

KEANEKARAGAMAN SPESIES CACING PENGGEREK KAYU LAUT DARI HUTAN MANGROVE SETAPOK BESAR KOTA SINGKAWANG KALIMANTAN BARAT

Farah Diba¹, Bayu Wanamukti¹, Khairul Adha², Cheng Chen Ann³

¹Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

²Faculty of Resources Science and Technology, University Malaysia
Sarawak, Malaysia

³Borneo Marine Research Institute, University Malaysia Sabah, Malaysia
Email: farahdiba@fahatan.untan.ac.id

ABSTRAK

Hutan mangrove Setapok Besar terletak di Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat. Daerah ini secara langsung berbatasan dengan Laut Natuna dan menjadi areal penangkapan ikan. Nelayan membangun sero atau tambak ikan dengan jarak 4 mil dari pantai sebagai tempat untuk menangkap ikan. Tambak dibuat dari kayu dan kayu selalu diserang cacing penggerek kayu laut setelah 6 bulan dan mengalami kerusakan. Penelitian bertujuan untuk menginventarisasi keanekaragaman spesies cacing penggerek kayu laut dari hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang. Metode penelitian dilakukan dengan survey eksploratif di hutan mangrove dan areal sero atau tambak ikan. Kayu yang diserang cacing penggerek kayu laut dikumpulkan kemudian cacing dikeluarkan dari kayu dan dimasukkan ke dalam botol yang berisi alkohol 70%. Identifikasi jenis dilakukan di Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Faktor lingkungan yang meliputi kualitas air dan tanah dievaluasi. Hasil penelitian menunjukkan keanekaragaman spesies cacing penggerek kayu laut yang berasal dari kayu yang digunakan di sero atau tambak ikan lebih tinggi daripada di kayu yang berasal dari hutan mangrove. Spesies cacing penggerek kayu laut yang ditemukan berjumlah 15 spesies yang berasal dari 2 famili, yaitu famili Teredinidae dan Pholadidae. Cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di kayu dari sero atau tambak ikan meliputi *Neoteredo reynes*, *Teredo pocalifer*, *Teredo utriculus*, *Teredo siamensis*, *Teredo navalis*, *Teredo batiliformis*, *Teredo dagmarae*, *Teredo dallii*, *Martesia striata*, *Bankia setacea*, *Bankia minima* dan *Petricola pholadiformis*. Spesies cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di kayu dari hutan mangrove meliputi *Bankia caribbea*, *Bankia fimbriolata*, *Bankia minima*, *Martesia striata* dan *Teredo navalis*. Nilai keanekaragaman jenis cacing penggerek kayu laut adalah 2,6699 yang menunjukkan indeks keanekaragaman jenis tinggi. Nilai indeks dominansi sebesar 0,07156 yang menyatakan terdapat jenis cacing penggerek kayu laut yang dominan. Nilai kelimpahan jenis sebesar 0,9859 yang menunjukkan indeks kelimpahan jenis tinggi. Nilai indeks kekayaan jenis sebesar 2,00678 dan termasuk dalam kategori kekayaan jenis sedang. Faktor lingkungan sangat mendukung untuk perkembangan cacing penggerek kayu laut. Nilai rata-

rata pH tanah sebesar 8,16; kandungan C-organik 2,76%; kadar pasir 12,30%; kadar liat 37,19%; kadar debu 50,51%. Nilai rata-rata pH air 7,92; salinitas 7,86%; BOD 9,54 mg/l; COD 528,86 mg/l dan DO 4,68 mg/l. Distribusi cacing penggerek kayu laut tersebar dari hutan mangrove sampai ke sero tambak ikan. Hal ini menunjukkan habitat hutan mangrove Setapok Besar cocok untuk pengembangan cacing penggerek kayu laut dan memberikan prospek pemanfaatan yang baik sebagai sumber pangan.

Kata Kunci: Cacing Penggerek Kayu Laut, Keanekaragaman, Mangrove, Kota Singkawang, Setapok Besar

ABSTRACT

Setapok Besar Mangrove Forest was located in Singkawang City, West Kalimantan Province. This area was directly as a border to Natuna Sea and as a source for fishing area to the community. The fisherman built a fish pond as a place for catches the fish which around 4 miles from the beach. The fish pond made from wood and it's always attack by marine wood borer after 6 month and damage. Despite the economic importance of marine wood borer, the study of the species diversity in Setapok Besar mangrove forest has never been conducted. This study aimed to inventory the species diversity of marine wood borer in Setapok Besar mangrove forest. The methods consist of collected the marine wood borer from wood in mangrove forest and from wood in fish pond. The environment factor consists of soil and water quality was evaluated. Result of research found the species diversity of marine wood borer in wood from fish pond was higher than wood from mangrove forest. Total number of marine wood borer found was 15 species and consist of 2 family, Teredinidae and Pholadidae. The species from wood of fish pond were Neoterredo reynes, Teredo pocalifer, Teredo utriculus, Teredo siamens, Teredo navalis, Teredo batiliformis, Teredo dagmarae, Teredo brevis, Teredo dallii, Bankia setacea Bankia minima, Martesia striata and Petricola pholadiformis. The species from wood in mangrove forest were Teredo navalis, Bankia caribbea, Bankia fimbriolata, Bankia minima and Martesia striata. The diversity value of marine wood borer is 2.6699 which indicates a high index of species diversity. The dominance index value is 0.07156 which states that there are dominant species of marine wood borer. The species abundance value is 0.9859 which indicates a high species abundance index. The value of density index is 2.00678 and included in the category of medium density. The average of soil pH was 8.16; C-organic content was 2.76%; sand content was 12.30%; silt content was 50.51% and clay content was 37.19%. The average of water pH was 7.92; salinity was 7.86%; BOD was 9.54 mg/l; COD was 528.86 mg/l and DO was 4.68 mg/l. The distribution of marine wood borer was from fish pond until the mangrove forest area. These indicate the habitat was suitable for development of marine wood borer and gave the highest potential prospect of utilization the marine wood bores as a food source.

Keywords: Diversity, Marine Wood Borer, Mangrove, Setapok Besar, Singkawang City

PENDAHULUAN

Hutan mangrove terletak di kawasan pesisir pantai dan memiliki peran penting sebagai pelindung dari abrasi dan tsunami. Utomo *dkk* (2017) menyatakan hutan mangrove berada di daerah tepi pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, sehingga lantai hutannya selalu tergenang air. Noor *dkk* (1999) menyatakan mangrove merupakan kombinasi antara kata *mangue* (bahasa portugis) yang berarti tumbuhan dan kata *grove* (bahasa Inggris) yang berarti belukar atau hutan kecil, di Suriname dikenal dengan istilah *mangal* dan *mangro*, sementara di Prancis dikenal dengan nama *manglier*. Ekosistem hutan mangrove memiliki interaksi antara perairan laut, payau, sungai dan terrestrial, dan hal ini membentuk sistem adaptasi pada tumbuhan dan hewan untuk dapat berkembang biak di hutan mangrove. Bentuk adaptasi menghasilkan tumbuhan dan hewan dengan ciri khas yang berbeda dengan tumbuhan dan hewan di ekosistem hutan lainnya.

Hutan mangrove Setapok Besar yang terletak di Kecamatan Singkawang Utara, Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat dikelola oleh kelompok swadaya masyarakat yang bernama Surya Perdana Mandiri. Luas areal hutan mangrove Setapok Besar mencapai ± 102,67 hektar dengan jenis tumbuhan meliputi *Avicennia marina*, *Avicennia lanata*, *Bruguiera cylindrica*, *Ceriops decandra*, *Excoecaria agallocha*, *Hibiscus tillaceus*, *Nypa fruticans*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Terminalia catappa*. Letak hutan mangrove Setapok Besar berada di pantai yang berbatasan langsung dengan Laut Natuna. Hal ini menjadikan laut di sekitar hutan mangrove Setapok Besar menjadi sumber pencaharian ikan bagi masyarakat. Sebagian besar profesi masyarakat sebagai nelayan dan membuat keramba atau tambak ikan di laut. Kayu yang digunakan selalu rusak setelah 6 bulan karena serangan cacing penggerek kayu laut. Kondisi hutan mangrove dan lingkungannya sangat cocok sebagai tempat berkembang biak cacing penggerek kayu laut.

Cacing penggerek kayu laut sering disebut sebagai rayap laut (*shipworm*) adalah invertebrata yang dapat menggali ke dalam dan merusak kayu yang terpapar di lingkungan laut (Rozani dan Salmiah 2015). Istilah yang dikenal masyarakat adalah kapang atau tembiluk (Muslich *dkk* 1988), tambelo (Leiwakabessy 2011), dan tamilok (Betia 2011). Cacing penggerek kayu laut terdiri atas bermacam – macam jenis, namun hanya dibedakan menjadi 2 golongan yaitu *Mollusca* dan *Crustacea*. Golongan *mollusca*, genus yang paling dikenal adalah *Teredo*, *Bankia* dan *Martesia*, sedangkan golongan *Crustacea* meliputi genus *Limnoria*, *Chelura* dan *Sphaeroma*. Daerah penyebaran cacing penggerek kayu laut sangat luas dan hampir terdapat di semua perairan air asin dan payau, di perairan tropis hewan ini dapat berkembang dengan subur dan dapat dijumpai sepanjang tahun (Palvast dan Velde 2011).

Shipway *et al* (2018) menyatakan cacing penggerek kayu laut adalah kelompok bivalvia pemakan kayu yang menyebabkan kerusakan struktur

kayu di dermaga dan pelabuhan. Nilai kerugian mencapai jutaan dolar setiap tahun. Weigelt *et al.* (2016) menyatakan kerusakan kayu karena cacing penggerek kayu laut selain mengebor kayu juga mengkonsumsi kayu. Kerusakan yang ditimbulkan oleh cacing penggerek kayu laut memberi dampak ekonomis dan ekologi di kawasan pesisir dan mangrove. Sampai saat ini belum dilakukan penelitian mengenai spesies cacing penggerek kayu laut yang terdapat di kawasan pesisir dan mangrove di Setapok Besar. Penelitian bertujuan untuk menginventarisasi keanekaragaman spesies cacing penggerek kayu laut dari hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat dan mengkaji faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan cacing penggerek kayu laut.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kawasan hutan mangrove Setapok Besar di Kecamatan Singkawang Utara Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat. Waktu penelitian selama enam bulan, dimulai dari persiapan, pengambilan sampel dan identifikasi cacing penggerek kayu laut. Identifikasi cacing penggerek kayu laut dilakukan di Laboratorium Pengolahan Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, analisis sifat fisika dan kimia tanah dan air dari hutan mangrove dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura dan Laboratorium Kesesuaian Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Alat dan bahan yang digunakan adalah botol vial, salinometer, kapak, pinset, kamera digital, spidol, sepatu boot, mikroskop stereo, kantong plastik, spons dan alkohol 70%.

Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer mencakup semua cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di kawasan hutan mangrove Setapok Besar, serta sifat fisik dan kimia air dan tanah di hutan mangrove. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka mengenai cacing penggerek kayu laut dan pengaruh lingkungan dan habitat terhadap perkembangbiakan cacing penggerek kayu laut. Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah metode survey dengan inventarisasi secara *purposive sampling* mengacu kepada Soegianto (1994) dan Rao *et al* (2008).

Inventarisasi dilakukan dengan mencari secara langsung kayu yang terserang cacing penggerek kayu laut yang terdapat di dalam kawasan hutan mangrove Setapok Besar. Semua kayu yang terserang diambil dan dikumpulkan. Selanjutnya diambil kayu yang terserang cacing penggerek kayu laut dari kayu yang digunakan sebagai sero atau tambak ikan dengan jarak 4 mil dari pantai hutan mangrove Setapok Besar. Waktu tempuh dari pantai ke lokasi sero selama 30 menit. Kayu yang diserang cacing penggerek kayu laut dari sero atau tambak ikan dibawa ke daratan di hutan

mangrove. Semua sampel kayu diukur panjang dan diameternya sebelum dilakukan pengambilan cacing penggerek kayu laut dari dalam kayu. Kayu dipotong menjadi berukuran 1 meter, kemudian dibelah dengan menggunakan kapak untuk mengeluarkan cacing penggerek kayu laut. Semua cacing penggerek kayu laut yang terdapat di dalam kayu diambil dengan pinset dan dikumpulkan di dalam botol vial yang telah diberi alkohol 70%.

Teknik Identifikasi Cacing Penggerek Kayu Laut

Cacing penggerek kayu laut dibawa ke laboratorium dan diletakkan di bawah mikroskop untuk mengamati morfologinya, khususnya pada bagian palet (ekor). Palet dari cacing penggerek kayu laut merupakan organ utama untuk identifikasi jenis. Selanjutnya dilakukan identifikasi jenis cacing penggerek kayu laut dengan kunci identifikasi oleh Turner (1971), Kuhne (1972), Barnes *et al* (1991), Quayle (1992), dan Pechenik (2000).

Analisis Sifat Fisika dan Kimia Air dan Tanah dari Hutan Mangrove

Pengukuran sifat fisika dan kimia air di hutan mangrove Setapok Besar meliputi pH, suhu, dan salinitas dilakukan secara langsung di lapang. Salinitas air diukur dengan alat salinometer merk Atago Hand Refractometer (S-28 model Jepang), pH diukur dengan alat Jenway Portable pH Meter (UK model 3305) dan suhu air diukur dengan alat thermometer. Kemudian diambil sampel air dari hutan mangrove untuk dianalisis di laboratorium yang meliputi nilai *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD) dan *dissolved oxygen* (DO). Tanah dari hutan mangrove diambil dengan ring tanah dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis nilai pH tanah, kandungan C-organik dan tekstur tanah (kadar debu, liat dan pasir).

Analisis data

Analisis data keanekaragaman jenis cacing penggerek kayu laut dari hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang menggunakan rumus sebagai berikut:

Indeks Dominansi

Indeks dominansi adalah parameter yang menyatakan tingkat terpusatnya dominansi (penguasaan) dalam suatu spesies. Dominansi suatu spesies dalam komunitas bisa terpusat pada satu spesies, beberapa spesies, atau banyak spesies yang dapat diperkirakan dari tingginya indeks dominansi (Indriyanto, 2006).

$$\text{Indeks Dominansi (C)} = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan: C = Indeks dominansi
ni = jumlah individu suatu jenis

N = jumlah individu seluruh jenis

Apabila nilai C tinggi, maka dominansinya terpusat pada satu jenis dan apabila nilai C rendah, maka terpusat pada beberapa jenis. Kriteria indeks dominansi menurut Odum (1998) yaitu :

$0 < C < 0,5$ = tidak ada jenis yang mendominasi

$0,5 < C < 1,0$ = terdapat jenis yang mendominasi

Indeks Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis cacing penggerek kayu laut menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Winner dengan rumus dan kriteria sebagai berikut (Odum,1998):

$$\text{Indeks Keanekaragaman Jenis (H)} = - \sum \left\{ \left(\frac{n.i}{N} \right) \log \left(\frac{n.i}{N} \right) \right\}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Winner

ni = jumlah individu setiap spesies

N = banyaknya individu dalam populasi

Kriteria keanekaragaman jenis berdasarkan Indeks Shannon-Winner meliputi (Odum, 1998):

$H < 1,0$ = keanekaragaman jenis rendah

$1,0 < H < 1,5$ = keanekaragaman jenis sedang

$1,6 < H < 3,0$ = keanekaragaman jenis tinggi

$H > 3,0$ = keanekaragaman jenis sangat tinggi

Indeks Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis cacing penggerek kayu laut dipengaruhi oleh keanekaragaman jenis dan jumlah jenis. Kelimpahan jenis menggunakan rumus sebagai berikut (Odum,1998):

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan: e = Indeks kelimpahan jenis

H' = keanekaragaman jenis

\ln = logaritma natural

S = jumlah seluruh jenis

Kriteria kelimpahan jenis berdasarkan Odum (1998):

$e \leq 0,4$ = kelimpahan jenis rendah

$0,4 < e < 0,6$ = kelimpahan jenis sedang

$e \geq 0,6$ = kelimpahan jenis tinggi

Indeks Kekayaan Jenis

Indeks kekayaan jenis merupakan nilai rasio perbandingan antara jumlah jenis cacing penggerek kayu laut keseluruhan terhadap jumlah jenis cacing penggerek kayu yang ditemukan. Indeks kekayaan jenis menggunakan indeks Margalef dengan rumus sebagai berikut (Jorgensen *et al*, 2005):

$$Dmg = (S - 1) / \ln N$$

Keterangan: Dmg = Kekayaan jenis margalef
S = total jumlah jenis
N = jumlah total individu

Kriteria kekayaan jenis menurut Jorgensen *et al*. (2005):

$Dmg \leq 4,0$ = kekayaan jenis baik
 $2,5 < Dmg < 4,0$ = kekayaan jenis sedang

HASIL DAN PEMBAHASAN

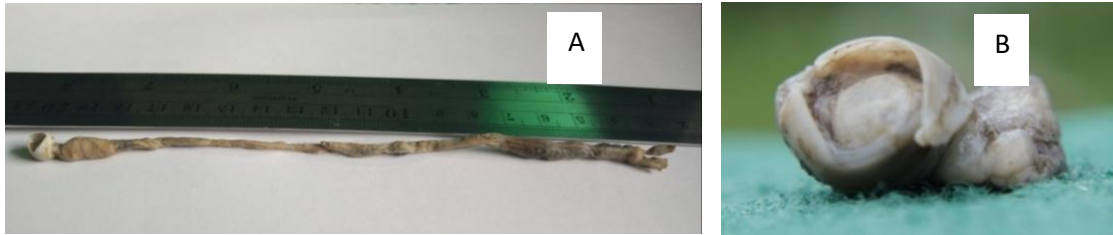
Hasil inventarisasi yang dilakukan menemukan 2 potongan kayu yang diserang cacing penggerek kayu laut dari sero atau tambak ikan dan 2 kayu dari hutan mangrove Setapok Besar. Kayu yang diambil dari sero adalah kayu *Drybalanops rappa* (kayatan) dan kayu *Hopea mangarawan* (sangai merah). Kayu yang diperoleh masing-masing berukuran panjang 4 meter 25 cm dengan diameter 12 cm untuk kayu kayatan dan panjang 4 meter 35 cm dengan diameter 14 cm untuk kayu sangai merah. Kayu yang ditemukan di hutan mangrove Setapok Besar yaitu kayu *Avicennia marina* (api-api putih) dan kayu *Rhizophora mucronata* (bakau kurap). Kayu api-api putih memiliki panjang 1 meter 85 cm dengan diameter 11 cm. Kayu bakau kurap memiliki panjang 1 meter 55 cm dengan diameter 10 cm. Potongan kayu yang diserang cacing penggerek kayu laut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kayu yang diserang cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat

Cacing penggerek kayu laut yang ditemukan memiliki ukuran panjang sebesar 15 - 30 cm, warna badannya mengikuti warna kayu yang dimakannya, warna ekor putih kekuningan hingga coklat dan memiliki tubuh yang lunak. Cacing penggerek kayu laut mengandung air, namun air

tersebut mudah menyusut ketika tubuh cacing penggerek kayu ini dikeluarkan dari kayu. Bentuknya akan langsung berubah menjadi kecil walaupun ketika pertama dijumpai sangat besar. Bentuk kepala cacing penggerek laut adalah sama untuk setiap jenisnya, memiliki warna yang putih hingga kecoklatan. Bagian kepala memiliki sepasang bulatan kecil yang dinamakan cangkang yang berguna untuk membuat lubang pada kayu. Bentuk ekor (palet) digunakan untuk identifikasi spesies. Morfologi cacing penggerek kayu laut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di hutan mangrove. Setapak Besar Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat; (A) panjang cacing penggerek kayu laut (B) bentuk kepala

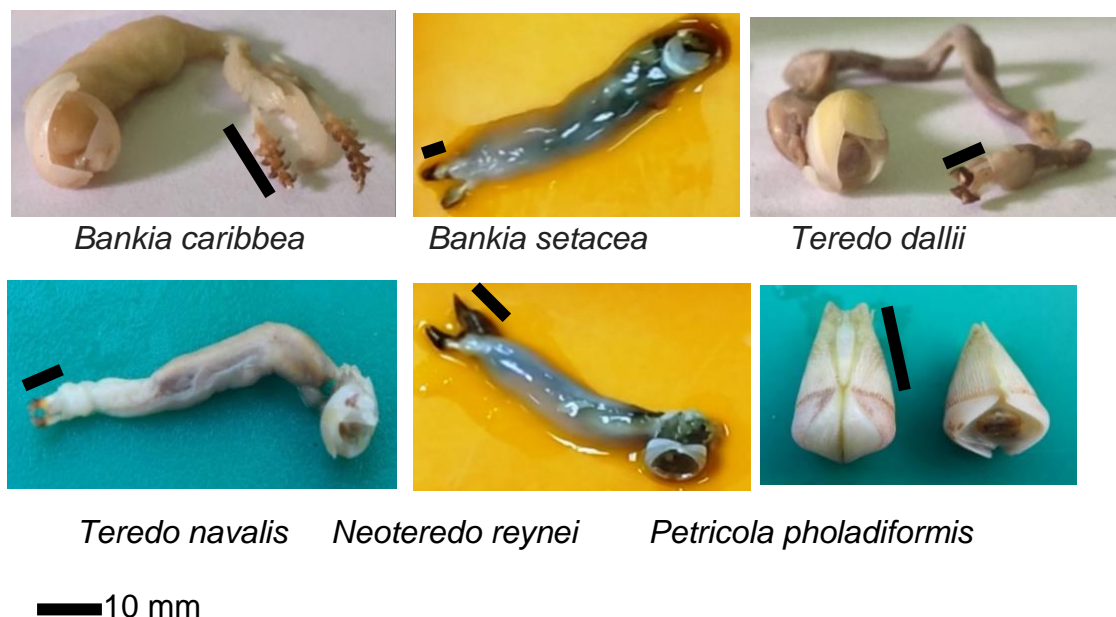
Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan pada cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di hutan mangrove Setapak Besar Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat, ditemukan 15 spesies yang berasal dari 2 famili, yaitu famili Teredinidae dan Pholadidae. Genus yang dominan ditemukan adalah genus *Teredo* sp yaitu sebanyak 8 spesies, kemudian genus *Bankia* sp sebanyak 4 spesies. Spesies cacing penggerek kayu laut dari kayu yang berada di sero atau tambak ikan terdiri atas 13 spesies meliputi *Bankia setacea*, *Bankia minima*, *Petricola pholadiformis*, *Teredo pocalifer*, *Teredo siamensis*, *Teredo utriculus*, *Teredo navalis*, *Teredo batiliformis*, *Teredo dagmarae*, *Teredo brevis*, *Teredo dallii*, *Martesia striata*, dan *Neoteredo reynes*.

Spesies cacing penggerek kayu laut dari kayu di hutan mangrove terdiri atas 5 spesies meliputi *Bankia caribbea*, *Bankia minima*, *Bankia fimbriolata*, *Teredo navalis* dan *Martesia striata*. Spesies cacing penggerek kayu laut yang ditemukan pada kayu yang berasal dari sero atau tambak ikan lebih banyak daripada dari kayu yang berada di kawasan hutan mangrove. Hal ini dapat disebabkan karena kayu yang berada di kawasan sero berada pada kawasan Laut Natuna yang merupakan habitat yang sesuai untuk berkembang biaknya cacing penggerek kayu laut.

Cacing penggerek kayu laut memiliki peran penting dalam ekosistem yaitu berperan dalam siklus karbon dan mendegradasi lignoselulosa yang berada di hutan mangrove (Voight, 2015). Cacing penggerek kayu laut dapat menjadi sumber pangan yang bergizi karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Masyarakat di Pulau Luzon di Philipina telah memanfaatkan cacing penggerek kayu sebagai sumber makanan. Cacing penggerek kayu laut mengandung karbohidrat dan protein sehingga baik dan aman untuk dikonsumsi. Masyarakat umumnya memanfaatkan sebagai umpan pancing ikan, dan banyak manfaat yang

belum dieksplorasi seperti sebagai bahan kosmetik, pangan ikan dalam bentuk tepung dan penghasil glikogen yang baik untuk fungsi hati dan otot.

Cacing penggerek kayu laut (Teredinidae) oleh masyarakat di Negara Brasil bagian Utara dipercaya dapat menyembuhkan penyakit menular. Masyarakat Brasil menyebut dengan nama turu (Maldonaldo dan Skinner 2016). Morfologi cacing penggerek kayu laut yang dominan ditemukan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Jenis-jenis cacing penggerek kayu laut yang dominan ditemukan dari hutan mangrove Setapok Besar, Kota Singkawang, Kalimantan Barat

Keanekaragaman jenis, dominansi, kelimpahan dan kekayaan jenis cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang

Nilai keanekaragaman jenis cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang adalah 2,6699. Nilai ini termasuk dalam indeks keanekaragaman jenis tinggi ($1,6 < H < 3,0$). Nilai keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan hutan mangrove Setapok Besar sangat baik sebagai habitat dan perkembangbiakan cacing penggerek kayu laut. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan cacing penggerek kayu laut meliputi kondisi lingkungan, salinitas, dan ketersediaan pakan. Kawasan hutan mangrove Setapok Besar dikelola oleh LSM yang fokus pada rehabilitasi lahan dan melakukan penanaman jenis-jenis mangrove, seperti api-api (*Avicennia sp*) dan bakau (*Rhizophora sp*). Kedua jenis mangrove ini menjadi sumber pakan bagi cacing penggerek kayu laut. Penelitian Swain *et al* (2017) menemukan 16 spesies cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Teluk Bengal, Andhra Pradesh, India dan nilai keanekaragaman jenis sebesar 1,835 dengan klasifikasi indeks keanekaragaman jenis tinggi. Nilai keanekaragaman jenis menyatakan variasi spesies yang ada dalam suatu kawasan atau

ekosistem. Leonel *et al* (2002) menyatakan suatu ekosistem yang memiliki nilai indeks keanekaragaman tinggi dapat disimpulkan bahwa ekosistem tersebut cenderung dalam keadaan baik dan seimbang. Sebaliknya jika nilai indeks keanekaragaman rendah menunjukkan bahwa ekosistem atau kawasan berada dalam kondisi terdegradasi atau tertekan.

Nilai indeks dominansi (C) cacing penggerek kayu laut dari hutan mangrove Setapok Besar sebesar 0,07156. Nilai indeks dominansi ini menyatakan terdapat jenis cacing penggerek kayu laut yang dominan ($0,5 < C < 1,0$). Genus yang dominan yang ditemukan adalah genus *Teredo* sp, dengan jumlah 8 spesies yaitu *Teredo pocalifer*, *Teredo siamensis*, *Teredo utriculus*, *Teredo navalis*, *Teredo batiliformis*, *Teredo dagmarae*, *Teredo brevis*, dan *Teredo dallii*. Genus kedua yang dominan adalah *Bankia* sp sebanyak 4 spesies yaitu *Bankia caribbea*, *Bankia minima*, *Bankia fimbriolata*, dan *Bankia setacea*. Borges *et al* (2010) menyatakan dominansi suatu spesies menunjukkan lingkungan hutan mangrove memiliki sumber pakan serta salinitas atau kondisi lingkungan perairan yang baik untuk perkembangbiakan cacing penggerek kayu laut. Habitat yang banyak ditemukan genus *Teredo* sp adalah pada vegetasi *Avicennia marina*. Penelitian Swain *et al* (2017) menemukan dua genus yang dominan dari hutan mangrove Teluk Bengal, India yaitu genus *Bankia* sp (sebanyak 7 spesies) dan genus *Teredo* sp. (sebanyak 4 spesies). Genus *Teredo* sp dan *Bankia* sp menjadi dominan karena kemampuan adaptasi terhadap salinitas air yang tinggi dan pakan utamanya adalah jenis api-api dan bakau yang merupakan jenis yang dominan di hutan mangrove.

Nilai kelimpahan jenis cacing penggerek kayu laut dari hutan mangrove Setapok Besar sebesar 0,9859. Nilai ini menunjukkan indeks kelimpahan jenis tinggi ($e \geq 0,6$) artinya cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar jumlahnya melimpah dan kondisi hutan mangrove cocok untuk habitat berkembang biaknya cacing penggerek kayu laut. Hasil penelitian Swain *et al* (2017) mendapatkan nilai kelimpahan jenis sebesar 0,950, hampir sama dengan nilai kelimpahan jenis yang diperoleh dari hutan mangrove Setapok Besar. Timothy *et al* (2014) menyatakan cacing penggerek kayu laut banyak ditemukan di pohon api-api dan bakau, memberi dampak positif sebagai dekomposer serasah dan kayu lapuk dan memberi dampak negatif dengan kerusakan pada morfologi pohon. Marimuthu *et al* (2015) menyatakan hutan mangrove memiliki sedimen berlumpur yang kaya dengan bahan organik sehingga menjadi faktor pendukung sebagai sumber tempat tinggal cacing penggerek kayu laut.

Nilai indeks kekayaan jenis cacing penggerek kayu laut sebesar 2,00678 dan termasuk dalam katagori kekayaan jenis sedang. Jumlah spesies yang ditemukan sebanyak 15 spesies cacing penggerek kayu laut yang terdiri atas dua famili yaitu famili *Teredinidae* dan *Pholadidae*. Filho *et al* (2008) menyatakan famili *Teredinidae* merupakan moluska bivalvia yang memiliki bentuk morfologi paling beradaptasi sebagai penggerek kayu. Cacing penggerek kayu laut memiliki tubuh lunak, memanjang seperti cacing, kepalanya berbentuk bulan sabit yang dilengkapi dengan parut dan kikir yang berguna untuk membuat lubang. Lubang pada kayu biasanya dibuat tegak lurus terhadap serat kayu, kemudian membelok sejajar dengan

arah serat kayu. Dinding lubang pada kayu tersebut dilapisi dengan suatu substansi yang mengandung kapur.

Analisis Sifat Fisika dan Kimia Air dan Tanah dari Hutan Mangrove Setapok Besar Kota Singkawang

Hasil pengukuran kualitas air diperoleh nilai rata-rata suhu sebesar 28,4°C. Nilai tersebut masih termasuk dalam batas toleransi ekosistem mangrove untuk berkembang biak. Kennish (1990) menyatakan suhu air merupakan faktor penting dalam kehidupan organisme di hutan mangrove. Suhu air yang baik untuk perkembangbiakan organisme di hutan mangrove dengan optimal adalah pada suhu lebih dari 20°C (Bengen, 2002) dan tidak lebih dari 40°C (Kordi, 2012). Supriharyono (2007) menyatakan mikroorganisme, hewan dan tumbuhan dapat hidup dan berkembang biak dengan baik pada kisaran suhu air lebih dari 20°C.

Nilai rata-rata pH yang diperoleh dari air di hutan mangrove sebesar 7,92. Nilai ini memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004. Nilai pH menunjukkan aktifitas ion hidrogen di dalam air. Perkembangbiakan cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove dipengaruhi oleh nilai pH air. Effendi (2003) menyatakan organisme perairan dapat berkembang biak dengan baik pada pH air sebesar 7 – 8,5. Nilai pH air yang diperoleh di hutan mangrove Setapok Besar menunjukkan ekologi hutan mangrove sangat mendukung untuk pertumbuhan cacing penggerek kayu laut.

Nilai salinitas air di hutan mangrove Setapok Besar sebesar 7,86‰. Nilai salinitas ini masih memenuhi baku mutu air laut untuk kehidupan organisme di hutan mangrove sesuai dengan nilai yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004. Menurut Bengen (2002) kehidupan biota di ekosistem mangrove termasuk cacing penggerek kayu laut dapat berkembang biak dengan baik pada nilai salinitas 2-38‰. Dahuri *dkk* (2004) menyatakan salinitas adalah jumlah garam dalam suatu perairan. Salinitas air dipengaruhi oleh berbagai faktor yang meliputi curah hujan, aliran sungai, penguapan dan pola sirkulasi air (Nontji, 2005). Nilai salinitas yang diperoleh pada hutan mangrove Setapok Besar menunjukkan spesies *Avicenia marina* dan *Rhizopora mucronata* dapat tumbuh dan subur dan kedua spesies ini menjadi sumber pakan bagi cacing penggerek kayu laut. Renta *dkk* (2016) meneliti salinitas air di hutan mangrove di Desa Mojo Kabupaten Pemalang Jawa Tengah memperoleh nilai salinitas 35-40 ppt dengan vegetasi dominan adalah *Avicenia marina*, *Avicenia alba*, dan *Rhizopora mucronata*. Hal ini sejalan dengan vegetasi yang ditemukan di hutan mangrove Setapok Besar yang didominasi oleh jenis *Avicenia marina* dan *Rhizopora mucronata*. Kusmana *dkk* (2003) menyatakan bahwa kondisi salinitas sebesar 10-30 ppt sangat baik untuk pertumbuhan spesies *Avicenia marina*, *Rhizopora mucronata* dan *Sonneratia* sp.

Nilai rata-rata kebutuhan oksigen biologi (*Biological Oxygen Demand* /BOD) dari air yang berada di hutan mangrove Setapok Besar adalah sebesar 9,54 mg/l. Nilai BOD masih di bawah baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup berdasarkan

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yaitu 20 mg/l. Oksigen memiliki peran penting dalam menunjukkan indikator kualitas perairan yang dapat digunakan sebagai habitat berkembang biak organisme. BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik di dalam air sebagai sumber makanan dan energi. Bahan organik yang terdapat di hutan mangrove sebagian besar berasal dari serasah yang meliputi daun, ranting dan batang. Amarashinghe dan Balasubramanian (1992) menyatakan serasah di lahan mangrove mengandung protein dan karbohidrat yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme.

Nilai rata-rata kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand / COD*) dari air yang berada di hutan mangrove Setapok Besar sebesar 528,86 mg/l. COD merupakan jumlah kebutuhan senyawa kimia terhadap oksigen untuk mengurai bahan organik. Nilai COD yang tinggi dapat disebabkan karena vegetasi yang rapat di hutan mangrove Setapok Besar dan penggunaan kawasan hutan mangrove sebagai tempat ekowisata. Vegetasi yang rapat akan menghasilkan serasah yang tinggi dan serasah akan menjadi bahan organik di perairan. Aktivitas ekowisata juga menghasilkan bahan organik yang berasal dari sampah dan sisa bahan makanan pengunjung. Supriyantini dkk (2017) menyatakan nilai COD yang tinggi dapat disebabkan oleh degradasi bahan organik dan anorganik yang berasal dari hutan mangrove sendiri dan juga aktivitas masyarakat di sekitar hutan mangrove. Atima (2015) menyatakan nilai COD yang tinggi pada suatu perairan akan memberi dampak pada nilai BOD dan nilai kandungan oksigen terlarut (DO) dan dapat menurunkan kualitas perairan.

Nilai rata-rata oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen / DO*) dari air yang berada di hutan mangrove Setapok Besar adalah 4,68 mg/l. Nilai ini belum memenuhi ambang baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yaitu lebih dari 5 mg/l. Namun organisme biota laut seperti cacing penggerek kayu laut, ikan tembakol, kepiting dan tumbuhan mangrove masih dapat berkembang dengan baik di hutan mangrove Setapok Besar. Supriyantini dkk (2017) menyatakan kandungan oksigen terlarut sebesar 2 mg/l sudah memenuhi untuk mendukung metabolisme organisme biota laut. Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai DO menunjukkan jumlah oksigen yang tersedia dalam suatu perairan. Oksigen diperlukan organisme untuk pernafasan, metabolisme dan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Irham (2017) menyatakan oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas.

Selain sifat fisika dan kimia air, dikaji sifat dan karakteristik tanah yang terdapat di hutan mangrove. Parameter yang dikaji meliputi pH tanah, kandungan bahan organik tanah serta tekstur tanah. Nilai pH tanah hutan mangrove Setapok Besar adalah 8,16. Nilai pH tanah mempengaruhi aktivitas cacing penggerek kayu laut. Kushartono (2009) menyatakan pH tanah hutan mangrove di Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang sebesar 6 – 8, dan nilai ini tidak jauh berbeda dengan pH tanah hutan mangrove

Setapok Besar. Nilai pH tanah ini masih memenuhi untuk perkembangbiakan cacing penggerek kayu laut. Hardjowigeno (1995) menyatakan pH pada permukaan tanah lebih tinggi dari lapisan di bawahnya karena proses dekomposisi serasah lebih banyak di bagian permukaan tanah. Cacing penggerek kayu laut hidup dan berkembang biak di dalam kayu yang berada di permukaan tanah. Nilai pH 8,16 masih mendukung untuk kehidupan cacing penggerek kayu laut.

Kandungan C-organik tanah hutan mangrove Setapok Besar yaitu 2,76% dan kandungan tekstur tanah terdiri atas pasir 12,30%; debu 50,51%; dan liat 37,19%. Ulum *dkk* (2012) menyatakan kandungan C-organik dan tekstur tanah mangrove mempengaruhi nilai kelimpahan dan keanekaragaman organisme biota laut. Saenger (2002) menyatakan bahan organik di hutan mangrove terbagi dua kelompok, yaitu bahan organik yang terlarut dalam air dan bahan organik yang tertinggal di dalam sedimen. Supriharyono (2000) menyatakan substrat hutan mangrove memiliki banyak lumpur sangat cocok bagi biota laut yang hidup pada salinitas air yang tinggi, salah satunya adalah cacing penggerek kayu laut. Kandungan organik tanah yang tinggi menyebabkan hutan mangrove menjadi sangat sesuai untuk perkembangbiakan cacing penggerek kayu.

KESIMPULAN

Cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang terdiri atas 15 spesies yang berasal dari 2 famili, yaitu famili Teredinidae dan Pholadidae. Spesies cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di kayu dari sero atau tambak ikan meliputi *Neoteredo reynes*, *Teredo pocalifer*, *Teredo utriculus*, *Teredo siamensis*, *Teredo navalis*, *Teredo batiliformis*, *Teredo dagmarae*, *Teredo dallii*, *Martesia striata*, *Bankia setacea*, *Bankia minima* dan *Petricola pholadiformis*. Spesies cacing penggerek kayu laut yang ditemukan di kayu dari hutan mangrove meliputi *Bankia caribbea*, *Bankia fimbriolata*, *Bankia minima*, *Martesia striata* dan *Teredo navalis*.

Nilai keanekaragaman jenis cacing penggerek kayu laut di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang adalah 2,6699 dan termasuk dalam indeks keanekaragaman jenis tinggi. Nilai indeks dominansi (C) cacing penggerek kayu laut sebesar 0,07156 dan menyimpulkan terdapat jenis cacing penggerek kayu laut yang dominan. Nilai kelimpahan jenis cacing penggerek kayu laut sebesar 0,9859 dan menunjukkan indeks kelimpahan jenis tinggi. Nilai indeks kekayaan jenis cacing penggerek kayu laut sebesar 2,00678 dan termasuk dalam katagori kekayaan jenis sedang.

Faktor lingkungan di hutan mangrove Setapok Besar Kota Singkawang sangat mendukung untuk perkembangan cacing penggerek kayu laut. Nilai rata-rata pH tanah sebesar 8,16; kandungan C-organik 2,76%; kadar pasir 12,30%; kadar liat 37,19%; kadar debu 50,51%. Nilai rata-rata pH air 7,92; salinitas 7,86‰; BOD 9,54 mg/l; COD 528,86 mg/l dan DO 4,68 mg/l. Distribusi cacing penggerek kayu laut tersebar dari hutan mangrove sampai ke sero tambak ikan. Hal ini menunjukkan habitat hutan

mangrove Setapok Besar Kota Singkawang cocok untuk pengembangan cacing penggerek kayu laut dan memberikan prospek pemanfaatan yang baik sebagai sumber pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada SEAMEO BIOTROP yang telah memberikan biaya penelitian melalui dana DIPA SEAMEO BIOTROP.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarashinge, M dan Balasubramanian, D. 1992. Net primary productivity of two mangrove forest stand on the Northwestern Coast of Srilanka in the ecology of mangrove and related ecosystem. Kluwer Academic Publisher. Netherland.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *Jurnal BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan* 4 (1): 83-93.
- Bengen, DG. 2002. Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Barnes, RSK, Calow, P, Olive, PJW dan Golding, DW. 1991. The invertebrates: a new synthesis (2^{ed}). Blackwell Scientific Publications. USA.
- Betia J. 2011. Palawan's Kinilaw na Tampilok. Journeyingjames Press. Philipines.
- Borges LMS, Valente AA, Palma P. 2010. Changes in the wood boring community in the Tagus Estuary, a case study. *Mar Biod Rec.* 3(841):1-7.
- Dahuri, R, Rais J, Ginting SP, Sitepu MJ. 2004. Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan laut secara terpadu. Edisi revisi. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas perairan bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Filho CS, Tagliaro CH, Beasley CR. 2008. Seasonal abundance of shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia: Teridinidae) in mangrove drift wood from a northern Brazilian beach. *Iheringia Ser Zool Porto Alegre* 98(1):17-23.
- Hardjowigeno S. 1995. Ilmu Tanah. Akademi Pressindo, Jakarta.

- Indriyanto, 2006. *Ekologi Hutan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Irham MFA. 2017. Analisa BOD dan COD di perairan Sungai Krueng Cut, Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan* 6 (3):199-204.
- Jorgensen SE, Costanza R, Xu FL. 2005. *Handbook of Ecological Indicators for Assesment of Ecosystem Health*. CRC Press. UK.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. No. 51 Tahun 2004. Tentang : Baku Mutu Air Laut.
- Kennish, MJ. 1990. *Ecology of estuaries; biological aspect*. Vol II. CRC Press, Inc. New York. USA.
- Kuhne H. 1972. The identification of wood boring crustaceans. In E. B. G. Jones & S. K. Eltringham (eds), *Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*. Proceedings of the DECD Workshop, Paris: 5-88.
- Kushartono EW. 2009. Beberapa aspek bio-fisik kimia tanah di daerah mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14 (2):76-83.
- Kusmana, C., Wilarso S, Hilwan I, Pamoengkas P, Wibowo C, Tiryana T, Triswanto A, Yunasfi, Hamzah. 2003. *Teknik rehabilitasi mangrove*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kordi, KMGH. 2012. *Ekosistem mangrove, potensi, fungsi dan pengelolaannya*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Leiwakabessy J. 2011. *Komposisi kimia dan identifikasi senyawa antioksidan dari ekstrak tambelo (Bactronophorus thoracites)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Leonel RMV, Lopes SCBC, Aversari M. 2002. Distribution of wood boring bivalves in the Mamanguape river estuary, Paraiba, Brazil. *J Mar Biol Assoc* 82(6):1039–1040.
- Maldonado GC and Skinner LF. 2016. Differences in the distribution and abundance of Teredinidae (Mollusca: Bivalvia) along the coast of Rio de Jeneiro state. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(4):375-386.
- Marimuthu, P, Balasubramaniam J, Jayaraj KA. 2015. A new record of the marine wood-borer *Spathoteredo obtusa* (Sivickis) (Bivalvia:Teredinidae) from the mangroves of Andaman Archipelago, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 44(10):1554-1558.

- Muslich, M, Sumarni G, Hadjib N. 1988. Laju serangan Pholadidae dan Teredinidae pada beberapa jenis kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 5(7): 400-403.
- Noor, YR, Khazali M dan Suryadipura INN. 1999. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. PKA/WI-IP, Bogor.
- Nontji, A. 2005. Laut Nusantara (Edisi revisi). Penerbit Djambatan, Jakarta
- Odum EP. 1998. Dasar-Dasar Ekologi Edisi ke-3. Terjemahan oleh Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Palvast P and Velde G van der. 2011. New threats of an old enemy : The distribution of the shipworm *Teredo navalis* L. (*Bivalvia: Teredinidae*) related to climate change in the Port of Rotterdam area the Netherlands. *Marine Pollution Bulletin* 62(8):1822-1829.
- Pechenik, JA. 2000. Biology of the Invertebrates (4th Ed). McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Quayle DB. 1992. Marine wood borers in British Columbia. Departement of Fisheries and Oceans. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 155. Ottawa 1992.
- Rao MV, Baaji M, Pachu AV. 2008. Marine wood borers of Bhimunipatnam-Visakhapatnam coast, Bay of Bengal, India. *J Timb Dev Assoc India* 54: 59-77.
- Renta PP, Pribadi R, Zainuri M, Utami MAF. 2016. Struktur komunitas mangrove di Desa Mojo Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. *Jurnal Enggano* 1(2): 1-10.
- Rozani K and Salmiah U. 2015. Resistance of five timber species to marine borer attack. *Journal of Tropical Forest Science*. 27(3): 400-412.
- Saenger, P. 2002. Mangrove ecology, silviculture and conservation. Kluwer Academic Publishers. London.
- Shipway, JR, Borges LMS, Muller J, Cragg SM. 2018. The broadcast spawning caribbean shipworm, *Teredothyra dominicensis* (Bivalvia, Teredinidae) has invaded and become established in the Eastern Mediterranean Sea. *Biological Invasions*.16: 2037–2048.
- Supriharyono. 2007. Konservasi ekosistem sumberdaya hayati di wilayah pesisir dan laut tropis. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Soegianto. 1994. Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi dan Komunitas. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.

- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. Gramedia. Jakarta.
- 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.
- Swain D, Pachu AV, Rao MV. 2017. Biodiversity of shipworms (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae) in the vicinity of a tropical mangrove ecosystem along Bay of Bengal, Andhra Pradesh, India. *Biodiversity Int J* 1(4): 00021. DOI: 10.15406/bij.2017.01.00021.
- Turner RD. 1971. A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae (Mollusca :Bivalvia). Museum of Comparative Zoology Harvard University Cambridge, Massacushets and William F Clapp Laboratories Battle Memorial Institute Aduxburry, Massacushets.
- Timothy MD, Rivera CE, Hsieh HL. 2014. Damage and alteration of mangroves inhabited by a marine wood-borer. *Marine Ecology Progress Series*. 516: 177–185.
- Ulum MM, Widianingsih, Hartati R.2012. Komposisi dan kelimpahan makrozoobenthos krustasea di kawasan vegetasi mangrove Kelurahan Tugurejo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Journal of Marine Research*. 1 (2):243-251.
- Utomo B, Budiastuti S, Muryani C. 2017. Strategi pengelolaan hutan mangrove di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 15 (2): 117-123
- Voight, JR. 2015. Xylotrophic bivalves : aspects of their biology and the impacts of humans. *J Molluscan Stud*. 5:175–186.
- Weigelt R, Lippert H, Borges LMS and Bastrop R. 2016. First time DNA barcoding of the common shipworm *Teredo navalis* Linnaeus 1758 (Mollusca: Bivalvia: Teredinidae): Molecular-taxonomic investigation and identification of a widespread wood-borer. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 475:154-162.