

Hubungan Keanekaragaman Portunidae dengan Kerapatan Hutan Mangrove Pantai Popongan di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur Indonesia

The Relationship between Portunidae Diversity and Mangrove Density at Popongan Coastal Baluran National Park, East Java Indonesia

Yuni Kartika Dewi^{*)}, Sudarmadji^{**)}, Hari Purnomo^{***)}

^{*)}Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Jember

^{**)Fakultas Pertanian, Universitas Jember}

^{*)Email: miss.tika.line@gmail.com}

ABSTRACT

This research was conducted in the mangrove forest of Popongan beach at Baluran National Park, East Java. The aim of this research was to determine the relationship between mangrove density and Portunidae diversity in mangrove forest at Popongan beach. Line transect method was used in this research. There are three transects consist of 17 plots, each plot sized 20m x 20m. The data analysis were done by using Person correlation and linear regression R Program. The results showed p-value 0,003, it means there is relationship between Portunidae diversity and the mangrove density. The temperature and tide showed p-value < 0,005, that means the abiotic factors affect Portunidae diversity in mangrove. The Portunidae diversity at mangrove forest of Popongan beach is relatively low (H' value 0,152). There were five species was found, there were *Charybdis (Charybdis) miles*, *Podhophthalmus vigil*, *Portunus pelagicus*, *Scylla serrata*, and *Thalamita crenata*. The dominant species in this mangrove forest is *Thalamita crenata*. The composition of mangrove forest vegetation were *Rhizophora apiculata*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Pemphis acidula*, dan *Xylocarpus moluccensis*. The dominant vegetation in this mangrove forest is *Rhizophora apiculata*.

Keywords : mangrove, portunidae, diversity, popongan coastal, national baluran park

PENDAHULUAN

Ekosistem hutan mangrove di dunia sekitar 15,9 juta ha, 27 % diantaranya berada di Indonesia (Puryono, 2006). Salah satu hutan mangrove di Pulau Jawa adalah di pesisir pantai utara Jawa Timur yaitu hutan mangrove Pantai Popongan di Taman Nasional Baluran.

Hutan mangrove Pantai Popongan memiliki perbedaan kerapatan hutan. Secara umum mangrove Pantai Popongan memiliki substrat yang bertekstur lempung (*clay*) dan didominasi oleh vegetasi *Rhizophora apiculata* (Gemaputri, 2008). Hutan ini memiliki tegakan vegetasi penyusun yang unik, dan hanya bisa hidup dalam lingkungan mangrove. Vegetasi tersebut dapat berupa tegakan pohon, tiang, dan pancang. Secara umum anggota komunitas mangrove yang ada di Taman Nasional Baluran adalah Api-api (*Avicennia*), Bakau (*Rhizophora*), Nipah (*Nypa*), Nyirih (*Xylocarpus*), Tanjung (*Bruguiera*), dan Pedada (*Sonneratia*) (Sudarmadji, 1995).

Penurunan area hutan mangrove di banyak lokasi mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan perbedaan kerapatan hutan, yang dapat mempengaruhi tingkat keanekaragaman biota penghuninya. Salah satu fauna yang terdapat di hutan mangrove adalah Portunidae yang merupakan famili dari kelas Malacostraca subfilum Crustacea (Marinespesies, 2016). Portunidae merupakan jenis kepiting perenang yang menempati area mangrove yang bersubtrat lunak (lumpur) dan memiliki peranan ekologis bagi hutan bakau. Lubang-lubang yang telah digalinya berfungsi sebagai tempat berlindung dan mencari makan, juga bermanfaat sebagai media aerasi oksigen agar dapat masuk ke bagian substrat yang lebih dalam, sehingga dapat memperbaiki kondisi substrat hutan (Nybakken, 1992). Dengan demikian substrat hutan mangrove tetap gembur sehingga, sistem perakaran vegetasi penyusunnya bisa tumbuh dan berkembang dengan baik di dalam substratnya. Mangrove juga berfungsi sebagai penyedia unsur hara

dalam ekosistemnya (Kustanti, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman Portunidae, komposisi penyusun vegetasi hutan mangrove di Pantai Popongan Taman Nasional Baluran, pengaruh faktor abiotik terhadap keanekaragaman portunidae dan mengetahui ada tidaknya hubungan antara keanekaragaman Portunidae dengan kerapatan hutan mangrove di hutan mangrove Pantai Popongan. Dengan mengetahui hubungan kerapatan vegetasi hutan dengan keanekaragaman fauna penyusunnya, maka diharapkan mempermudah pengelolaan konservasi suatu hutan terhadap keanekaragaman flora dan fauna penyusunnya.

METODE

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-September 2015. Lokasi pengambilan data lapangan dan sampel dilakukan di hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran Kabupaten Situbondo Provinsi Jawa Timur (07° 5' 51, 6" LS dan 114° 27' 35" BT) (Balai Taman Nasional Baluran, 2012).

Pengambilan data

Data spesimen dan vegetasi penyusun hutan mangrove dilakukan dengan metode garis transek yaitu garis paralel yang memotong bidang yang diamati (Miyer, 1980). Setiap transek dibuat plot yang berukuran 20 m x 20 m untuk tegakan pohon, 10 m x 10 m untuk tegakan tiang dan 5 m x 5 m untuk tegakan pancang. Jarak antara satu transek dengan lainnya adalah 100 m dan antara satu plot dengan plot lainnya 10 m. Plot diletakkan berseling sepanjang transek dan dimulai dari surut terendah atau dari arah laut ke darat.

Pengambilan data spesimen dilakukan pada saat surut dengan cara meletakkan perangkap kepiting yaitu bubu lipat ukuran 45x30x20 cm pada setiap plot di masing-masing transek. Spesimen yang ditemukan akan diidentifikasi sesuai ciri morfologinya berdasarkan buku panduan identifikasi FAO Species Identification Guide For Fishery Purpose The Living Marine Resources of The Western Central Pacific (Carpenter, 1998). Selanjutnya pencocokan spesimen dilakukan di Laboratorium Biosistematika Sub Unit Crustacea, Pusat Penelitian Biologi, LIPI Cibinong Provinsi Jawa Barat.

Pengambilan data vegetasi mangrove dilakukan dengan cara teknik jelajah lokasi penelitian dan mengumpulkan serta mengidentifikasi sampel tumbuhan yang ditemukan di masing-masing plot. Selanjutnya, diidentifikasi melalui ciri morfologinya berdasarkan buku identifikasi Buku Panduan Mangrove di Indonesia Bali dan Lombok, karangan Kitamura (1997).

Pedoman untuk menentukan ukuran diameter vegetasi sampel yaitu 50 cm diatas akar teratas pada masing-masing vegetasi. Penentuan jenis tegakan vegetasi adalah jika berdiameter > 20 cm dianggap tegakan pohon, 10–20 cm tegakan tiang, dan < 10 cm tegakan pancang yang dibatasi 2 cm sampai < 10 cm (Sulistiyowati, 2000).

Pengambilan data abiotik dilakukan di tempat dengan menggunakan termometer (mengukur suhu), pH meter (mengukur pH), salinometer (mengukur salinitas), dan penggaris kayu (mengukur pasang surut), sedangkan sedimentasi diambil lumpurnya dan di analisis di laboratorium tanah.

Pengukuran data

Keanekaragaman Portunidae dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari Shannon-Wiener (Persamaan 1)

$$H' = - \sum \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N} \quad (1)$$

Keterangan:

H' = indek keanekaragaman Shanon-Wiener

ni = \sum tiap individu

N = \sum total (Krebs, 1985).

Kerapatan hutan mangrove dapat dihitung dengan rumus Persamaan 2 (Balai Taman Nasional Baluran, 2003).

$$K = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas seluruh plot}} \quad (2)$$

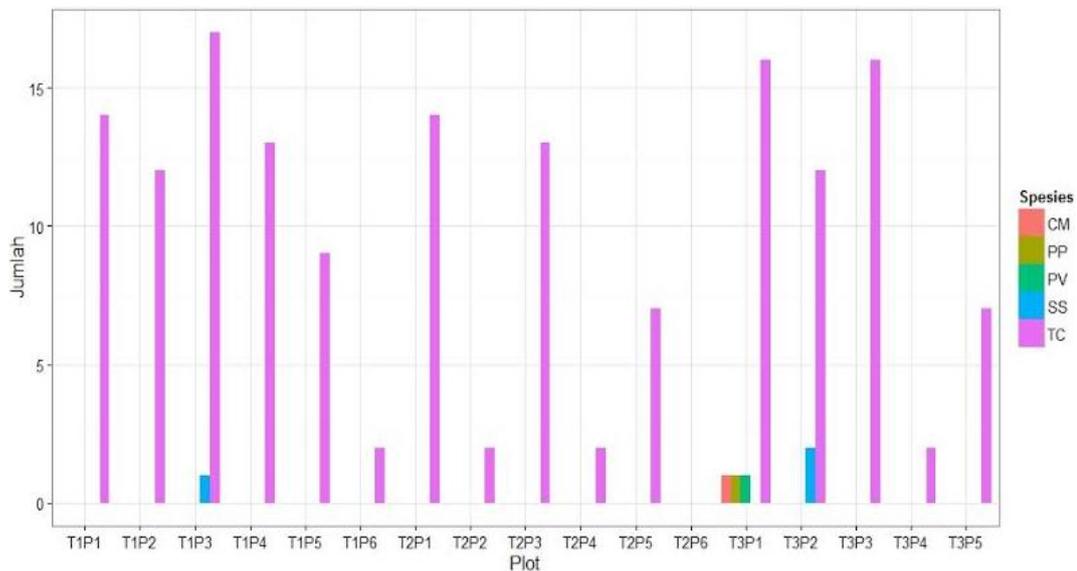
Sedangkan untuk menentukan populasi vegetasi yang mendominasi di hutan mangrove dihitung melalui nilai INP (Indeks nilai penting) suatu vegetasi. Menurut Kordi (2012), INP merupakan jumlah dari nilai kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR), dan dominansi relatif (DR).

Analisis data

Data keanekaragaman Portunidae dan kerapatan hutan mangrove dianalisis dengan Program R-Comannder yaitu menggunakan Uji Korelasi Person yang merupakan salah satu ukuran korelasi yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linier dari dua variabel (Suhartono, 2008). Selanjutnya untuk mengetahui hubungan linier antara keduanya maka dilakukan analisis regresi linier sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

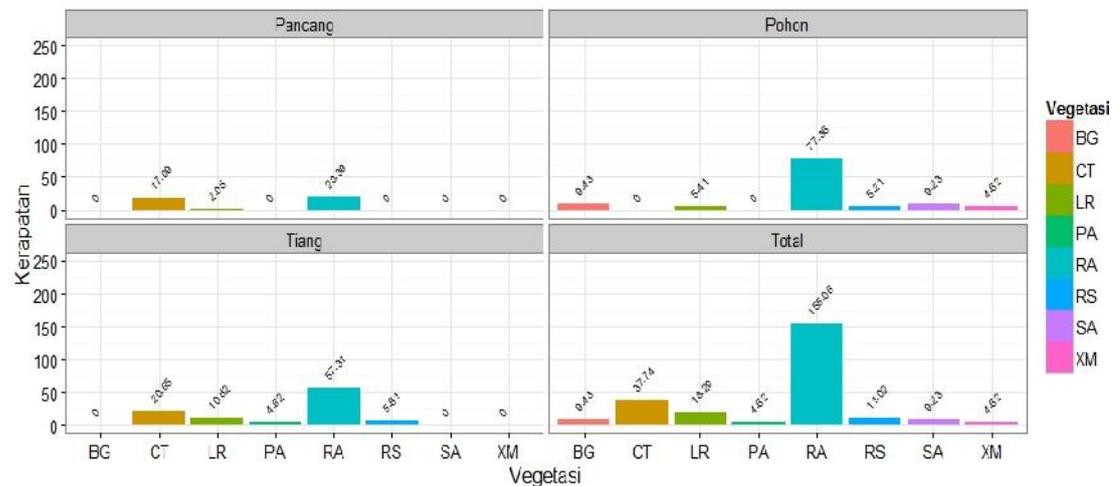
Keanekaragaman Famili Portunidae di hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran yang ditemukan adalah *Charybdis (Charybdis) miles* (Rajungan), *Podhophthalmus vigil* (Rajungan Angin), *Portunus pelagicus* (Kepiting Terang Bulan), *Scylla serrata* (Kepiting Bakau), dan *Thalamita crenata* (Kepiting Batu). Gambar 1 menunjukkan



Gambar 1. Jumlah dan komposisi jenis keanekaragaman Portunidae di hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran

Keterangan: CM: *Charybdis (Charybdis) miles*; PP: *Portunus pelagicus*; PV: *Podhophthalmus vigil*; SS: *Scylla serrata*; dan TC: *Thalamita crenata*

bahwa jenis *Thalamita crenata* (TC) mendominasi jumlah populasi dan kehadiran dalam semua plot penelitian. Hal ini di sebabkan karena jenis ini memiliki adaptasi yang tinggi dengan kawasan mangrove.



Gambar 2. Nilai INP vegetasi penyusun hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran tegakan pohon, tiang, dan pancang

Keterangan: BG: *Bruguiera gymnorrhiza*; CT: *Ceriops tagal*; LR: *Lumnitzera racemosa*; PA: *Lumnitzera racemosa*; RA: *Rhizophora apiculata*; RS: *Rhizophora stylosa*; SA: *Sonneratia alba*; dan XM: *Xylocarpus moluccensis*.

Gambar 2 mendeskripsikan vegetasi penyusun dan bentuk tegakan yang ditemukan di hutan mangrove Pantai Popongan. Komposisi penyusun vegetasi hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran terdiri dari delapan jenis vegetasi mangrove dari lima suku yang berbeda yaitu Combretaceae, Lythraceae, Meliaceae, Rhizophoraceae, dan Sonneratiaceae. Suku Rhizophoraceae yaitu jenis *Rhizophora apiculata* mendominasi vegetasi yang menyusun hutan mangrove Pantai Popongan. Dalam penelitian ini di temukan 8 jenis vegetasi penyusun hutan mangrove, dengan urutan INP tertinggi ke terendah adalah tanaman *Rhizophora apiculata*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Pemphis acidula*, dan *Xylocarpus moluccensis*. Tanaman *Rhizophora apiculata* ditemukan dalam semua tegakan, yaitu tegakan pohon, tiang, dan pancang. Tegakan pancang dan tiang didominasi oleh populasi *Ceriops tagal* dan *Lumnitzera racemosa*. Sedangkan tanaman *Bruguiera gymnorrhiza*, *Sonneratia alba*, dan *Xylocarpus moluccensis* yang ditemukan berupa tegakan pohon. Dan *Pemphis acidula* yang ditemukan berupa tegakan tiang.

Berdasarkan nilai INP dapat diketahui bahwa *Rhizophora apiculata* mendominasi hutan mangrove Pantai Popongan. Rhizophoraceae memiliki struktur perakaran yang khas yaitu akar tanjang dan akar nafas yang dapat muncul dari percabangan batangnya, jenis-jenis dari suku Rhizophoraceae mengembangkan struktur perakaran yang sangat ekstensif dan membentuk jaringan horisontal yang lebar sehingga memperkokoh pohon serta kerapatan jenisnya dibandingkan dengan kerapatan vegetasi lainnya. *Rhizophora apiculata* yang mendominasi kawasan hutan mangrove Pantai Popongan memiliki penyebaran populasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan vegetasi lainnya, karena propagulnya mudah terbawa arus pasang. Selain itu, *Rhizophora apiculata* merupakan vegetasi mangrove yang banyak

dijumpai di daerah sungai atau muara yang memiliki lumpur, dan mudah beradaptasi pada kemiringan yang bervariasi. *Rhizophora apiculata* juga toleran terhadap substrat yang lebih keras dan pasir, jarang hidup di area jauh dari pasang surut air laut (Kordi, 2012).

Hasil analisis suhu dan pasang surut menunjukkan bahwa kedua faktor abiotik tersebut mempengaruhi keanekaragaman Portunidae di hutan mangrove Pantai Popongan ($p\text{-value} < 0,05$). Suhu akan menyebabkan kenaikan metabolisme organisme perairan, khususnya Portunidae sehingga kebutuhan oksigen terlarut menjadi meningkat. Jika suhu tinggi menyebabkan peningkatan penguapan, sehingga substrat menjadi kering yang akan menyebabkan penurunan jumlah Portunidae sampai akhirnya penurunan keanekaragaman jenis Portunidae di hutan mangrove, karena banyak Portunidae yang tidak mampu beradaptasi dengan kawasan yang bersuhu terlalu tinggi.

Fluktuasi pasang surut mempengaruhi faktor lain yaitu salinitas yang dapat berubah karena adanya fluktuasi. Pasang surut juga dapat memindahkan nutrisi pada ekosistem mangrove, dapat mencegah meningkatnya konsentrasi salinitas terutama pada daerah yang mempunyai penguapan tinggi. Pasang surut air berperan pula sebagai pengangkut nutrien atau zat hara dan mikroorganisme yaitu plankton, mengencerkan dan menggelontorkan limbah yang sampai di kawasan estuari. Selain itu, pasang surut juga mempunyai peran dalam penyebaran dan reproduksi (Odum, 1998).

Indeks keanekaragaman Portunidae (H') dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa keanekaragaman Portunidae yang tertinggi berada pada T3P1 dengan nilai $H' = 0,250$. Sedangkan keanekaragaman Portunidae yang terendah terdapat di T1P6 dengan nilai $H' = 0$. Pada setiap plot penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman Portunidae rendah, karena nilai $H' < 1$. Secara keseluruhan rata-rata keanekaragaman Portunidae (H') di hutan Mangrove Pantai Popongan tergolong rendah, yaitu nilai H' rerata adalah 0,152.

Tabel 1. Keanekaragaman Portunidae di hutan mangrove Pantai Popongan TN Baluran

Transek Plot (TxPy)	Indeks Keanekaragaman (H')	Makna
T1P1	0,210	Rendah
T1P2	0,191	Rendah
T1P3	0,243	Rendah
T1P4	0,201	Rendah
T1P5	0,159	Rendah
T1P6	0,054	Rendah
T2P1	0,210	Rendah
T2P2	0,054	Rendah
T2P3	0,210	Rendah
T2P4	0,054	Rendah
T2P5	0,135	Rendah
T2P6	0,000	Rendah
T3P1	0,250	Rendah
T3P2	0,210	Rendah
T3P3	0,227	Rendah
T3P4	0,054	Rendah
T3P5	0,135	Rendah
Rerata	0,152	Rendah

Keterangan: $H' < 1$: keanekaragaman rendah; $H' 1-3$: keanekaragaman sedang; dan $H' > 3$: keanekaragaman tinggi. TxPy: Transek ke-x Plot ke-y.

Keanekaragaman Portunidae yang tertinggi berada pada T3P1 dengan nilai $H' = 0,250$, karena di area T3P1 memiliki kerapatan hutan mangrove yang lebih tinggi daripada area plot lainnya, serta kawasan selalu tergenang air laut walaupun dalam keadaan surut maksimal.

Keanekaragaman Portunidae yang terendah terdapat di T1P6 dengan nilai $H' = 0$. Hal ini disebabkan karena rendahnya kerapatan hutan dan kawasan ini letak topografinya lebih tinggi hampir mendekati hutan daratan sehingga pasang surut tidak tergenang lama saat pasang maksimal dan air laut meninggalkan kawasan ini lebih cepat saat surut. Rendahnya kerapatan

hutan maka sumber nutrisi yang tersedia rendah pula sehingga tidak satupun jenis Portunidae yang ditemukan di kawasan tersebut.

Berdasarkan Tabel 2 kerapatan vegetasi hutan mangrove diperoleh dari jumlah total vegetasi yang terdapat pada masing-masing plot yang meliputi tegakan pohon, tiang, dan pancang dibagi luas area seluruh plot. Kerapatan hutan yang tertinggi terdapat pada T3P1 dengan nilai $K = 0,004$ dan untuk kerapatan hutan terendah tampak pada T2P6 dengan nilai $K = 0,0007$.

Tabel 2. Kerapatan hutan mangrove Pantai Popongan di Taman Nasional Baluran

Transek Plot (TxPy)	Pohon	Tiang	Pancang	Total	Kerapatan Hutan (/m ²)
T1P1	12	4	0	16	0,0024
T1P2	4	4	8	16	0,0024
T1P3	2	12	7	21	0,0031
T1P4	4	8	4	16	0,0024
T1P5	9	5	3	17	0,0025
T1P6	3	9	3	15	0,0022
T2P1	5	3	0	8	0,0012
T2P2	6	5	2	13	0,0019
T2P3	0	3	14	17	0,0025
T2P4	1	7	1	9	0,0013
T2P5	3	5	0	8	0,0012
T2P6	1	1	3	5	0,0007
T3P1	9	15	3	27	0,0040
T3P2	7	7	5	19	0,0028
T3P3	12	3	1	16	0,0024
T3P4	7	5	0	12	0,0018
T3P5	8	5	3	16	0,0024
Total	93	101	57	251	0,0372

Keterangan: TxPy: Transek ke-x Plot ke-y.

Tabel 3. Hubungan keanekaragaman Portunidae dengan kerapatan hutan mangrove Pantai Popongan di Taman Nasional Baluran

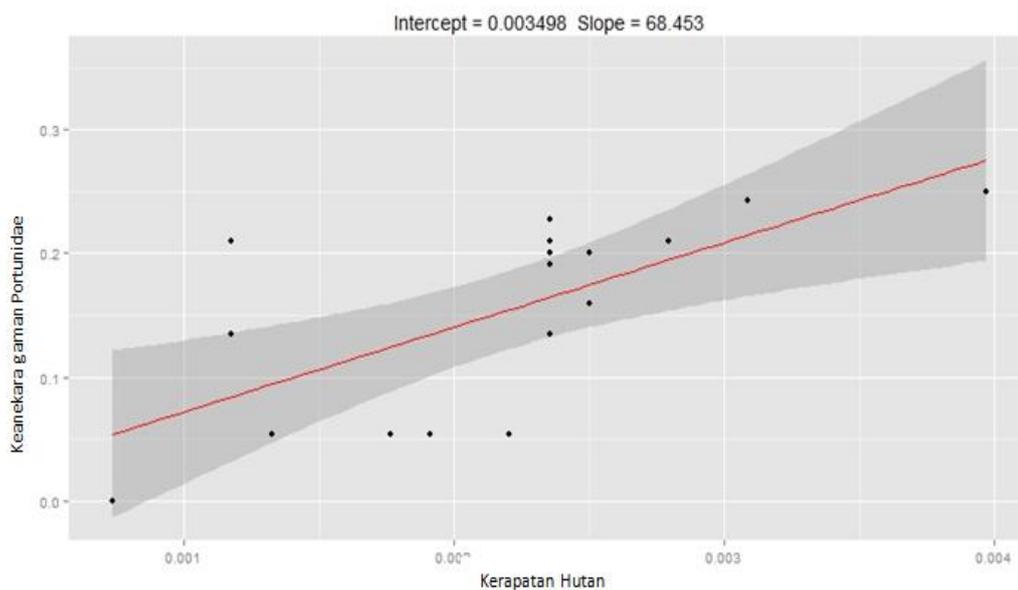
	Korelasi	Kerapatan Mangrove	Keanekaragaman Portunidae
	(1)	(2)	(3)
Kerapatan Mangrove	Pearson Korelasi	1	0,671704
	p-value		0.003147
	N	17	

Keterangan: Persen confident interval 95%; Jika nilai p-value < 0.05, maka tolak H₀; dan Jika nilai p-value > 0.05, maka terima H₀

Kerapatan hutan yang tinggi dalam suatu kawasan menyebabkan seresah atau luruhan daun vegetasi mangrove yang dihasilkan sebagai sumber nutrisi organisme di sekitarnya cukup tinggi pula. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap keanekaragaman organisme mangrove dalam hal ini Portunidae adalah ketersediaan makanan alami yang berasal dari hutan mangrove dan adanya seresah daun mangrove yang menjadi sumber nutrisi (Soviana, 2004). Kerapatan hutan mangrove yang tinggi akan memberikan perakaran yang kuat dan padat pula di sekitar kawasan mangrove, sehingga larva-larva Portunidae setelah menetas akan dapat menempel pada akar-akar mangrove untuk berlindung (Mulya, 2000). Serta dikarenakan adanya pasang surut yang selalu basah sehingga memungkinkan kelancaran aliran nutrisi pada area hutan mangrove tersebut.

Hasil analisis uji Korelasi Pearson pada data keanekaragaman Portunidae dan kerapatan hutan mangrove di Pantai Popongan disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan nilai p-value < 0,05, bermakna bahwa kerapatan jenis hutan mangrove secara keseluruhan atau tegakan total berkorelasi signifikan dengan keanekaragaman Portunidae. Besarnya koefisien korelasi cor. estimasi sebesar 0,671 bermakna bahwa perubahan kerapatan hutan mangrove berkontribusi sebesar 67,1% terhadap keanekaragaman Portunidae. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan linier antara keanekaragaman Portunidae dengan kerapatan hutan maka dilakukan analisis regresi linier sederhana. Diagram hasil model regresi hubungan antara keduanya disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Regresi linier hubungan keanekaragaman Portunidae dengan kerapatan hutan mangrove Pantai Popongan Taman Nasional Baluran

Hasil model regresi hubungan antara keduanya adalah:

$$Y = 0.003498 + 68.452998X$$

$$R\text{-square} = 0,4146$$

Keterangan:

Y: Keanekaragaman Portunidae

X: Kerapatan hutan mangrove

Berdasarkan model regresi linier yang didapatkan menunjukkan bahwa meningkatnya nilai kerapatan mengakibatkan meningkat pula keragaman spesies pada lingkungan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa, kenaikan kerapatan hutan mangrove akan diikuti dengan kenaikan keanekaragaman Portunidae. Besar R-Square = 0.4146, artinya keragaman Portunidae dipengaruhi sebesar 41.46% oleh variabel kerapatan hutan.

Mangrove memiliki fungsi ekologis, yakni sebagai sumber bahan organik, sebagai daerah asuhan, tempat mencari makan, dan daerah pemijahan berbagai jenis biota laut dan pesisir (Kordi, 2012). Kenaikan kerapatan hutan mangrove akan diikuti dengan kenaikan keanekaragaman Portunidae. Semakin tinggi nilai kerapatan hutan mangrove maka jumlah seresah yang merupakan sumber nutrisi Portunidae akan semakin tinggi. Seresah yang dihasilkan dari luruhan daun vegetasi mangrove akan didekomposisi oleh bakteri dan fungi di sekitar lingkungan sehingga hutan mangrove semakin kaya akan kandungan zat organik nutrisi yang sangat bermanfaat bagi kelangsungan hidup Portunidae dan organisme perairan lainnya di sekitar hutan mangrove.

Mangrove merupakan tempat yang sangat ideal bagi kepiting (Portunidae) untuk berlindung. Struktur fisik vegetasi mangrove dengan akar-akar tunjangnya yang saling membelit dan padat serta cabangnya yang memanjang ke bawah menjadikannya sebagai habitat yang baik bagi kehidupan kepiting. Selain untuk berlindung, sumber makanan seperti bentos dan seresah cukup tersedia untuk kelangsungan hidup Portunidae.

Adanya habitat yang mendukung Portunidae untuk tumbuh dan berkembang akan memberikan jumlah dan variasi lebih banyak lagi terhadap keanekaragaman Portunidae di suatu hutan mangrove. Semakin baik kerapatan hutan mangrove akan diikuti dengan semakin tingginya keanekaragaman fauna penyusun hutan mangrove tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian menunjukkan bahwa Portunidae yang mendominasi hutan mangrove Pantai Popongan taman Nasional Baluran adalah *Thalamita crenata* dan jenis vegetasi yang dominan adalah *Rhizophora apiculata*. Faktor abiotik yang mempengaruhi keanekaragaman Portunidae adalah suhu dan pasang surut ($p\text{-value} < 0,05$).

Nilai $p\text{-value} < 0,05$ antara kerapatan hutan dan keanekaragaman Portunidae menunjukkan bahwa ada hubungan antara keanekaragaman Portunidae dengan kerapatan hutan mangrove Pantai Popongan di Taman Nasional Baluran. Kenaikan kerapatan hutan mangrove akan diikuti dengan kenaikan keanekaragaman Portunidae.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Taman Nasional Baluran. 2003. *Dinamika Populasi Hutan Mangrove di Bama*. Balai Taman Nasional Baluran. Situbondo Jawa Timur.
- Balai Taman Nasional Baluran. 2012. *Inventarisasi Jenis dan Struktur Mangrove di Resort Balanan*. Balai Taman Nasional Baluran. Situbondo Jawa Timur.
- Carpenter dan Niem, H. V. 1998. *FAO Species Identification Guide For Fishery Purpose*. The Living Marine Resources of The Western Central Pasific Journal, Volume 2. ISSN1020-6868.
- Gemaputri, A. A. 2008. *Deskripsi Struktur Lahan Rehabilitasi Mangrove di Wilayah Pantai Utara Bagian Timur Propinsi Jawa Timur*. Tesis. Jember: Pascasarjana Program Studi Agronomi Universitas Jember.
- Krebs, 1985. *Ecological Methodology*. New York: Harper and Row Publisher.
- Kitamura, S. 1997. *Buku Panduan Mangrove di Indonesia Bali dan Lombok*. Denpasar: Jaya Abadi.
- Kordi, M. G. H. 2012. *Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi, dan Pengelolaan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kustanti, A. 2011. *Managemen Hutan Mangrove Bogor* : PT Penerbit IPB Press.
- Marinespecies, 2016. *World Register of Marine Species (Portunidae)*. www.marinespecies.org. [27 Januari 2016].

- Mulya, M. B. 2000. *Keanekaragaman dan Distribusi Kepiting Bakau (Scylla spp.) serta Keterkaitannya dengan Karakteristik Biofisik Hutan Mangrove di Suaka Marga Satwa Karang Gading dan Langkay Timur Laut Propinsi Sumatera Utara*. Tesis. Tidak Diterbitkan. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Myer, W. L., dan Shelton, R. L. 1980. *Survey Methods for Ecosystem Management*. New York: John Wiley & Sons.
- Nybakken, J. W. 1992. *Marine Biology an Ecological Approach. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Terjemahan Oleh Mohammad Eidman. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Odum, E. P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Puryono, S. 2006. *Strategi Pengolahan Hutan Mangrove Berbasis Masyarakat*. MKI-Majalah Kehutanan Indonesia. Edisi II. <http://www.dephut.go.id/INFORMASI/MK1/>. [27 Maret 2015].
- Soviana, Wira. 2004. *Hubungan Kerapatan Mangrove Terhadap Kelimpahan Kepiting di Teluk Buo, Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang Sumatera Barat*. Tesis. Tidak Dipublikasikan. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Suhartono, 2008. *Analisis Data Statistik Dengan R- Commander*. Surabaya: Lab. Analisis Komputasi ITS.
- Sudarmadji. 1995. *Analisis Vegetasi di Hutan Mangrove di Hutan Hijau Sepanjang Tahun Taman Nasional Baluran*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Jember: Universitas Jember.
- Sulistiyowati, Hari. 2000. *Inventarisasi Jenis Mangrove di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur*. Departemen Pendidikan Nasional. Jember: Universitas Jember.