

## **STRUKTUR DEMOGRAFI POPULASI *Rhizophora apiculata* DI KAWASAN INDUSTRI PERMINYAKAN PROVINSI RIAU**

### **POPULATION DEMOGRAPHY STRUCTURE OF *Rhizophora apiculata* IN THE OIL REFINERY INDUSTRY AREA IN RIAU PROVINCE**

**Syahrial<sup>1</sup>, Dietrieck G Bengen<sup>2</sup>, Tri Prartono<sup>2</sup>, Bintal Amin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Maju Tapian Nauli Pandan Tapanuli Tengah Sumatera Utara

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor Dramaga, Bogor, Jawa Barat

<sup>3</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Panam, Pekanbaru, Riau

Korespondensi: syahrial.bmc@gmail.com

#### **abstract**

The decline in mangrove vegetation density and the area of mangrove forests in the coastal province of Riau occurred due to the logging of mangrove forests and the conversion of mangrove forests into other uses such as industrial estates. This study aims to collect a database of mangrove ecosystems which includes the ecological structure of *R. apiculata* in Riau Province. Collecting data of mangrove vegetation condition was done by transect line and plot. The line transect was drawn from the reference point (the outer mangrove stand) with the direction perpendicular to the coastline to the mainland and made plots according to the category. The results showed that the population of *R. apiculata* was found in large numbers at Station 3 (350 ind) and a small/small amount was found at Station 1 (137 ind). In addition, Stations 1, 2 and 4 have only one grouping population of *R. apiculata* based on the Bhattacharya method, while Station 3 has two groupings. Furthermore, the highest *R. apiculata* density for tree category was obtained at Station 4 (1433.33 ind/m<sup>2</sup>), saplings category at Station 3 (10488.89 ind/m<sup>2</sup>) and seedlings category at Station 4 (3666667 ind/m<sup>2</sup>). Furthermore the water temperature ranged from 28.3 – 30.7°C, salinity 27.3 – 31.3, pH 7.3 – 7.9, DO 5.2 – 6.4 and redox potential ranged from 102 – 124 mV. Based on the standard criteria and guidelines for determining mangrove damage according to the Decree of the Minister of Environment No. 201 of 2004, the population density of *R. apiculata* at the research location is still classified as medium and refers to the Decree of the State Minister of Environment No. 51 of 2004 concerning Sea Water Quality Standards for Marine Biota, as a whole the range of measured water quality parameters is still within tolerance limits for life mangroves.

Keywords: Demography, Population, *Rhizophora apiculata*, Oil Industry, Mangrove

#### **I. Pendahuluan**

Mangrove merupakan sumber bahan organik utama yang menghasilkan serasah (Supriyantini *et al.*, 2017), dapat berkembang pada salinitas yang jauh lebih rendah (Romanach *et al.*, 2018), beradaptasi dengan akar napas, akar tunjang maupun akar papan serta daunnya dapat mengekskresi garam dan propagulnya bersifat vivipar (Parvaresh *et al.*, 2010), karakteristik substrat merupakan faktor pembatas pertumbuhannya (Budiasih *et al.*, 2015), memainkan peranan penting dalam melindungi kualitas air dan rantai makanan trofik di pesisir (Day *et al.*, 1996), hingga berfungsi sebagai daerah asuhan yang bagus bagi sejumlah organisme air penting (Janaki-Raman *et al.*, 2007).

Menurut Getter *et al.*, (1981) mangrove merupakan ekosistem pesisir yang secara berkala tercemar oleh tumpahan minyak, sehingga dapat mempengaruhi distribusi dan perpaduan spesiesnya (Proffitt *et al.*, 1995). Hal ini karena ketika minyak tumpah dan memasuki ekosistem mangrove, minyak akan membasahi sedimen dan/atau melapisi batang mangrove, akar penyangga ataupun pneumatophoranya sehingga menyebabkan kematian, penurunan produktivitas dan penyimpangan pertumbuhan (Getter *et al.*, 1985).

Terlepas dari hal di atas, Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil minyak terbesar di Indonesia. Salah satu daerah yang berproduksi minyak di Provinsi Riau adalah Kota Dumai. Tiga (3) kawasan industri minyak telah dibangun di Kota Dumai yaitu Kawasan Industri Dumai (KID) Pelintung (5084 Ha), KID Lubuk Gaung (2158 Ha) dan KID Bukit Kapur Raksa (115 Ha) (BPTPM, 2012). KID Pelintung dan Lubuk Gaung merupakan kawasan yang memproduksi minyak *Crude Palm Oil* (CPO), sedangkan KID Bukit Kapur Raksa memproduksi minyak CPO, minyak bumi dan gas.

Selain itu, ekosistem mangrove Provinsi Riau tersebar di tujuh (7) kabupaten/kotanya yaitu Kabupaten Siak, Kabupaten Kepulauan Meranti, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Inderagiri Hilir dan Kota Dumai. Menurut Purnobasuki (2011) hutan mangrove Indonesia banyak terkonsentrasi di lima (5) provinsi salah satunya adalah Provinsi Riau, dimana luas hutan mangrove Provinsi Riau pada tahun 2014 sekitar 3537017 ha (BPS Riau, 2015).

Informasi mengenai tegakan mangrove di Provinsi Riau secara keseluruhan masih sangat kurang. Syahrial *et al.*, (2017) hanya mengkaji regenerasi alami semai *Rhizophora apiculata* di kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri Provinsi Riau. Selain itu, juga hanya ada beberapa informasi yang menjelaskan keadaan hutan mangrove di beberapa kabupaten/kotanya seperti Kota Dumai (Hamidy *et al.*, (2002); YLS dan BAPPEKO, (2003); Prianto *et al.*, (2006); Jhonnerie *et al.*, (2007); DISNAKKANLA 2008) dan Kabupaten Bengkalis (Jhonnerie *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan basis data ekosistem mangrove yang meliputi struktur ekologi *R. apiculata* yang berfungsi untuk pengelolaan hutan mangrove di Provinsi Riau khususnya di sekitar kawasan industri perminyakan.

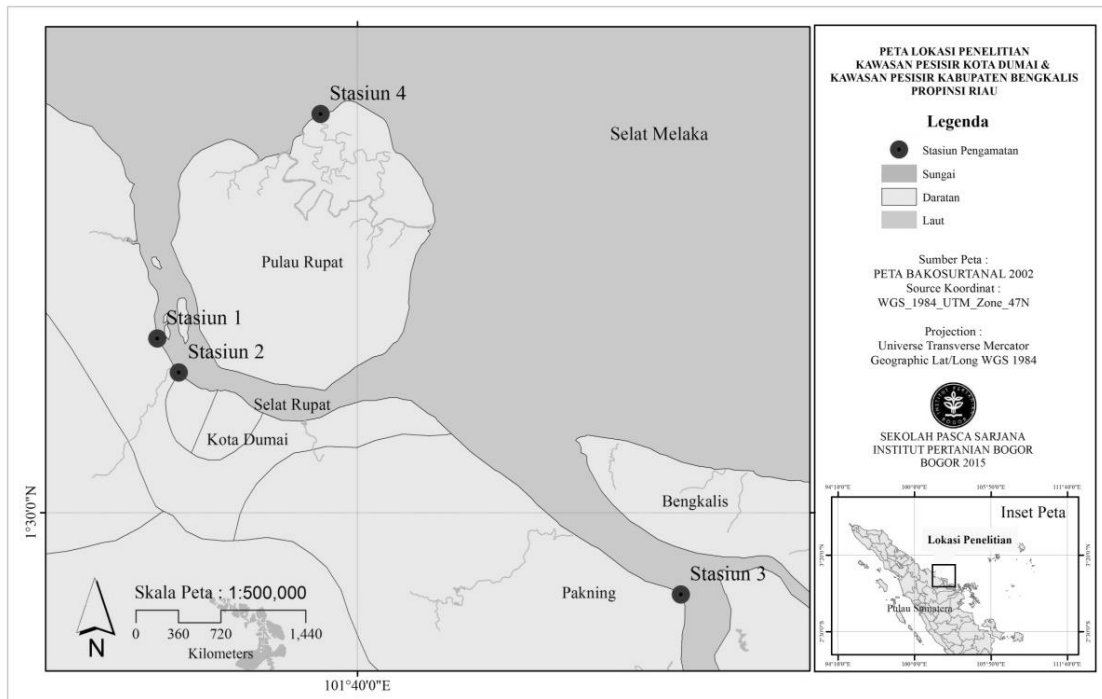
## **II. Metode Penelitian**

### **2.1. Waktu dan tempat**

Penelitian dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2014 di pesisir pantai Provinsi Riau (Gambar 1). Stasiun 1 adalah KID Lubuk Gaung yang merupakan kawasan industri *Crude Palm Oil* (CPO), Stasiun 2 adalah KID Bukit Kapur Raksa merupakan gabungan kilang minyak Pertamina Refinery Unit II Dumai, Chevron dan industri CPO. Sementara Stasiun 3 adalah Pakning merupakan kawasan kilang minyak Pertamina RU II Sungai Pakning dan Stasiun 4 adalah Tanjung Medang Rupert Utara merupakan kawasan alami mangrove yang tidak ada aktivitas industri sama sekali.

## 2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat rol meter, buku identifikasi mangrove Noor *et al.*, (2006), data sheet, kamera, GPS Garmin Montana 650, *water quality meter* (suhu, DO, salinitas, pH), ORP meter Lutron 203 dan alat tulis.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

## 2.3. Pengumpulan Data

### 2.3.1. Data Kondisi Populasi *Rhizophora apiculata*

Pengukuran populasi *R. apiculata* dilakukan menggunakan transek garis yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dengan arah tegak lurus garis pantai sampai ke daratan. Petak-petak contoh dibuat menurut tingkat tegakannya (Bengen, 2004) yaitu kategori pohon ( $10 \times 10 \text{ m}^2$ ), kategori anakan ( $5 \times 5 \text{ m}^2$ ) dan kategori semai ( $1 \times 1 \text{ m}^2$ ).

### 2.3.2. Data Struktur Demografi Populasi *Rhizophora apiculata*

Data yang digunakan dalam penentuan struktur demografi populasi *R. apiculata* adalah data diameter batang. Prosedur untuk mendapatkan sebaran demografi populasi *R. apiculata* adalah: (1) menghitung jumlah tegakan populasi *R. apiculata* di tiap stasiun; (2) data diameter batang dikelompokkan ke dalam selang kelas; (3) menentukan banyak kelas, dengan menggunakan rumus  $1 + 3.3 (\log n)$ , dimana  $n$  adalah jumlah populasi *R. apiculata* tiap stasiun; (4) menentukan nilai tertinggi dan terendah data diameter batang; (5) data tertinggi diameter batang dikurangi nilai terendah untuk mendapatkan nilai rentang kelas; (6) nilai rentang kelas dibagi dengan banyaknya kelas untuk memperoleh nilai lebar kelas; (7) menjumlahkan data terendah diameter batang (sebagai selang kelas bawah) dengan nilai lebar kelas untuk memperoleh selang kelas atas; (8) menentukan nilai frekuensi dan (9) mengelompokkan populasi *R. apiculata* dengan metode Bhattacharya (1967) menggunakan software FISAT II versi 1.2.2.

### 2.3.3. Data Kerapatan Populasi *Rhizophora apiculata*

Untuk menghitung kerapatan jenis populasi *R. apiculata*, digunakan metode penghitungan yang mengacu pada English *et al.*, (1994) dan Bengen (2004).

### 2.3.4. Data Kualitas Perairan

Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu perairan, pH, salinitas dan DO menggunakan *water quality meter*. Sementara Oksidasi Reduksi Potensial (ORP) perairan diukur menggunakan ORP Meter Litron 203.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Struktur Demografi Populasi *Rhizophora apiculata*

Hasil pengamatan dan pengukuran menunjukkan Stasiun 1, 2 dan 4 hanya terdapat satu kelompok populasi *R. apiculata*, sementara Stasiun 3 terdapat 2 kelompok. Jumlah populasi berkisar antara 29 – 321 ind dengan kisaran diameter batang rata-rata 2.19 – 6.23 cm dan standar deviasinya antara 09.98 – 19.95. Indeks separasinya sebesar 3.83, hanya ditemukan di Stasiun 3 kelompok 2 (Tabel 1). Selain itu, kategori tegakan pohon hanya ditemukan di Stasiun 3, sedangkan stasiun lainnya tidak ditemukan. Jumlah populasi *R. apiculata* pada Stasiun 3 lebih tinggi (350 individu) bila dibandingkan dengan stasiun lain. Hal ini menunjukkan pengelompokan kategori populasi *R. apiculata* Stasiun 3 lebih beragam.

Secara keseluruhan distribusi populasi *R. apiculata* di lokasi penelitian yang berdasarkan kategori tingkat tegakan mangrove menurut Bengen (2004) memperlihatkan kategori anakan sangat mendominasi pada semua stasiun. Hal ini terlihat dari kisaran rata-rata diameter batangnya kecil dari 4 cm.

Tabel 1. Pengelompokan populasi *R. apiculata* menurut metode Bhattacharya (1967)

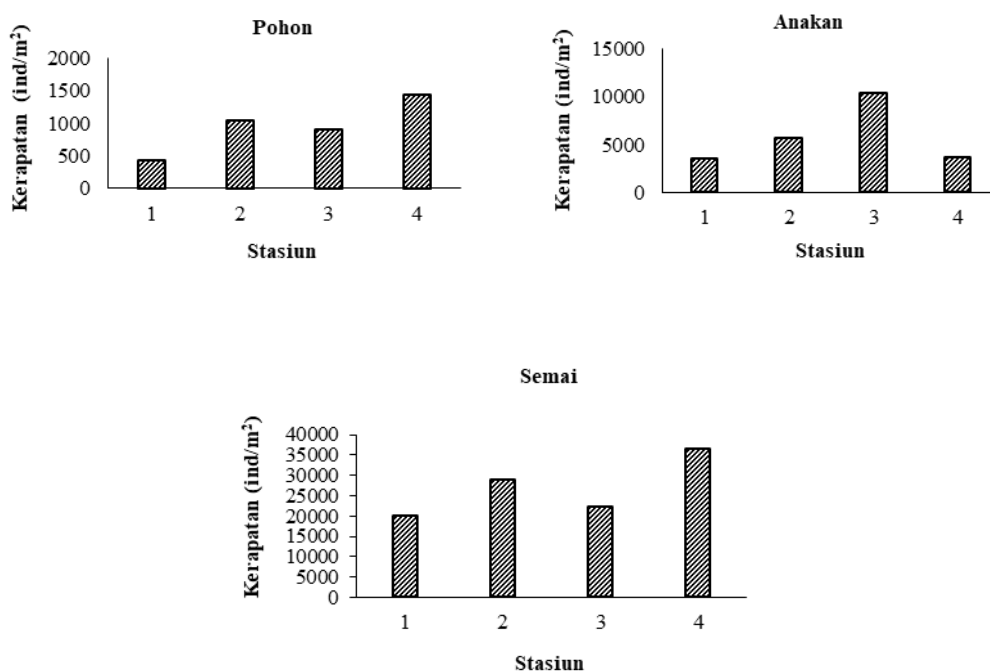
Stasiun	Kelompok	Populasi (n)	Diameter Batang Rata-Rata (cm)	Standar Deviasi (S.D.)	Separation Index (I)
1	1	137	2.35	18.28	na
2	1	146	2.41	17.18	na
3	1	321	2.19	11.06	na
	2	029	6.23	09.98	3.83
4	1	209	3.78	19.95	na

### 3.2. Kerapatan Populasi *Rhizophora apiculata*

Kerapatan jenis *R. apiculata* untuk setiap stasiunnya bervariasi, dimana untuk kategori pohon, kerapatan tertinggi diperoleh pada Stasiun 4 (1433.33 ind/m<sup>2</sup>). Kemudian kerapatan tingkat anakan tertinggi didapatkan pada Stasiun 3 (10488.89 ind/m<sup>2</sup>), sedangkan kerapatan tingkat semai, tertinggi didapatkan pada Stasiun 4 (36666.67 ind/m<sup>2</sup>) (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi *R. apiculata* kategori pohon lebih baik di Stasiun 4, sedangkan kondisi baik kategori anakan di Stasiun 3 dan kategori semai di Stasiun 4.

Tingginya kerapatan pohon dan semai di Stasiun 4 disebabkan oleh kawasan mangrovenya masih alami dan tidak terdapat aktivitas industri sama sekali. Ini menandakan aktivitas penebangan di Stasiun 4 sangat rendah dan menunjukkan regenerasi yang masih baik. Sementara tingginya kerapatan anakan di Stasiun 3 disebabkan oleh lokasi ini merupakan area peremajaan mangrove yang dilakukan oleh masyarakat lokal.

Secara keseluruhan, berdasarkan kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, kerapatan populasi *R. apiculata* di lokasi penelitian masih tergolong sedang. Hal ini terlihat dari kerapatan kategori pohon tertingginya sebesar 1433.33 ind/m<sup>2</sup> (Stasiun 4).



Gambar 2. Kerapatan populasi *R. apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri

### 3.3. Karakteristik Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran parameter suhu perairan di semua stasiun berkisar antara 28.3 – 30.7°C (Tabel 2). Bervariasinya suhu perairan di lokasi penelitian, tidak menyebabkan sebagai faktor pembatas bagi kelangsungan hidup mangrove Provinsi Riau. Kolehmainen *et al.*, (1974) menyatakan bahwa suhu yang baik untuk mangrove tidak kurang dari 20°C. Ulqodry *et al.*, (2010) mendapatkan suhu perairan di habitat mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan berkisar antara 27.6 – 30.4°C.

Tabel 2. Karakteristik kondisi lingkungan di lokasi penelitian

Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (ppm)	Potensial Redoks (mV)
1	28.3	30.0	7.9	5.4	124
2	30.0	30.3	7.3	5.2	105
3	30.7	27.3	7.5	5.5	102
4	30.3	31.3	7.3	6.4	104

Selanjutnya Tabel 2 juga memperlihatkan salinitas di lokasi penelitian berkisar antara 27.3 – 31.3‰. Hasil ini lebih kecil dari yang ditetapkan oleh KMNLH (2004) tentang baku mutu air laut untuk salinitas mangrove (s/d 34‰). Nontji (2005) menyatakan sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah aliran sungai, kemudian Bengen (2004) menyatakan bahwa salah satu karakteristik habitat mangrove adalah airnya bersalinitas payau (2 – 22‰) hingga asin (~ 38‰).

pH air laut di lokasi penelitian berkisar antara 7.3 – 7.9 (Tabel 2) dan nilai pH keempat stasiun tidak jauh berbeda. Menurut Ulqodry *et al.*, (2010) hal ini disebabkan oleh adanya kesetimbangan antara proses penguraian serasah mangrove yang cenderung menghasilkan kondisi asam dengan pengaruh kapasitas penyangga (*buffer*) oleh garam-garam karbonat dan bikarbonat pada air laut yang lebih bersuasana basa. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, pH perairan lokasi penelitian masih mendukung untuk kehidupan organisme (7 – 8.5).

Kadar DO di lokasi penelitian berkisar antara 5.2 – 6.4 ppm. Kadar DO yang cukup rendah diduga karena adanya pengaruh proses penguraian serasah yang membutuhkan oksigen. Menurut Simanjuntak (2012) kadar DO akan menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan, dimana oksigen yang ada, dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik. Hasil penelitian Fitra *et al.*, (2013) di perairan Teluk Bungus mendapatkan nilai DO antara 2.63 – 4.45 ppm lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian ini (5.2 – 6.4 ppm). Begitu juga dengan hasil penelitian Purba dan Khan (2010) di perairan Dumai (4.80 – 5.70 ppm). Selanjutnya kadar DO penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan perairan Natuna (6.3 – 7.9 ppm dengan rata-rata 7.38 ppm) (Kusumaningtyas *et al.*, 2014). Menurut Affan (2010) kadar DO di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 4.5 – 7.0 ppm.

Kemudian Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai potensial redoks di semua stasiun berkisar antara 102 – 124 mV. Menurut Rahman *et al.*, (2013) tingginya nilai potensial redoks sangat berpengaruh terhadap curah hujan dan pasang surut yang signifikan, sedangkan menurunnya nilai potensial redoks disebabkan oleh berikatnya senyawa Fe dengan H<sub>2</sub>S pada kondisi sedimen anaerob yang menghasilkan pirit (FeS<sub>2</sub>) bersifat toksik sehingga akan mengganggu pernafasan hewan maupun tumbuhan (Setyono dan Tandjung, 2002).

Rendahnya nilai potensial redoks juga dapat diartikan kondisi sedimen perairan dalam keadaan tidak tereduksi dan bersifat aerob serta kemungkinan besar tidak bersifat toksik, sehingga masih mampu untuk mendukung kehidupan organisme perairan.

Kemudian positifnya nilai potensial redoks menunjukkan kondisi lingkungan memiliki cukup banyak oksigen terlarut di dalam air, sehingga oksigen bukan merupakan faktor pembatas dalam proses metabolisme organismenya. Mintardjo *et al.*, (1985) menyatakan bahwa pengukuran potensial redoks yang negatif dikarenakan kondisi lingkungan tersebut adalah anaerob, sedangkan potensial redoks yang positif dikarenakan kondisi lingkungan aerob (terdapat oksigen) yang digunakan untuk proses dekomposisi (Hasanah *et al.*, 2013).

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut, secara keseluruhan kisaran parameter kualitas air yang diukur di kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri masih dalam batasan toleransi bagi kehidupan mangrove Provinsi Riau.

#### **IV. Kesimpulan**

Distribusi populasi *R. apiculata* di lokasi penelitian didominasi oleh kategori anakan dengan kepadatan populasinya tergolong sedang dan kisaran parameter kualitas perairan yang diukur secara keseluruhannya juga masih dalam batasan toleransi untuk kehidupan mangrove Provinsi Riau.

#### **Daftar Pustaka**

- Affan JM. 2010. Analisis potensi sumberdaya laut dan kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia di Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *Spektra*. 10(2): 99-113.
- Bengen DG. 2004. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor (ID): Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB.
- Bhattacharya CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*. 23(1): 115-135.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2015. *Riau Dalam Angka*. Pekanbaru, Indonesia. 512 hal.
- [BPTPM] Badan Pelayanan Terpadu dan Penanaman Modal Kota Dumai. 2012. *Potensi dan Peluang Investasi Kota Dumai*. Dumai, Indonesia.
- Budiasih R, Supriharyono, Muskananfola MR. 2015. Analisis kandungan bahan organik, nitrat, fosfat pada sedimen di kawasan mangrove jenis *Rhizophora* dan *Avicennia* di Desa Timbulsloko, Demak. *Management of Aquatic Resources*. 4(3): 66-75.
- Day JW, Coronado-Molina C, Vera-Herrera FR, Twilley R, Rivera-Monroy VH, Alvarez-Guillen H, Day R, Conner W. 1996. A 7 year record of above-ground net primary production in a southeastern Mexican mangrove forest. *Aquatic Botany*. 55(1): 39-60.
- [DISNAKKANLA] Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kota Dumai. 2008. *Mengenal Mangrove Kota Dumai*. Dumai, Indonesia. 177 hal.
- 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. Townsville (AUS). 390 hal.
- Fitra F, Zakaria IJ, Syamsuardi. 2013. Produktivitas primer fitoplankton di Teluk Bungus. *Biologika*. 2(1): 59-66.
- Getter CD, Scott GI, Michel J. 1981. The effects of oil spills on mangrove forests: A comparison of five oil spill sites in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *International Oil Spill Conference Proceedings*. 1981(1): 535-540.

- Getter CD, Ballou TG, Koons CB. 1985. Effects of dispersed oil on mangroves synthesis of a seven-year study. *Marine Pollution Bulletin*. 16(8): 318-324.
- Hamidy R, Sastrodihardjo S, Adianto, Taufikurahman. 2002. Struktur komunitas dan produksi serasah mangrove di Dumai, Riau. *Biologi*. 2(13): 755-768.
- Hasanah I, Widjanarko P, Musa M. 2013. Evaluasi kelayakan tambak tradisional ditinjau dari segi biofisik di Desa Tritunggal Kecamatan Babat Kabupaten Lamongan. *MSPi Student Journal*. 1(1): 11-21.
- Janaki-Raman D, Jonathan MP, Srinivasalu S, Armstrong-Altrin JS, Mohan SP, Ram-Mohan V. 2007. Trace metal enrichments in core sediments in Muthupet mangroves, SE coast of India: Application of acid leachable technique. *Environmental Pollution*. 145(1): 245-257.
- Jhonnerie R, Prianto E, Oktorini Y. 2007. Deteksi perubahan luasan hutan mangrove dengan menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis di Kota Dumai Provinsi Riau. *Torani*. 17(2): 159-169.
- Jhonnerie R, Siregar VP, Nababan B, Prasetyo LB, Wouthuyzen S. 2014. Deteksi perubahan tutupan mangrove menggunakan citra landsat berdasarkan klasifikasi hibrida di Sungai Kembung, Pulau Bengkalis, Provinsi Riau. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(2): 491-506.
- [KMN LH] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Dalam: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. KLH, Jakarta.
- [KMLH] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. No. 201. Jakarta.
- Kolehmainen S, Morgan T, Castro R. 1974. *Mangrove Root Communities in A Thermally Altered Area in Guayanilla Bay*. In: *Thermal ecology symposium*. 1973 May 3: Augusta, Georgia.
- Kusumaningtyas MA, Bramawanto R, Daulat A, Pranowo WS. 2014. Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *Depik*. 3(1): 10-20.
- Mintardjo K, Sunaryanto A, Utaminingsih, Hermiya-ningsih. 1985. *Persyaratan Tanah dan Air*. Dalam: *Pedoman Budidaya Tambak BBAP*. Jepara (ID): Dirjen Perikanan Deptan RI.
- Nonji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Jakarta (ID): Djembatan. 368 hal.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (ID): PHKA/WI-IP. 227 hal.
- Parvareh H, Abedi Z, Farshchi P, Karami M, Khorasani N, Karbassi A. 2010. Bioavailability and concentration of heavy metals in the sediments and leaves of grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh, in Sirik Azini Creek, Iran. *Biological Trace Element Research*. 143(2): 1121-1130.
- Prianto E, Jhonnerie R, Firdaus R, Hidayat T, Miswadi. 2006. Keanekaragaman hayati dan struktur ekologi mangrove dewasa di kawasan pesisir Kota Dumai Provinsi Riau. *Biodiversitas*. 7(4): 327-332.
- Proffitt CE, Devlin DJ, Lindsey M. 1995. Effects of oil on mangrove seedlings grown under different environmental conditions. *Marine Pollution Bulletin*. 30(12): 788 – 793.
- Purba NP, Khan AMA. 2010. Karakteristik fisika kimia perairan pantai Dumai musim peralihan. *Akuatika*. 1(1): 69-83.
- Purnobasuki H. 2011. Ancaman terhadap hutan mangrove di Indonesia dan langkah strategis pencegahannya. *Bulletin PSL Universitas Surabaya*. 25: 3-6.



- Rahman MM, Rahman MT, Rahaman MS, Rahman F, Ahmad JU, Shakera B, Halim MA. 2013. Water quality of the world's largest mangrove forest. *Canadian Chemical Transactions*. 1(2): 141-156.
- Romanach SS, DeAngelis DL, Koh HL, Li Y, Teh SY, Barizan RSR, Zhai L. 2018. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives and prognosis. *Ocean and Coastal Management*. 154: 72 – 82.
- Setyono P, Tandjung SD. 2002. Dampak senyawa pirit (FeS<sub>2</sub>) terhadap pH dan potensial redoks perairan tambang Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) serta kemungkinan mitigasinya secara hayati. *BioSmart*. 4(2): 60-65.
- Simanjuntak M. 2012. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2): 290-303.
- Supriyantini E, Nuraini RAT, Fadmawati AP. 2017. Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 29-38.
- Syahrial, Sustriani Y, Susammesin VA, Taher DP, Atikah N, Lubis KM, Ilahi I, Mulyadi A, Amin B, Siregar SH. 2017. Regenerasi alami semai *Rhizophora apiculata* di kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri Provinsi Riau. *Enggano*. 2(2): 208-217.
- Ulqodry TZ, Bengen DG, Kaswadji RF. 2010. Karakteristik perairan mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan berdasarkan sebaran parameter lingkungan perairan dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). *Maspari*. 1: 16-21.
- [YLS dan Bappeko Dumai] Yayasan Laksana Samudera dan Badan Perencanaan Pembangunan Kota Dumai. 2003. *Laporan Akhir Analisis Kesesuaian Lahan dan Landscape Mangrove Kota Dumai*. 100 hal.