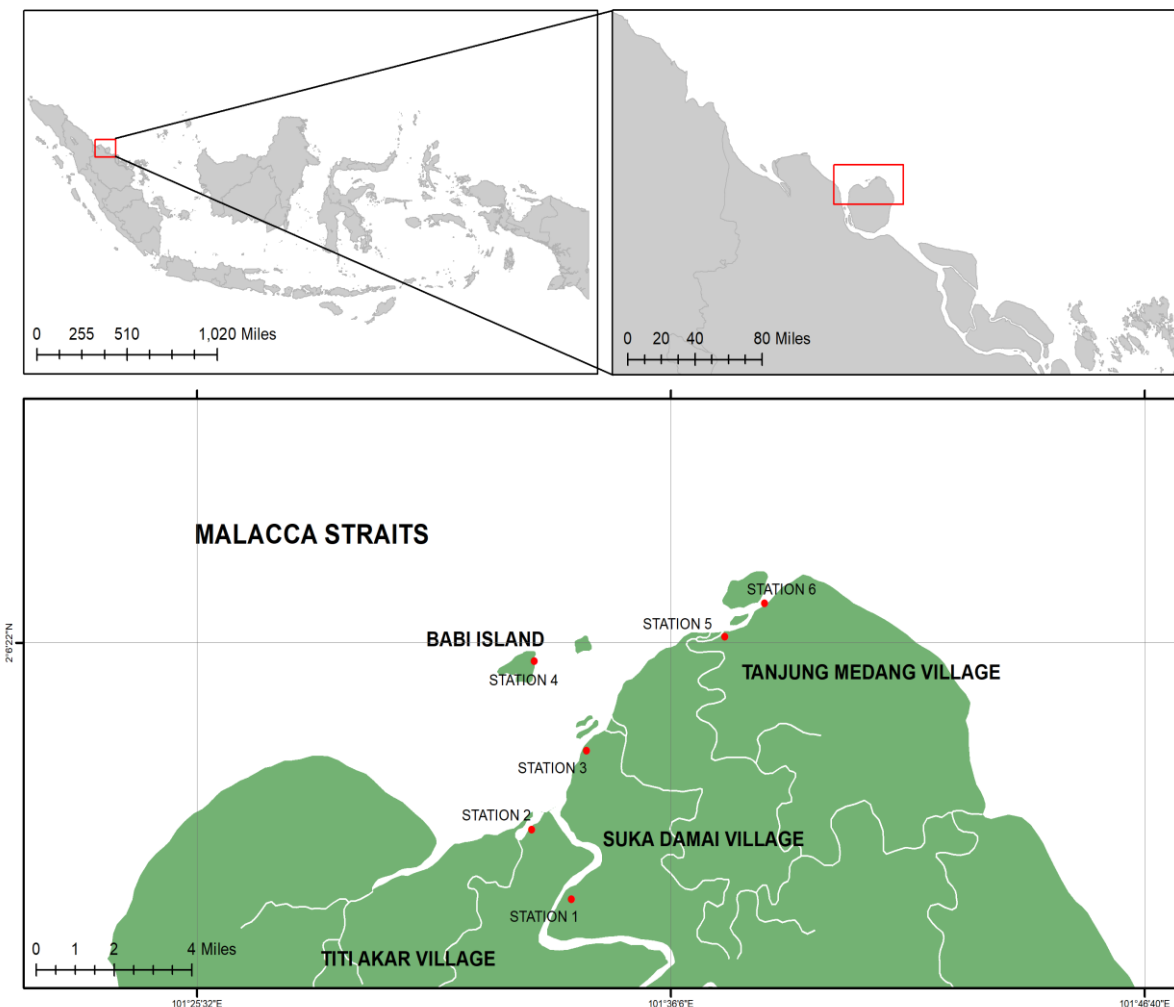
Ekosistem mangrove adalah ekosistem yang sangat unik, rapuh dan produktif, ditemukan antara darat dan laut, serta merupakan gabungan antara tanaman, hewan maupun mikroorganisme yang menyesuaikan diri pada lingkungan berfluktuasi di zona intertidal tropis (Chakraborty, 2013), dimana salinitas merupakan salah satu ciri lingkungan yang dapat mendefinisikan habitat mangrove (Nguyen *et al.*, 2015) dan sangat mempengaruhi fisiologi maupun distribusi zonasi spesies-spesies mangrove (Kanai *et al.*, 2014) seperti *Sonneratia caseolaris* zonasi salinitasnya 0 – 15 ppt, *S. ovata* zonasi salinitasnya 6 – 15 ppt dan *S. alba* zonasi salinitasnya 11–20 ppt (Marisa dan Sarno, 2015). Sementara untuk parameter suhu merupakan faktor pembatas bagi mangrove (Saintilan *et al.*, 2014) yang dapat menjelaskan secara korelatif terhadap penyebarannya di dunia (Osland *et al.*, 2013) karena suhu adalah faktor lingkungan yang sangat menentukan kehidupan makhluk hidup dan memberikan pengaruh kuat terhadap aktivitas enzim suatu organisme (Khotimah, 2013).

Rani *et al.* (2016) telah melakukan kajian analisis multivariat terhadap struktur komunitas mangrove di pantai Barat Daya India, sedangkan Poedjirahajoe *et al.* (2017) melakukan kajian analisis multivariat terhadap struktur komunitas mangrove di pantai Utara Pematang Indonesia.

Sementara di Rupert Utara, kajian struktur komunitas mangrovenya telah dilakukan oleh Sitorus *et al.* (2017) dan Nasution *et al.* (2017), namun kajian tersebut belum/tidak menghubungkannya dengan statistik multivariat, kemudian lokasinya juga dilakukan di tempat yang berbeda, sehingga kajian analisis multivariat pada struktur komunitas mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau sangat perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mengestimasi atau menilai kondisi struktur komunitas mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau.

MATERI DAN METODE

Kajian dilakukan di Desa Titi Akar, Suka Damai, Tanjung Medang dan Pulau Babi, kemudian sebanyak enam titik lokasi telah ditentukan sebagai stasiun pengamatan dan pengambilan sampelnya (Gambar 1). Stasiun 1 berada pada koordinat 02°02'08.39" LU dan 101°34'37.52" BT, Stasiun 2 02°02'39.88" LU dan 101°33'45.17" BT, Stasiun 3 02°03'20.46" LU dan 101°34'05.20" BT, Stasiun 4 02°05'36.45" LU dan 101°33'13.16" BT, Stasiun 5 02°06'15.70" LU dan 101°37'18.70" BT serta Stasiun 6 02°06'83.00" LU dan 101°38'29.70" BT. Alat yang digunakan terdiri dari rol meter, buku identifikasi mangrove Noor *et al.* (2006) dan Shin *et al.* (2015), data sheet, kamera serta GPS (*Global Positioning System*). Selanjutnya, data kondisi vegetasi mangrove dikumpulkan dengan membuat transek garis dan plot (petak-petak contoh) yang berukuran 10 x 10 m (Mueller-Dombois dan Ellenberg, 1974; Cintron dan Novelli, 1984), dimana lingkaran batang mangrovenya diukur berdasarkan MNLH (2004).



Gambar 1. Lokasi penelitian mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Untuk mengetahui keanekaragaman mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau, data dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Weaver dan Simpson, sedangkan untuk mengetahui kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, basal area, dominansi dan dominansi relatif mangrovenya dianalisis menurut persamaan English *et al.* (1997). Sementara untuk mengetahui Indeks Nilai Penting (INP) pada masing-masing spesies mangrove yang ditemukan di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau dihitung dari penjumlahan kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif. Selain itu, untuk mengetahui variasi struktur komunitas mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau dilakukan berdasarkan statistik multivariat pengelompokan (analisis cluster/*cluster analysis*) yaitu menggunakan indeks kesamaan Bray-Curtis dan ordinasinya *non-metric Multi Dimensional Scaling (MDS)*, *Analysis of Similarity (ANOSIM)* serta *Similarity of Percentage (SIMPER)* dengan software PRIMER v7.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan Zonasi Hutan Mangrove

Hasil identifikasi di lapangan memperlihatkan bahwa mangrove di Kecamatan Rupert Utara terdiri dari 12 spesies dengan anggota dari famili Rhizophoraceae (*R. apiculata*, *R. mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. sexangula*, *Ceriops tagal*) mendominasi dibandingkan dengan anggota famili yang lainnya (Tabel 1). Selain itu, Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa famili Lythraceae diwakili oleh spesies *S. caseolaris* dan *S. alba*, sedangkan famili Acanthaceae diwakili oleh spesies *Avicennia alba* dan *A. lanata*, kemudian famili Meliaceae, Rubiaceae maupun Combretaceae, masing-masingnya diwakili oleh spesies *Xylocarpus granatum*, *Scyphiphora hydrophyllaceae* dan *Lumnitzera littorea*. Untuk spesies *R. mucronata* dan *B. sexangula*, Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa spesies tersebut hanya ditemukan di Stasiun 4, sedangkan spesies *L. racemosa* hanya ditemukan pada Stasiun 5. Selanjutnya Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa spesies *B. gymnorrhiza* ditemukan pada Stasiun 2 dan 4, sedangkan *S. caseolaris*, *S. alba* maupun *A. alba* ditemukan pada Stasiun 1, 3 dan 6. Sementara untuk spesies *X. granatum* dan *R. apiculata* ditemukan pada Stasiun 2, 4 dan 5, sedangkan spesies *C. tagal* dan *S. hydrophyllaceae* ditemukan pada Stasiun 2 maupun 5.

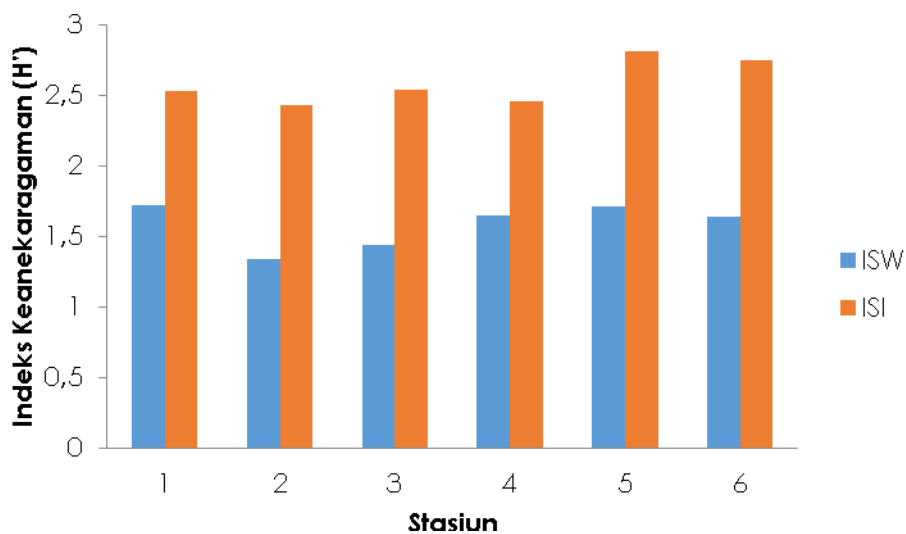
Analisis indeks Shannon Weaver memperlihatkan bahwa keanekaragaman mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau tertingginya berada pada Stasiun 1 ($H' = 01.72$), kemudian diikuti oleh Stasiun 5 ($H' = 01.71$), 4 ($H' = 01.65$), 6 ($H' = 01.64$), 3 ($H' = 01.44$) dan 2 ($H' = 01.34$), sedangkan analisis indeks Simpson memperlihatkan bahwa tertingginya berada pada Stasiun 5 (02.81), kemudian diikuti oleh Stasiun 6 (02.75), 3 (02.54), 1 (02.53), 4 (02.46) dan 2 (02.43) (Gambar 2). Sementara hasil analisis keanekaragaman mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau berdasarkan analisis multivariat cluster untuk indeks kesamaan Bray – Curtis dan ordinasinya melalui *non-metric MDS* memperlihatkan bahwa kerapatan mangrovenya terbagi atas empat (4) kelompok, dimana kelompok pertama terdiri dari *S. alba*, *S. caseolaris* dan *A. alba*, sedangkan kelompok kedua terdiri dari *A. lanata*, *R. mucronata* dan *B. sexangula*, kemudian kelompok ketiga terdiri dari *B. gymnorrhiza* dan *C. tagal* serta kelompok keempat terdiri dari *L. littorea*, *X. granatum*, *R. apiculata* dan *S. hydrophyllaceae* (Gambar 3). Untuk kelompok pertama, spesies-spesies yang ditemukan berhadapan langsung dengan laut dan selalu menghadang gelombang serta substratnya berlumpur halus, sedangkan spesies mangrove kelompok kedua ditemukan berada di belakang spesies kelompok pertama dengan substratnya berlumpur lebih keras bila dibandingkan dengan substrat kelompok pertama, kemudian spesies mangrove kelompok ketiga ditemukan berada di belakang spesies kelompok kedua dengan substratnya bertanah liat serta spesies mangrove kelompok keempat ditemukan berada di belakang spesies kelompok ketiga, walaupun spesies *R. apiculata* dan *S. hydrophyllaceae* sering juga ditemukan berhadapan langsung dengan laut dan menghadang gelombang.

Struktur Hutan Mangrove

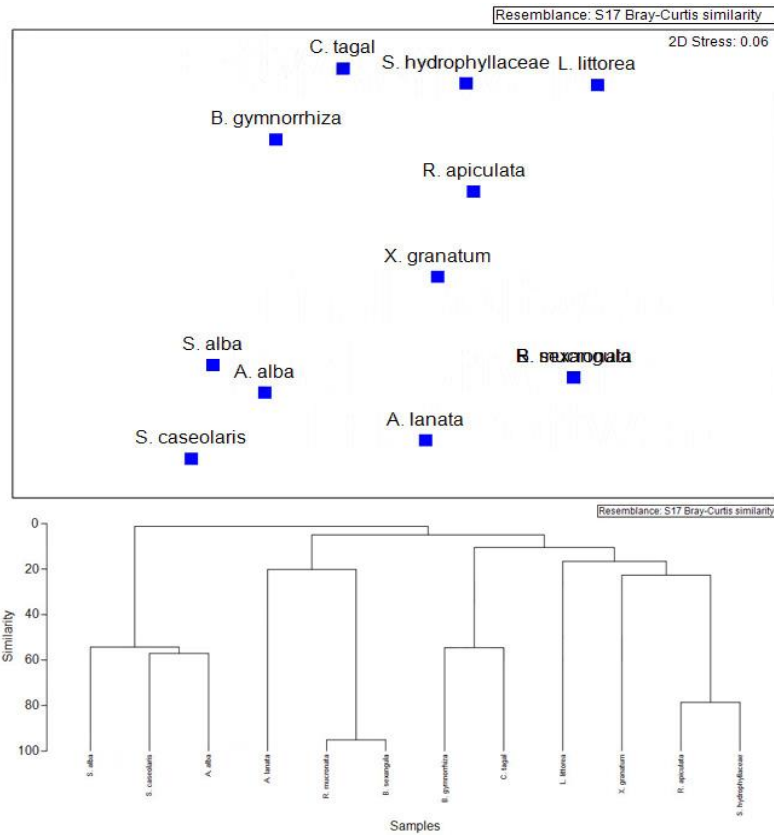
Pemahaman tentang struktur hutan mangrove secara ekologis sangat penting karena berguna bagi pengelolaan dan konservasi yang berkelanjutan (Analuddin *et al.*, 2013; Rani *et al.*, 2016). Hal ini karena variabilitas kerapatan mangrove dan zonasinya akan mewakili perbedaan karakteristik lokasi tegakan mangrove, baik itu pengaturan geomorfik, curah hujan, pasang surut, ketersediaan air tawar maupun nutrisinya (Krauss *et al.*, 2008). Tabel 2 memperlihatkan bahwa *X. granatum* memiliki tingkat kerapatan dan INP yang tinggi di Stasiun 1 (1233.33 ind/ha dan 178.56%), kemudian diikuti oleh *R. apiculata* (300.00 ind/ha dan 53.49%), *S. hydrophyllaceae* (200.00 ind/ha dan 28.24%), *B. gymnorrhiza* (66.67 ind/ha dan 26.50%) dan *C. tagal* (33.33 ind/ha dan 13.21%).

Tabel 1. Penyebaran spesies mangrove sejati di Kecamatan Rupat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

No	Spesies	Famili	Stasiun						
			1	2	3	4	5	6	
1	<i>Xylocarpus granatum</i>	Meliaceae		+		+	+		
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	Rhizophoraceae		+		+	+		
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophoraceae				+			
4	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Rhizophoraceae		+		+			
5	<i>Bruguiera sexangula</i>	Rhizophoraceae				+			
6	<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae		+				+	
7	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	Rubiaceae		+				+	
8	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Lythraceae	+		+				+
9	<i>Sonneratia alba</i>	Lythraceae	+		+				+
10	<i>Avicennia alba</i>	Acanthaceae	+		+				+
11	<i>Avicennia lanata</i>	Acanthaceae					+		+
12	<i>Lumnitzera littorea</i>	Combretaceae						+	



Gambar 2. Indeks keanekaragaman (H') mangrove di Kecamatan Rupat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau; ISW = Indeks Shannon Weaver; ISI = Indeks Simpson



Gambar 3. Dendrogram kemiripan antar spesies mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Tabel 2. Kerapatan dan indeks nilai penting mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

SPC	Kerapatan (ind/ha)						Indeks Nilai Penting (%)					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
XGR	1233.33	0.00	0.00	1612.50	144.44	0.00	178.56	0.00	0.00	191.74	29.81	0.00
RAP	300.00	0.00	0.00	100.00	533.33	0.00	53.49	0.00	0.00	12.74	98.68	0.00
RMU	0.00	0.00	0.00	362.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.45	0.00	0.00
BGY	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BSE	0.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.82	0.00	0.00
CTA	33.33	0.00	0.00	0.00	22.22	0.00	13.21	0.00	0.00	0.00	10.58	0.00
SHY	200.00	0.00	0.00	0.00	733.33	0.00	28.24	0.00	0.00	0.00	140.97	0.00
SCA	0.00	1000.00	200.00	0.00	0.00	800.00	0.00	170.90	74.52	0.00	0.00	164.07
SAL	0.00	200.00	162.50	0.00	0.00	400.00	0.00	46.91	64.66	0.00	0.00	82.18
AAL	0.00	550.00	412.50	0.00	0.00	133.33	0.00	82.19	160.82	0.00	0.00	36.01
ALA	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	66.67	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00	17.74
LLI	0.00	0.00	0.00	0.00	111.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.96	0.00

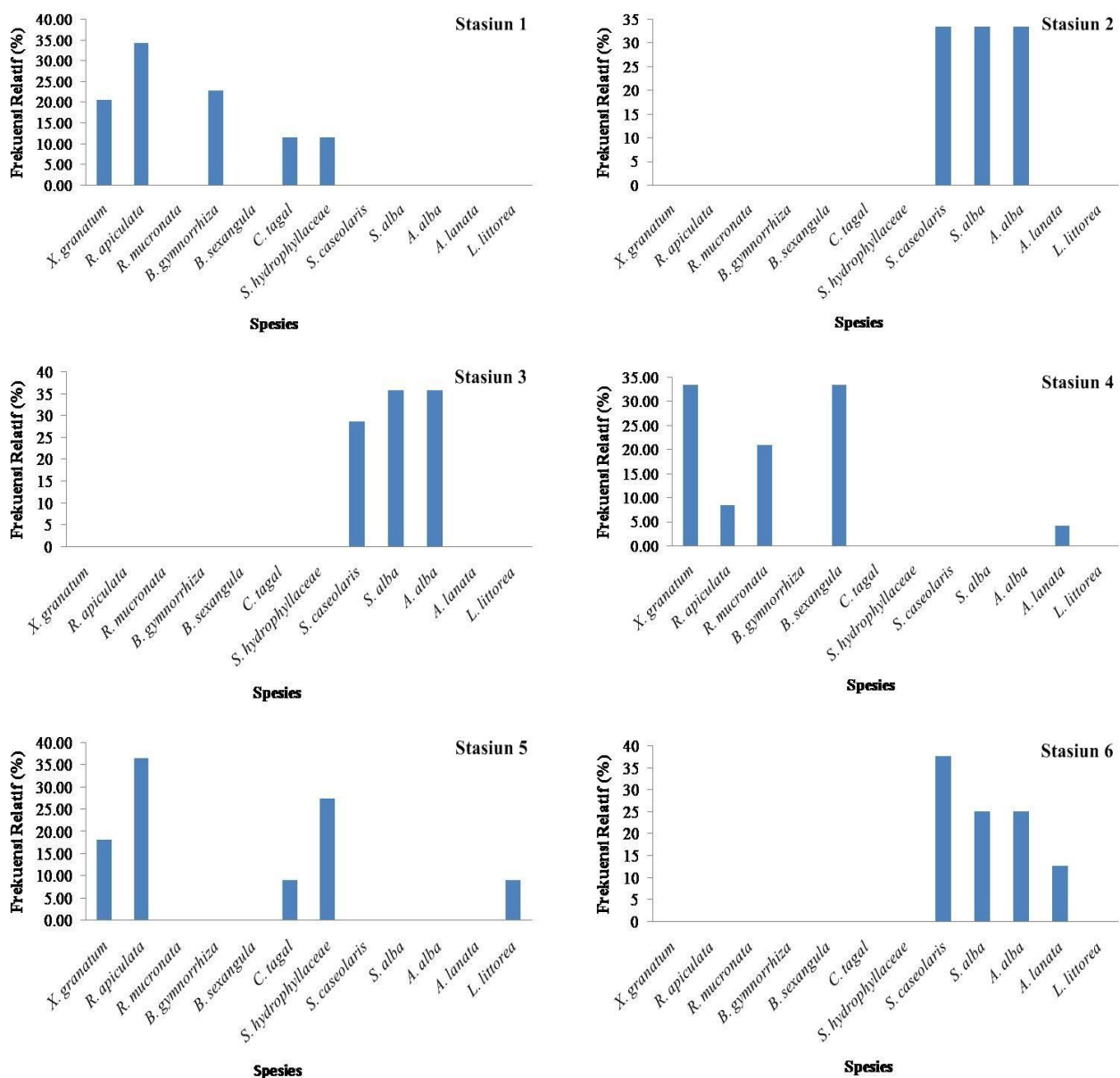
SPC = Spesies; XGR = *X. granatum*; RAP = *R. apiculata*; RMU = *R. mucronata*; BGY = *B. gymnorrhiza*; BSE = *B. sexangala*; CTA = *C. tagal*; SHY = *S. hydrophyllaceae*; SCA = *S. caseolaris*; SAL = *S. alba*; AAL = *A. alba*; ALA = *A. lanata*; LLI = *L. littorea*; S1 = Stasiun 1; S2 = Stasiun 2; S3 = Stasiun 3; S4 = Stasiun 4; S5 = Stasiun 5; S6 = Stasiun 6

Tingginya kerapatan maupun INP *X. granatum* di Stasiun 1 mengindikasikan bahwa *X. granatum* sangat mendominasi dan dapat memanfaatkan lingkungannya secara maksimal bila dibandingkan dengan jenis mangrove yang lain (pada lokasi yang sama), walaupun frekuensi relatif yang dimiliki oleh *X. granatum* lebih rendah (20.45%) bila dibandingkan dengan frekuensi relatif *B. gymnorrhiza* (22.73%) maupun *R. apiculata* (34.09%) (Gambar 4). Selain itu, Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa *X. granatum* memiliki tingkat kerapatan dan INP yang tinggi di Stasiun 4 (1612.50 ind/ha dan 191.74%), sedangkan untuk Stasiun 2 dan 6, kerapatan serta INP tertingginya dimiliki oleh *S. caseolaris* (1000 ind/ha dan 170.90%; 800.00 ind/ha dan 164.07%), Stasiun 3 dimiliki oleh *A. alba* (412.50 ind/ha dan 160.82%) dan Stasiun 5 dimiliki oleh *S. hydrophyllaceae* (733.33 ind/ha dan 140.97%). Secara keseluruhan, kerapatan vegetasi mangrove total di semua stasiun pengamatan bervariasi dengan kerapatan mangrove total tertingginya berada pada Stasiun 2 (10000.00 ind/ha) dan 4 (2525.00 ind/ha), sedangkan kerapatan mangrove total terendahnya berada pada Stasiun 3 (775.00 ind/ha). Untuk Stasiun 4, kawasan tersebut memperlihatkan bahwa keragaman jenis mangrove dan kerapatan total yang dimilikinya sangat tinggi (6 spesies dan 2525.00 ind/ha), sehingga mengindikasikan bahwa Stasiun 4 tergolong matang (dewasa) dan tidak terjadi kompetisi yang signifikan antar individu maupun antar spesies mangrove yang tumbuh dan berkembang di kawasan tersebut, baik itu dari segi ruang, makanan/unsur hara serta cahaya matahari. Sementara untuk Stasiun 3, walaupun tidak memiliki keragaman mangrove yang tinggi (3 spesies) serta kerapatan mangrove totalnya juga rendah (775.00 ind/ha), namun kawasan tersebut menunjukkan adanya kematangan hutan (kedewasaan), tetapi kompetisi yang terjadi sangat tinggi antar individu maupun antar spesies mangrovenya dalam memperebutkan ruangan, makanan/unsur hara serta cahaya matahari.

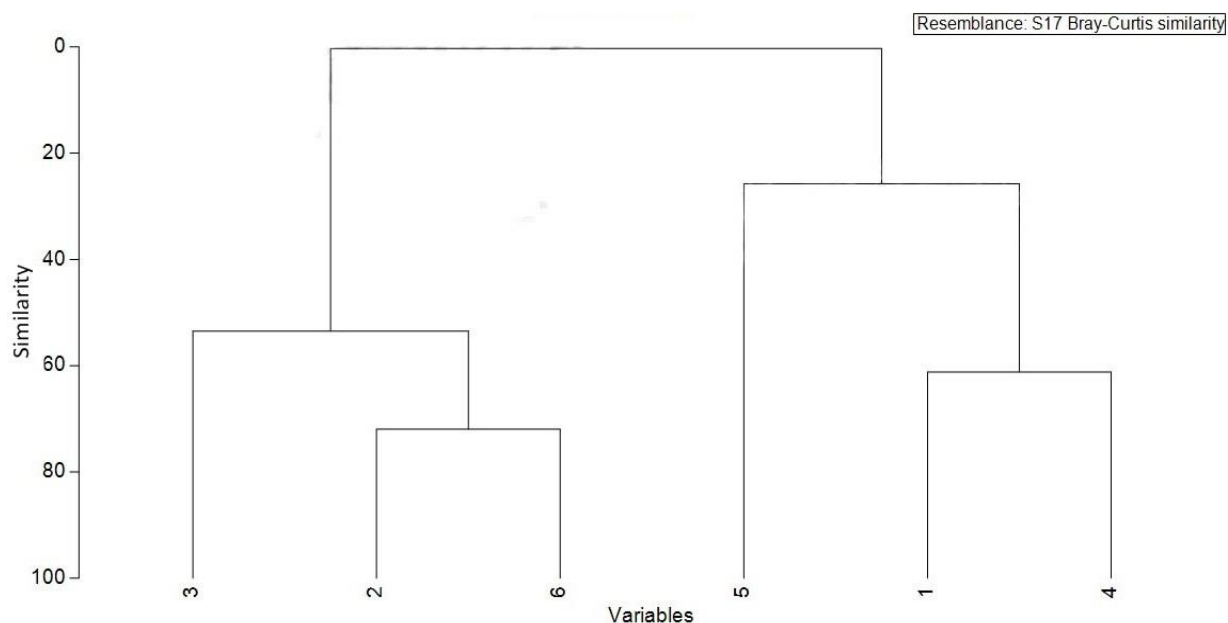
Tabel 3. Analisis SIMPER kerapatan terhadap kesamaan penyebaran spesies mangrove di Kecamatan Rupat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Spesies	Rata-Rata Kerapatan	Rata-Rata Kesamaan	Kontribusi (%)	Kumulatif (%)
<i>Grup I</i>				
Rata-Rata Kesamaan 61.19%				
<i>Xylocarpus granatum</i>	1422.92	56.60	92.50	92.50
<i>Grup II</i>				
Rata-Rata Kesamaan 59.65%				
<i>Sonneratia caseolaris</i>	666.67	28.34	47.52	47.52
<i>Avicennia alba</i>	365.28	17.80	29.84	77.36
<i>Grup III</i>				
Rata-Rata Kesamaan 00.00%				
<i>Grup I dan II</i>		Rata-Rata Kerapatan		Kontribusi (%)
		Grup I	Grup II	
Rata-Rata Kesamaan 99.58%				
<i>Xylocarpus granatum</i>	1422.92	00.00	41.43	41.43
<i>Sonneratia caseolaris</i>	00.00	666.67	18.44	59.86
<i>Avicennia alba</i>	00.00	365.28	10.72	70.59
<i>Grup I dan III</i>				
Rata-Rata Kesamaan 74.26%				
<i>Xylocarpus granatum</i>	1422.92	144.44	46.00	46.00
<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	100.00	733.33	22.77	68.76
<i>Rhizophora apiculata</i>	200.00	533.33	11.82	80.58
<i>Grup II dan III</i>				
Rata-Rata Kesamaan 100.00%				
<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	00.00	733.33	26.26	26.26
<i>Sonneratia caseolaris</i>	666.67	00.00	22.05	48.31
<i>Rhizophora apiculata</i>	00.00	533.33	19.10	67.41
<i>Avicennia alba</i>	365.28	00.00	13.00	80.41

Hasil analisis cluster untuk mengetahui kemiripan antar stasiun pengamatan memperlihatkan bahwa Stasiun 3, 2 dan 6 serta Stasiun 1 dan 4 masing-masingnya memiliki kemiripan $\pm 60\%$ (Gambar 5), sedangkan variasi signifikansi kerapatan mangrove antar stasiun pengamatan hasil analisis ANOSIM berbeda nyata ($R = 0.689$, $p = 0.000$) dan hasil analisis SIMPER untuk spesies mangrove penyusun dominan antar stasiun pengamatannya bervariasi, dimana faktor penyebaran mangrove di Stasiun 1 dan 4 sebesar 61.19% dengan mangrove penyusun utamanya adalah *X. granatum* (92.50%), sedangkan faktor penyebaran mangrove di Stasiun 3, 2 dan 6 sebesar 59.65% dengan mangrove penyusun utamanya adalah *S. caseolaris* (47.52%) dan *A. alba* (29.84%) (Tabel 3), sehingga hal ini mengindikasikan bahwa pengelompokan Stasiun 1 dan 4 disebabkan oleh adanya kesamaan sebaran mangrove *X. granatum*, sedangkan pengelompokan Stasiun 3, 2 dan 6 disebabkan oleh adanya kesamaan sebaran mangrove *S. caseolaris* maupun *A. alba*.



Gambar 4. Frekuensi relatif mangrove di Kecamatan Ruptat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau



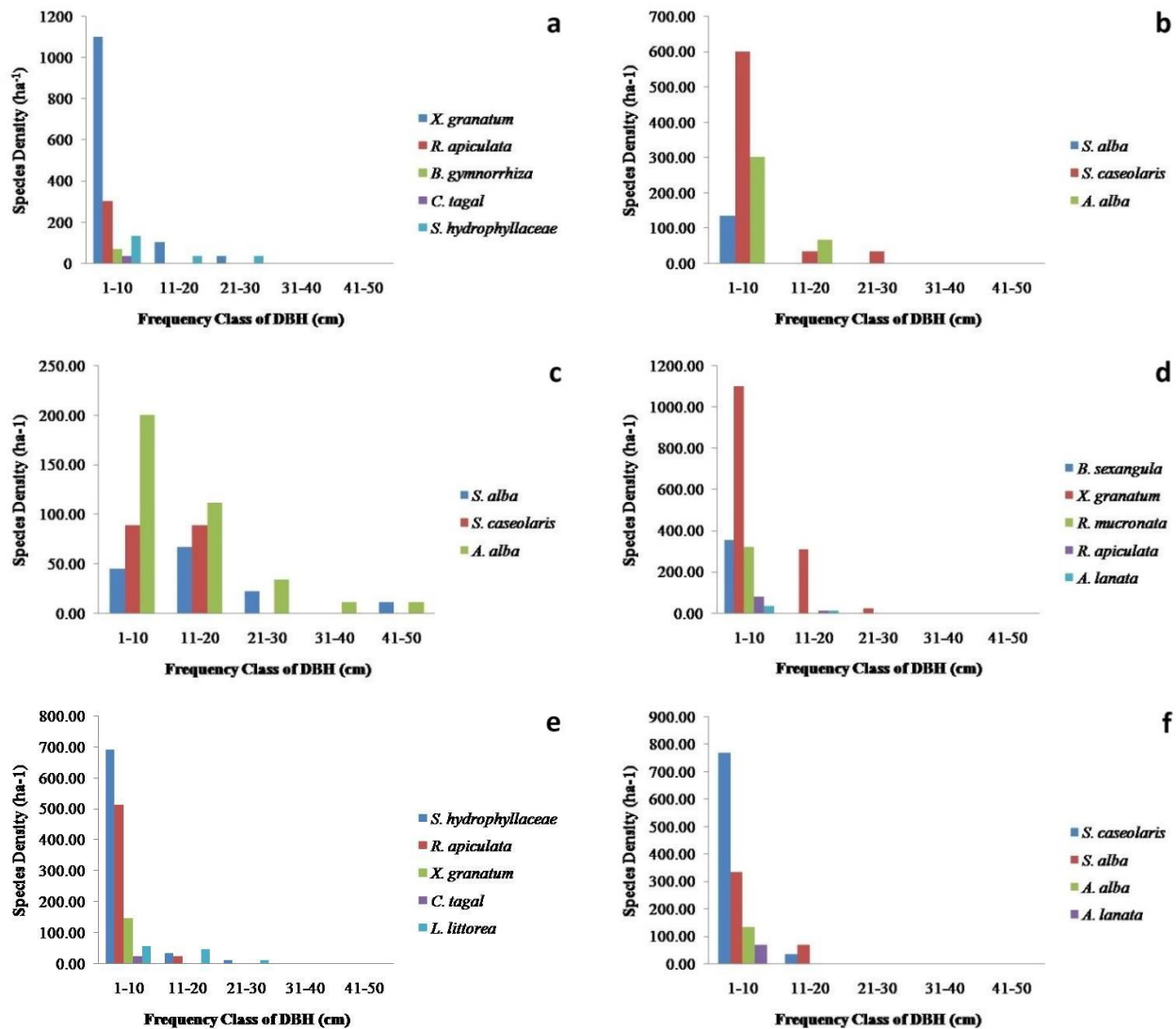
Gambar 5. Diagram cluster stasiun pengamatan mangrove berdasarkan kesamaan Bray – Curtis di Kecamatan Rukat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Tabel 4. Jumlah keseluruhan dan rata-rata diameter batang spesies mangrove di Kecamatan Rukat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

No	Spesies	Famili	Diameter Batang (cm)	
			Jumlah Keseluruhan	Rata-Rata
1	<i>Xylocarpus granatum</i>	Meliaceae	1428.51	07.98
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	Rhizophoraceae	411.66	06.33
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophoraceae	169.24	05.84
4	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Rhizophoraceae	09.62	04.81
5	<i>Bruguiera sexangula</i>	Rhizophoraceae	183.22	05.73
6	<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae	17.52	05.84
7	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	Rubiaceae	528.41	07.34
8	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Lythraceae	464.52	07.74
9	<i>Sonneratia alba</i>	Lythraceae	329.81	11.37
10	<i>Avicennia alba</i>	Acanthaceae	518.34	10.80
11	<i>Avicennia lanata</i>	Acanthaceae	44.17	07.36
12	<i>Lumnitzera littorea</i>	Combretaceae	109.52	10.95

Diameter Batang dan Basal Area

Hasil pengukuran rata-rata diameter batang (*Diameter at Breast Height/DBH*) vegetasi mangrove di Kecamatan Rukat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau untuk semua stasiun pengamatan berkisar antara 04.81 cm (*B. gymnorrhiza*) hingga 10.95 cm (*L. littorea*) (Tabel 4), dimana kelas diameter batang 01.00 – 10.00 cm memiliki kerapatan tertinggi di semua stasiun pengamatan, kemudian diikuti oleh kelas diameter batang 11.00 – 20.00 cm (Gambar 6). Secara keseluruhan, tegakan vegetasi mangrove di Kecamatan Rukat Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau mengindikasikan dominannya adalah berdiameter batang 01.00–20.00 cm dengan kematangan hutan mangrovenya tidak merata serta kematangannya juga mengalami penurunan

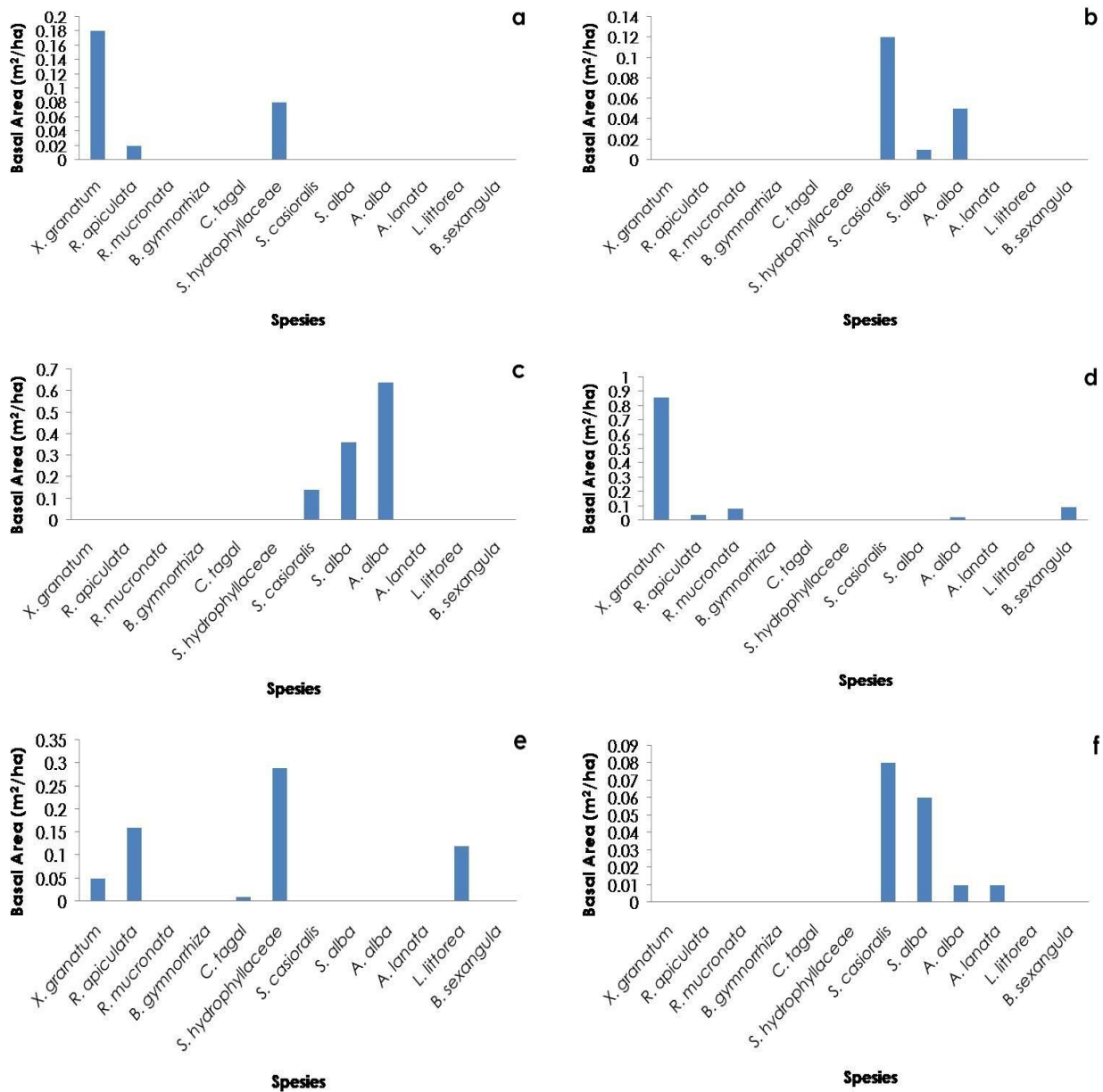


Gambar 6. Kerapatan kelas frekuensi DBH mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau; a = Stasiun 1; b = Stasiun 2; c = Stasiun 3; d = Stasiun 4; e = Stasiun 5; f = Stasiun 6

seiring dengan bertambahnya ukuran diameter batang vegetasi mangrove tersebut. Selain itu, Gambar 6 juga memperlihatkan bahwa *S. alba* dan *A. alba* di Stasiun 3 memiliki diameter batang yang lebih tinggi (mencapai 41.00 – 50.00 cm), walaupun kerapatan *S. alba* maupun *A. alba* yang berdiameter batang 41.00 – 50.00 cm sangat rendah, kemudian untuk nilai basal area *X. granatum* yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 4 dan *A. alba* di Stasiun 3 merupakan nilai tertinggi bila dibandingkan dengan spesies maupun stasiun lainnya dengan masing-masingnya mencapai 0.86 m²/ha dan 0.64 m²/ha (Gambar 7).

Hasil analisis cluster basal area mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau yang dilanjutkan dengan analisis *non-metric* MDS memperlihatkan bahwa kemiripan antar stasiun pengamatannya ± 20% dengan pengelompokan spesies mangrovenya membentuk 4 kelompok (Gambar 8). Kelompok pertama adalah *S. caseolaris*, *S. alba* dan *A. alba* yang tergolong sebagai vegetasi mangrove dewasa, kemudian kelompok kedua terdiri dari *C. tagal*, *X. granatum*, *R. apiculata* dan *S. hydrophyllaceae* yang tergolong sebagai vegetasi mangrove

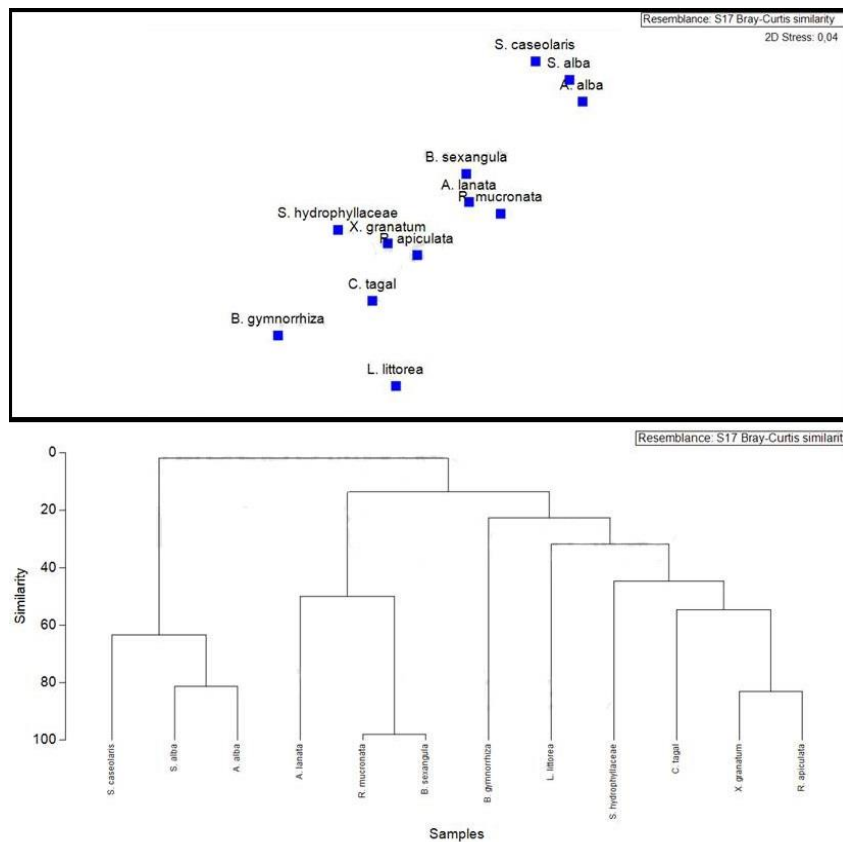
remaja, sedangkan kelompok ketiga terdiri dari *B. gymnorrhiza* dan *L. littorea* yang tergolong sebagai vegetasi mangrove muda serta kelompok keempat terdiri dari *A. lanata*, *R. mucronata* dan *B. sexangula* yang tergolong sebagai vegetasi mangrove sangat muda. Secara keseluruhan bila dibandingkan antar stasiun pengamatannya, vegetasi mangrove yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 2 maupun 6 tergolong lebih muda daripada stasiun lainnya. Hal ini didukung oleh analisis ANOSIM basal area vegetasi mangrove Kecamatan Rupal Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau yang memiliki signifikansi (p) = 0.000 dengan $R = 0.678$ (mendekati "1" dan mengindikasikan adanya pemisahan). Rani *et al.* (2016) menyatakan bahwa apabila nilai output statistik "R" mendekati "0", maka mengindikasikan tidak adanya pemisahan, sedangkan apabila nilai output statistik "R" mendekati "1", maka mengindikasikan adanya pemisahan. Selain itu, hasil analisis SIMPER juga memperlihatkan hal yang sama, dimana Stasiun 2 dan 6 kemiripannya $\pm 45.08\%$ dengan mangrove penyusun utamanya adalah *S. alba* dan *S. caseolaris* (Tabel 5).



Gambar 7. Basal area mangrove di Kecamatan Rupal Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau; a = Stasiun 1; b = Stasiun 2; c = Stasiun 3; d = Stasiun 4; e = Stasiun 5; f = Stasiun 6

Tabel 5. Analisis SIMPER basal area terhadap kesamaan penyebaran spesies mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

Spesies	Rata-Rata Basal Area	Rata-Rata Kesamaan	Kontribusi (%)	Kumulatif (%)
<i>Grup I</i>				
Rata-Rata Kesamaan 45.08%				
<i>Sonneratia alba</i>	121.16	16.87	37.41	37.41
<i>Sonneratia caseolaris</i>	60.59	16.46	36.50	73.91
<i>Grup II</i>				
Rata-Rata Kesamaan 34.77%				
<i>Xylocarpus granatum</i>	50.56	16.86	48.51	48.51
<i>Rhizophora apiculata</i>	35.95	10.03	28.84	77.35
<i>Grup I dan II</i>				
	Rata-Rata Basal Area		Kontribusi (%)	Kumulatif (%)
	Grup I	Grup II		
Rata-Rata Kesamaan 98.17%				
<i>Sonneratia alba</i>	00.00	121.16	19.50	19.50
<i>Avicennia alba</i>	00.00	86.55	14.02	33.53
<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	57.84	00.00	12.89	46.41
<i>Sonneratia caseolaris</i>	00.00	60.59	12.05	58.57
<i>Xylocarpus granatum</i>	50.56	00.00	11.29	69.75
<i>Lumnitzera littorea</i>	40.03	00.00	08.33	78.08



Gambar 8. Dendrogram kesamaan basal area mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau

KESIMPULAN

Struktur komunitas mangrove Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau ditemukan sebanyak 12 spesies dengan anggota dari famili Rhizophoraceae mendominasi kawasan tersebut, kemudian keanekaragaman, kerapatan, diameter batang, basal area serta pertumbuhan struktur komunitas mangrove di Kecamatan Rupert Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau bervariasi antar stasionnya, dimana keanekaragaman mangrovenya membentuk kelompok menurut zonasi maupun tekstur tanah, sedangkan pertumbuhan struktur komunitas mangrovenya bercampur dan tidak merata serta kematangan mangrovenya mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya ukuran diameter batang. Selanjutnya, vegetasi mangrove yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 2 maupun 6 tergolong lebih muda dibandingkan stasiun yang lain, sedangkan vegetasi mangrove yang tumbuh dan berkembang di Stasiun 3 maupun 4 tergolong lebih matang bila dibandingkan dengan stasiun lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSP) Padang Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan keuangan serta memfasilitasi penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, A.P., & O'connor, R.J. (2000). Hierarchical correlates of bird assemblage structure on Northeastern U.S.A. lakes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 62, 15-37. doi: 10.1023/A:1006244932033.
- Analuddin, K., Jamili, Raya, R., Septiana, A., & Rahim, S. (2013). The spatial trends in the structural characteristics of mangrove forest at the Rawa Aopa Watumohai National Park, Southeast Sulawesi. *International Research Journal of Plant Science*, 4, 214-221. doi: 10.14303/irjps.2013.047.
- Chakraborty, S.K. (2013). Interactions of environmental variables determining the biodiversity of coastal-mangrove ecosystem of West Bengal, India. *The Ecoscan*, 3, 251-265.
- Cintron, G., & Novelli, Y.S. (1984). *Methods for Studying Mangrove Structure*. In: Snedaker SC, Snedaker JS (eds.) *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris. p. 91-113.
- Couto, T., Patricio, J., Neto, J.M., Ceia, F.R., Franco, J., & Marques, J.C. (2010). The influence of mesh size in environmental quality assessment of estuarine macrobenthic communities. *Ecological Indicators*, 10, 1162-1173. doi: 10.1016/j.ecolind.2010.03.019.
- da Silva, F.B.V., do Nascimento, C.W.A., Araujo, P.R.M., da Silva, L.H.V., & da Silva, R.F. (2016). Assessing heavy metal sources in sugarcane Brazilian soils: An approach using multivariate analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188: p.457. doi: 10.1007/s10661-016-5409-x.
- de Oliveira Junior, A.I., Mendonca, L.A.R., de Brito Fontenele, S., Araujo, A.O., & de Sousa Lima Brito, M.G. (2019). Statistical multivariate analysis applied to environmental characterization of soil in Semiarid region. *Revista Caatinga*, 32, 200-210. doi: 10.1590/1983-21252019v32n120rc.
- English, S., Wilkinsons, C., & Baker, V. (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources: Second Edition*. Australian Institut of Marine Science. Townville. 490 pp.
- Ezraneti, R., Syahrial, & Erniati. (2021). Assessment of non-metallic pollutant sources in salt water reservoir Pusong in Lhokseumawe City based on multivariate analysis. *Kelautan Tropis*, 24, 34-44. doi: 10.14710/jkt.v24i1.9617.
- Feng, J., Huang, Q., Qi, F., Guo, J., & Lin, G. (2015). Utilization of exotic *Spartina alterniflora* by fish community in the mangrove ecosystem of Zhangjiang Estuary: evidence from stable isotope analyses. *Biological Invasions*, 17, 2113-2121. doi: 10.1007/s10530-015-0864-9.
- Indelicato, S., Bongiorno, D., Tuzzolino, N., Mannino, M.R., Muscarella, R., Fradella, P., Gargano, M.E., Nicosia, S., & Ceraulo, L. (2018). Multivariate analysis of historical data (2004-2013) in assessing the possible environmental impact of the Bellolampo landfill (Palermo). *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 216. doi: 10.1007/s10661-018-6594-6.

- Insafitri. (2010). Keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi bivalvia di area buangan lumpur Lapindo Muara Sungai Porong. *Kelautan*, 3, 54-59.
- 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 & Soil Science*, 3, 879-893.
- Khotimah, S. (2013). Kepadatan bakteri coliform di Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Dalam: Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung. P.339-349.
- Krauss, K.W., Lovelock, C.E., McKee, K.L., Lopez-Hoffman, L., Ewe, S.M.L., & Sousa, W.P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. *Aquatic Botany*, 89, 105-127. doi: 10.1016/j.aquabot.2007.12.014.
- Kumar, V., Sharma, A., Kumar, R., Bhardwaj, R., Thukral, A.K., & Rodrigo-Comino, J. (2018). Assessment of heavy-metal pollution in three different Indian water bodies by combination of multivariate analysis and water pollution indices. *Human and Ecological Risk Assessment*, 26, 1-16, DOI: 10.1080/10807039.
- Lins, R.C., Martinez, J., da Motta Marques, D., Cirilo, J.A., Medeiros, P.R.P., & Junior, C.R.F. (2018). A Multivariate analysis framework to detect key environmental factors affecting spatiotemporal variability of chlorophyll-a in a tropical productive estuarine-lagoon system. *Remote Sensing*, 10: 853. doi: 10.3390/rs10060853.
- Lychuk, T.E., Moulin, A.P., Izaurralde, R.C., Lemke, R.L., Johnson, E.N., Olfert, O.O., & Brandt, S.A. (2017). Climate change, agricultural inputs, cropping diversity, and environmental covariates in multivariate analysis of future wheat, barley, and canola yields in Canadian Prairies: A case study. *Canadian Journal of Soil Science*, 97: 300-318. doi: 10.1139/cjss-2016-0075.
- Marchi, M., Jorgensen, S.E., Becares, E., Corsi, I., Marchettini, N., & Bastianoni, S. (2011). Dynamic model of Lake Chozas (León, NW Spain) — Decrease in eco-exergy from clear to turbid phase due to introduction of exotic crayfish. *Ecological Modelling*, 222: 3002-3010. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2011.04.016.
- Marisa, H., & Sarno. (2015). Three species zonation of *Sonneratia*; Based on salinity, in River Calik, South Sumatera. *Proceeding International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences*. Kuala Lumpur. 100-101.
- [MNLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2004). Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove Nomor 201 Tahun 2004. Jakarta. 8 pp.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley. London. 547 pp.
- Nasution, M.R., Samiaji, J., & Efriyeldi. (2017). Structure community of mangrove forest in North coastal Rupa Island District of Bengkalis Riau Province. *Jurnal Online Mahasiswa*, 4: 1-16.
- Nguyen, H.T., Stanton, D.E., Schmitz, N., Farquhar, G.D., & Ball, M.C. (2015). Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. *Annals of Botany*, 115(3): 397-407. doi: 10.1093/aob/mcu257.
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP. Bogor. 227 pp.
- Osland, M.J., Enwright, N., Day, R.H., & Doyle, T.W. (2013). Winter climate change and coastal wetland foundation species: salt marshes vs. mangrove forests in the Southeastern United States. *Global Change Biology*, 19: 1482-1494. doi: 10.1111/gcb.12126.
- Page, H.M., Lastra, M., Rodil, I.F., Briones, M.J.I., & Garrido, J. (2010). Effects of non-native *Spartina patens* on plant and sediment organic matter carbon incorporation into the local invertebrate community. *Biological Invasions*, 12, 3825-3838. doi: 10.1007/s10530-010-9775-y.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F.K. (2017). Usage of principal component analysis in the spatial distribution of mangrove vegetation in North coast of Pemalang. *Ilmu Kehutanan*, 11: 29-42. doi: 10.22146/jik.24885.
- Rani, V., Sreelekshmi, S., Asha, C.V., & Nandan, S.B. (2016). Forest structure and community composition of Cochin mangroves, South-West Coast of India. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 88, 111-119. doi: 10.1007/s40011-016-0738-7.
- Saintilan, N., Wilson, N., Rogers, K., Rajkaran, A., & Krauss, K.W. (2014). Mangrove expansion and salt marsh decline at mangrove poleward limits. *Global Change Biology*, 20, 147-157. doi: 10.1111/gcb.12341.

- Schowalter, T.D. (1996). *Insect Ecology an Ecosystem Approach*. Academic Press, New York. 574 pp.
- Shin, L.S., Muhamad, A., & Tong, J. (2015). *Mangrove Guidebook for Malaysia*. Wetlands International Malaysia. Selangor. 83 pp.
- Shukla, M.K., Lal, R., & Ebinger, M. (2006). Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil and Tillage Research*, 87, 194-204. doi: 10.1016/j.still.2005.03.011.
- Sitorus, K.K., Mulyadi, A., & Samiaji, J. (2017). Study on the structure of mangrove vegetation community in the villages of Puteri Sembilan Subdistrict of Regency of Bengkalis Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa*, 4, 1-14.
- Syahrial, Bengen, D.G., Prartono, T., & Amin, B. (2018). Faktor yang mempengaruhi kesehatan populasi *Rhizophora apiculata* berdasarkan karakteristik lingkungan pada kawasan industri perminyakan dan non kawasan industri di Provinsi Riau menggunakan analisis komponen utama (PCA). *Enggano*, 3, 228-240. doi: 10.31186/jenggano.3.2.228-240.
- Syahrial, Saleky, D., & Merly, S.L. (2021). Mangrove snail *Cassidula angulifera* (Gastropod: Ellobiidae) at Payum Merauke beach Papua Indonesia: Population structure, environmental characteristics and determining factors for distribution and density. *Biologi Indonesia*, 17, 47-56. doi: 10.47349/jbi/17012021/47.
- Tuheteru, M., Notosoedarmo, S., & Martosupono, M. (2014). Distribusi gastropoda di ekosistem mangrove. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Raja Ampat*. Waisai. A-151 – A-156.
- Warwick, R.M., & Clarke, K.R. (1993). Comparing the severity of disturbance: A metaanalysis of marine macrobenthic community data. *Marine Ecology Progress Series*, 2, 221-231. doi: 10.3354/meps092221.