

Struktur Komunitas Mangrove di Ekosistem Hutan Mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati

Rachellia Rose Nugraha, Sunaryo, Sri Redjeki*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail: sriredjekikelautan@gmail.com

ABSTRAK: Ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan oleh beberapa biota sebagai tempat untuk mencari makan, sebagai tempat memijah dan area asuhan. Kondisi ekosistem mangrove dapat mengalami penurunan salah satunya karena alih fungsi hutan mangrove. Hal ini akan berdampak buruk terhadap perekonomian nelayan, petambak dan masyarakat lainnya pada daerah tersebut. Penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis struktur komunitas mangrove yang ada di ekosistem hutan mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan teknik *purposive sampling* untuk penentuan lokasinya. Terdapat 4 stasiun dan setiap stasiun terdiri dari 3 plot, masing-masing plot berukuran 10m x 10m untuk tingkat pohon dan 5 x 5 m untuk anakan. Pengolahan data struktur komunitas mangrove dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak berupa *Microsoft Excel*. Terdapat dua jenis mangrove yang ditemukan pada penelitian ini yaitu *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*. Kerapatan mangrove di lokasi penelitian tergolong sangat rapat. Berdasarkan nilai frekuensinya jenis *Avicennia marina* selalu ditemukan pada setiap plot pengamatan. Hasil indeks dominansi menyatakan bahwa pada Stasiun I hingga Stasiun IV terdapat jenis yang mendominasi dengan kisaran nilai sebesar 0,7 – 0,78. INP paling tinggi ada pada jenis *Avicennia marina* dengan nilai sebesar 260% dan tergolong tinggi. Hasil nilai indeks keanekaragaman menyatakan bahwa keanekaragaman mangrove pada lokasi penelitian ini tergolong rendah. Sedangkan nilai indeks keseragamannya termasuk dalam kategori sedang dan kurang. Secara umum parameter kualitas perairan (suhu, pH, salinitas, substrat dan kandungan nitrat, fosfat substrat) dinyatakan sesuai dan baik untuk kehidupan mangrove.

Kata kunci: *Avicennia* sp.; Kecamatan Tayu; Mangrove; Struktur Komunitas; Vegetasi

Community Structure of Mangrove in Mangrove Ecosystem of Tayu District, Pati Regency

ABSTRACT: Mangrove ecosystems can be used by some biota as a feeding, spawning and nursery ground. The condition of the mangrove ecosystem can experience a decline, one of which is due to the conversion of mangrove forests. This will adversely affect the economy of fishermen, farmers and other communities in the area. This study needs to be done with the aim to analyze the structure of mangrove communities in the mangrove forest ecosystem in Tayu District, Pati Regency. This research used a survey method with *purposive sampling* technique to determine the location. There were 4 stations and each station consisted of 3 plots, each plot measuring 10 x 10m for tree level and 5 x 5m for saplings. Mangrove community structure data processing was done by using software such as *Microsoft Excel*. There were two types of mangroves found in this study, namely *Avicennia marina* and *Avicennia alba*. The density of mangroves at the research site was classified as very tight. Based on the frequency value, the type of *Avicennia marina* was always found in each observation plot. The results of the dominance index states that at Station I to station IV there were types that dominate with a range of values of 0.7 to 0.78. The highest INP value was in the type of *Avicennia marina* with a value of 260% and was classified as high. The results of the diversity index value states that the diversity of mangroves at this research location is relatively low. While the value of the uniformity index was included in the category of medium and less. In general, water quality parameters (temperature, pH, salinity, substrate and nitrate phosphate content in the substrate) were stated to be suitable and good for mangrove life.

Keywords: *Avicennia* sp.; Tayu District; Mangrove; Community Structure; Vegetation

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara daratan dan lautan (Trinanda, 2017). Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari pulau - pulau besar maupun kecil dengan jumlah kurang lebih sekitar 17.504 pulau. Tiga perempat wilayah Indonesia adalah laut dengan luas kurang lebih 5,9 juta km², panjang garis pantai perairan Indonesia adalah sekitar 95.161 km dan merupakan garis pantai terpanjang ke-2 setelah Kanada (Arianto, 2020). Menurut Kementerian Kehutanan luasan hutan mangrove di Indonesia adalah sekitar 7,76 juta ha pada tahun 2007. Luasan hutan mangrove ini mengalami penurunan pada tahun 2015 menjadi 3,06 juta ha. Luasan hutan mangrove di Indonesia mengalami kenaikan pada tahun 2017 menjadi 3,36 juta ha (Rahadian *et al.*, 2019). Kabupaten Pati adalah salah satu kabupaten yang terdapat di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten ini terletak di Utara Pulau Jawa dengan luasan daerah sekitar 150.368 ha pada tahun 2021 (BPS Kab. Pati, 2022). Kabupaten Pati terdiri dari beberapa kecamatan dan salah satunya adalah Kecamatan Tayu. Ekosistem mangrove banyak ditemukan di Kecamatan Tayu dengan luasan mangrove sekitar 22,14 ha dan panjang garis pantai sekitar 60 kilometer pada tahun 2014 (BPS Kab. Pati, 2016). Kondisi ekosistem mangrove pada umumnya dapat mengalami penurunan karena beberapa faktor. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan ekosistem mangrove adalah alih fungsi hutan mangrove seperti yang terjadi di Kabupaten Pati. Hal ini akan berdampak buruk terhadap perekonomian nelayan, petambak dan masyarakat lainnya pada daerah tersebut (Prayitno, 2017).

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem yang memiliki peran penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Ekosistem mangrove ini pada umumnya dapat ditemukan pada wilayah pesisir hampir di seluruh kepulauan Indonesia. Ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan oleh beberapa biota sebagai tempat untuk mencari makan, sebagai area asuhan dan tempat memijah (Nur dan Kuntjoro, 2020). Selain itu, ekosistem mangrove juga dapat bermanfaat bagi manusia untuk melindungi pantai dan daerah pesisir dari gelombang laut dan angin. Jenis keanekaragaman biota pada ekosistem mangrove pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah kondisi lingkungan tempat tinggalnya atau habitatnya, ketersediaan makanan dan struktur vegetasi penyusun substratnya. Perbedaan jenis keanekaragaman biota pada mangrove ini juga bersifat dinamis dan bergantung pada kondisi lingkungan di sekitarnya (Senoaji dan Hidayat, 2017). Penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis struktur komunitas mangrove yang ada di ekosistem hutan mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 30 September – 9 Oktober 2021 di dua lokasi yang berbeda, di mana dalam setiap lokasi terdiri dari 2 stasiun. Kedua lokasi tersebut, yakni Desa Sambiroto dan Desa Keboromo, Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Pengamatan mangrove dimulai dengan menarik tali transek sepanjang 30 m dimulai dari arah laut atau bagian terluar dari mangrove hingga mencapai daratan (tegak lurus dengan garis pantai). Transek garis ditentukan 3 plot dengan ukuran masing-masing plot sebesar 10 x 10 m untuk tingkat pohon dan 5 x 5 m untuk anakan. Jenis mangrove yang diamati, yaitu: pohon dan anakan. Pengamatan mangrove dilakukan dengan menghitung jumlah mangrove dalam plot. Sampel mangrove yang dijumpai pada petak contoh diidentifikasi sehingga dapat diketahui jenis dan dapat dihitung kerapatan, frekuensi, dominansi, indeks nilai penting, keanekaragaman dan keseragaman. Parameter lingkungan yang diukur, yaitu: salinitas, suhu, pH dan kandungan nitrat, fosfat pada substrat (Martuti *et al.*, 2019). Analisis data yang dilakukan, meliputi: kerapatan mutlak dan kerapatan relatif mangrove, frekuensi dan frekuensi relatif mangrove, dominansi dan dominansi relatif mangrove, basal area, nilai penting, keanekaragaman dan keseragaman. Perhitungan kerapatan mutlak dan relatif mangrove menggunakan rumus (Bengen, 2000). Frekuensi dan Frekuensi Relatif mangrove dapat dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut (Bengen, 2000). Dominansi (m²/ha) dan Dominansi Relatif mangrove dapat dihitung dengan menggunakan rumus, Indeks Dominansi Simpson dalam Odum (1993). Kriteria Indeks Dominansi menurut Simpson dalam Odum (1993): $0 < D < 0,5$: Tidak ada spesies yang mendominasi; $0,5 < D < 1$: Terdapat spesies yang mendominasi

Indek Nilai Penting pada tingkat pohon dapat dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$INP = FR + KR + DR$$

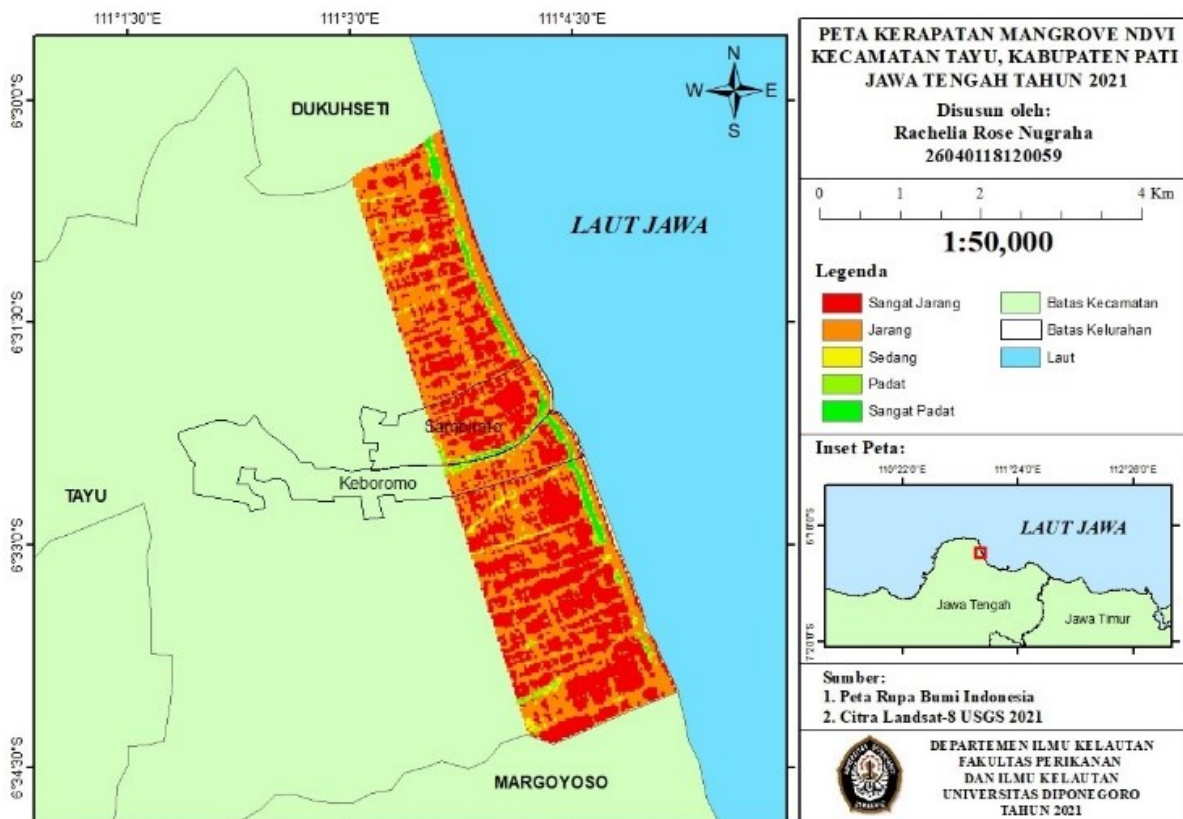
Keterangan: INP = Indeks Nilai Penting; FR = Frekuensi Relatif; KR = Kerapatan Relatif; DR = Dominansi Relatif

Keanekaragaman ditentukan dengan menggunakan rumus keanekaragaman menurut Shannon-Wiener dalam Bengen (2000). Kisaran indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, adalah sebagai berikut: $H' \leq 2,0$: Tingkat keanekaragaman rendah, tekanan ekologi tinggi; $2,0 < H' \leq 3,0$: Tingkat keanekaragaman sedang, tekanan ekologi sedang; $H' > 3,0$: Tingkat keanekaragaman tinggi, tekanan ekologi rendah.

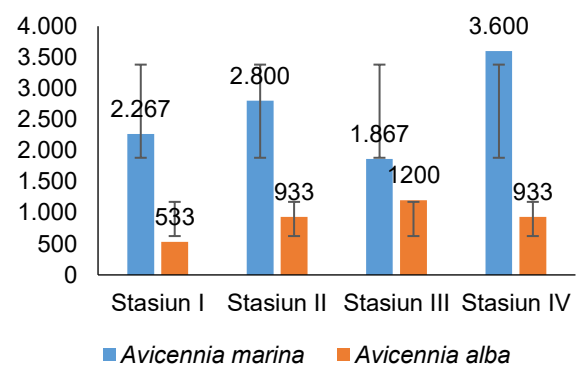
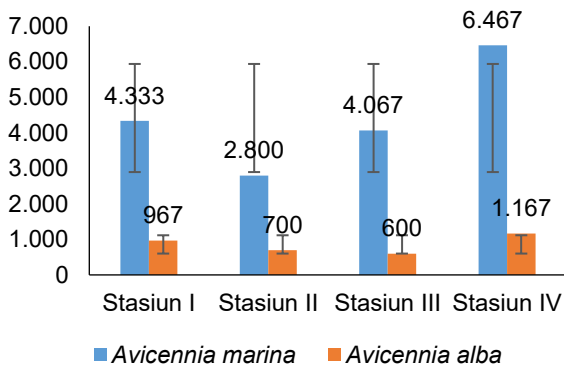
Keseragaman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Odum, 1993). Kisaran indeks keseragaman, adalah sebagai berikut : $0 < E \leq 0,5$: Ekosistem berada dalam kondisi tertekan dan keseragaman rendah; $0,5 < E \leq 0,75$: Ekosistem berada dalam kondisi kurang stabil dan keseragaman sedang; $0,75 < E \leq 1,0$: Ekosistem berada dalam kondisi stabil dan keseragaman tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat dua jenis mangrove yang ditemukan di dalam plot yaitu *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*. Adapun jenis mangrove yang memiliki nilai kerapatan tertinggi di tiap stasiun ditampilkan pada Gambar 2 dan 3, serta nilai kerapatan relatif pada setiap stasiun ditampilkan pada Gambar 4 dan 5.

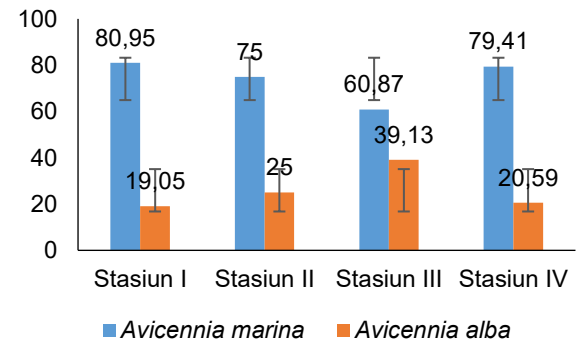
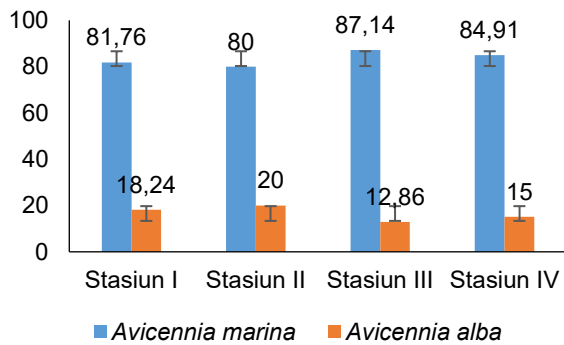


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Hutan Mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati



Gambar 2. Kerapatan Mangrove Tingkat Pohon

Gambar 3. Kerapatan Mangrove Tingkat Anakan



Gambar 4. Kerapatan Relatif Tingkat Pohon

Gambar 5. Kerapatan Relatif Tingkat Anakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari perhitungan nilai kerapatan jenis secara total tingkat pohon dan anakan pada Stasiun I hingga Stasiun IV masih termasuk dalam kategori yang baik. Hal ini dapat terjadi karena nilai kerapatan tingkat pohon yang didapatkan adalah sebesar 3.500 – 7.734 ind/ha, sedangkan tingkat anakan berkisar 2.800 – 4.533 ind/ha. Nilai kerapatan mangrove tingkat pohon tertinggi ada pada Stasiun IV dengan nilai sebesar 7.734 ind/ha dan nilai kerapatan tingkat anakan tertinggi juga berada pada Stasiun IV sebesar 4.533 ind/ha. Nilai kerapatan relatif *Avicennia marina* lebih tinggi dari pada *Avicennia alba* pada tingkat pohon dan tingkat anakan. Berdasarkan Kepmen LH Nomor 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove, kondisi mangrove dengan kerapatan ≥ 1500 dikategorikan dalam keadaan baik dengan kriteria sangat padat.

Tingginya nilai kerapatan mangrove yang didapatkan pada keempat stasiun hingga tergolong sangat padat tersebut dapat terjadi karena adanya faktor lingkungan yang mendukung. Hasil pengamatan parameter lingkungan dapat dilihat pada tabel 1.

Kerapatan mangrove tingkat pohon dan anakan paling tinggi berada pada Stasiun IV, hal ini dapat terjadi karena kondisinya yang baik. Dilihat dari hasil pengamatan suhu menunjukkan bahwa, stasiun IV memiliki nilai suhu tertinggi yaitu 29°C di mana nilai ini termasuk dalam kondisi optimal. Menurut penelitian dari Gillis *et al.*, (2019) mangrove tidak mengalami perkembangan pada suhu di bawah 23°C, sedangkan menurut Krauss *et al.* (2008) mangrove seperti jenis *Avicennia* sp. mengalami kematian pada suhu sekitar 39-40°C. Namun menurut Farhaby *et al.* (2020) suhu optimal yang dapat ditolerir oleh beberapa jenis vegetasi mangrove seperti *Avicennia* sp. yaitu sekitar 25°C-45°C. Stasiun IV juga memiliki kondisi pH yang baik dan optimal dengan nilai sebesar 7,1. Menurut Putra *et al.*, (2017) bahwa perairan dengan pH 5,5-6,5 dan >8,5 kurang baik bagi pertumbuhan mangrove, perairan dengan pH 6,5-7,5 termasuk perairan yang produktif bagi pertumbuhan mangrove dan perairan dengan pH 7,5-8,5 termasuk dalam perairan yang produktivitasnya sangat tinggi. Nilai salinitas yang didapatkan pada Stasiun IV

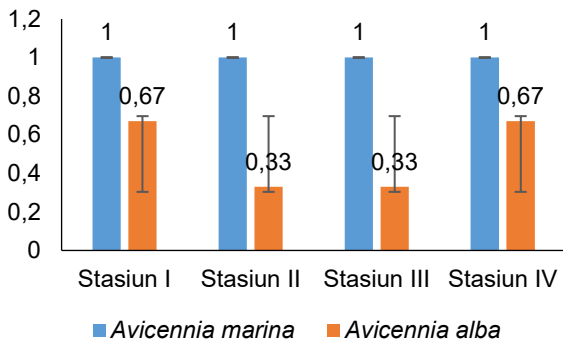
merupakan nilai paling rendah dibandingkan dengan stasiun lain yaitu dengan nilai 27 ppt, namun dengan nilai ini Stasiun IV masih tergolong optimal bagi kehidupan mangrove. Menurut Schaduw (2018) salinitas yang optimal bagi *Avicennia* sp. yaitu <34 ppt. Penelitian dari Dangremond *et al.* (2015) menyatakan bahwa mangrove jenis *Avicennia* sp. dapat mengalami kematian pada salinitas 60 ppt.

Nilai kerapatan mangrove yang tinggi pada Stasiun IV juga memberikan hasil kandungan nitrat yang tinggi pula yaitu sebesar 3,1 mg/kg. Hal ini serupa dengan penelitian Yahra *et al.*, (2020) di mana nilai kerapatan mangrove dan nitrat tertingginya berada pada satu stasiun yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan nitrat yang cukup tinggi akan mempengaruhi kerapatan dari vegetasi mangrove karena zat hara nitrat merupakan salah satu unsur yang membangun kestabilan vegetasi mangrove. Tingginya nilai kerapatan mangrove ini juga dapat terjadi karena kandungan fosfat yang ada pada substrat ini masih tergolong rendah dengan nilai sebesar 2 mg/kg. Hasil fosfat ini menyatakan bahwa pada lokasi tersebut tidak terlalu tercemar oleh sampah. Hal ini sesuai dengan Chrisyariati *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa apabila kandungan fosfat bernilai sedikit maka sampah yang berupa limbah domestik pada sekitar lokasi tersebut juga sedikit.

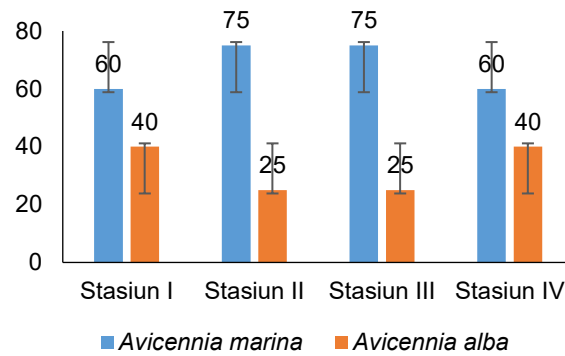
Hasil menunjukkan bahwa jenis mangrove *Avicennia marina* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan pada lokasi penelitian. Jenis mangrove ini ditemukan pada setiap plot lokasi pengamatan. Nilai frekuensi dan frekuensi relatif mangrove dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7. Secara keseluruhan, jenis *Avicennia marina* selalu ditemukan pada setiap plot pengamatan. Keberadaan jumlah spesies *Avicennia marina* yang tinggi pada suatu ekosistem mangrove dapat terjadi karena dukungan kondisi lingkungan pada ekosistem tersebut sangat baik. Salah satu faktor yang mendukung keberlangsungan hidup tersebut yaitu substrat. Vegetasi mangrove pada umumnya dapat bertahan hidup dan tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur dan dapat mentoleransi tanah lumpur berpasir. Menurut Masrurroh dan Insafitri (2020) substrat yang baik bagi media vegetasi *Avicennia marina* adalah substrat lumpur. Hal ini dapat terjadi karena substrat lumpur memiliki kandungan unsur hara dan nutrisi yang cukup banyak dan sangat baik bagi pertumbuhan dan perkembangan mangrove tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Parameter Lingkungan

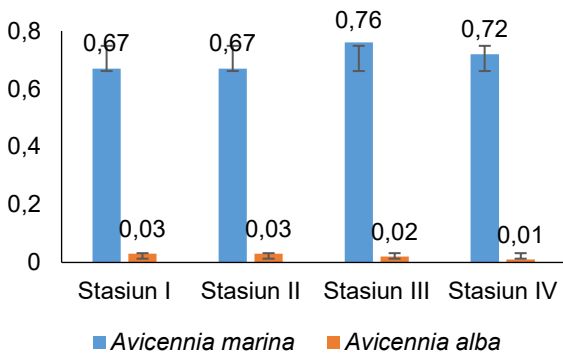
Stasiun	Pengulangan	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	Nitrat (mg/kg)	Fosfat (mg/kg)
I	1	26	6,1	29	1,8	3,07
	2	28	6,2	30	2,32	3,3
	3	26	6,2	32	3,08	2,4
	Rata-rata	27	6,2	30	2,4	2,9
	Standar Deviasi	1,15	0,06	1,53	0,64	0,47
II	1	29	7,1	39	1,5	1,8
	2	28	7,1	40	0,7	0,3
	3	29	7,1	40	0,5	0,9
	Rata-rata	29	7,1	40	0,9	1
	Standar Deviasi	0,58	0	0,58	0,53	0,75
III	1	27	6,6	21	1,03	5,8
	2	26	6,8	37	2,1	4,5
	3	28	7,2	30	1,1	6,01
	Rata-rata	27	6,9	29	1,4	5,4
	Standar Deviasi	1	0,31	8,02	0,60	0,82
IV	1	28	7,1	25	2,1	3,2
	2	30	7,1	30	3,05	2,03
	3	29	7,1	27	4,32	0,9
	Rata-rata	29	7,1	27	3,1	2
	Standar Deviasi	1	0	2,52	1,11	1,15



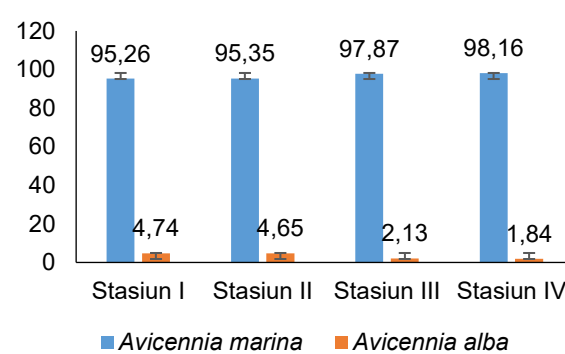
Gambar 6. Frekuensi Mangrove Tingkat Pohon



Gambar 7. Frekuensi Relatif Tingkat Pohon



Gambar 8. Dominansi Mangrove Tingkat Pohon

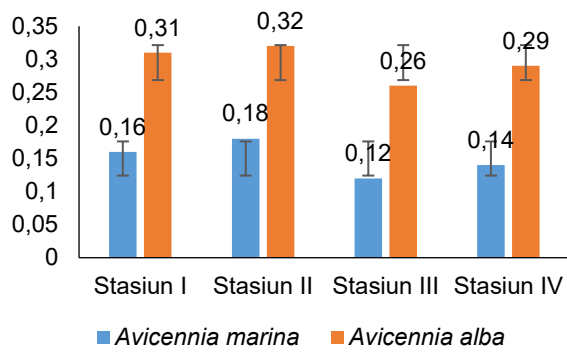


Gambar 9. Dominansi Relatif Tingkat Pohon

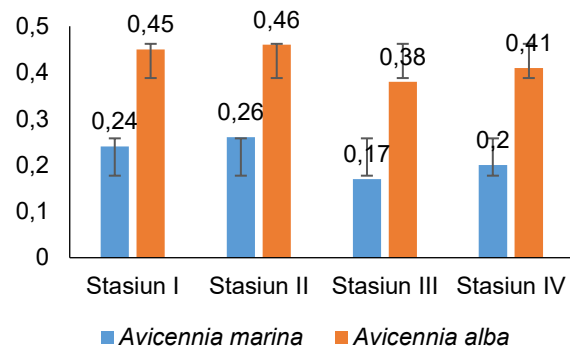
Berdasarkan hasil yang didapatkan, pada Stasiun I hingga Stasiun IV terdapat jenis yang mendominasi. Hasil dominansi dan dominansi relatif mangrove dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. Nilai indeks dominansi yang didapatkan pada stasiun I dan II yaitu 0,7 dan pada stasiun III memiliki nilai 0,78 dan stasiun IV nilai indeks dominansinya sebesar 0,73. Keberadaan jenis yang dapat dikatakan mendominasi apabila nilai indeks dominansinya mendekati 1 atau $0,5 \geq D > 1$. Hal ini menyatakan bahwa kondisi ekosistem pada lokasi tersebut dapat dibilang tidak stabil. Tingginya nilai indeks dominansi *Avicennia marina* dibandingkan dengan *Avicennia alba* dapat dinyatakan bahwa *Avicennia marina* memiliki kemampuan toleran terhadap kondisi lingkungannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Fadli *et al.* (2015) bahwa spesies mangrove yang memiliki nilai indeks dominansi tertinggi memiliki kemampuan berkompetisi untuk memperoleh unsur hara yang lebih banyak dari pada jenis lain. INP (Indeks Nilai Penting) merupakan parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominasi spesies dalam komunitas mangrove (Supriadi *et al.*, 2015). Indeks ini merupakan hasil penjumlahan dari kerapatan relatif, frekuensi relatif dan juga dominansi relatif. Hasil INP dapat dilihat pada Gambar 10.

Berdasarkan hasil gambar histogram di atas dapat dilihat bahwa nilai INP paling besar berada pada Stasiun III dengan jenis spesiesnya yaitu *Avicennia marina* sebesar 260%. Ketiga Stasiun lainnya juga menunjukkan bahwa nilai INP untuk jenis *Avicennia marina* lebih tinggi dari pada *Avicennia alba*. Apabila nilai INP sebesar 260% maka termasuk dalam kategori tinggi. Menurut Romadhon (2008), apabila INP berkisar >204 maka tergolong tinggi. Indriyanto (2006) menyatakan bahwa apabila terdapat jenis spesies yang dominan dalam suatu komunitas tumbuhan maka jenis spesies tersebut akan memiliki indeks nilai penting yang tinggi.

Nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman pada umumnya digunakan untuk mengukur kestabilan suatu komunitas. Hasil nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman dapat dilihat pada



Gambar 11. Indeks Keanekaragaman



Gambar 12. Indeks Keseragaman

Gambar 11 dan 12. Hasil nilai indeks keanekaragaman yang didapatkan yaitu nilai paling tinggi berada pada Stasiun II sebesar 0,5 sedangkan paling rendah berada pada Stasiun III dengan nilai sebesar 0,38. Nilai indeks keanekaragaman yang ada pada lokasi penelitian ini termasuk dalam kategori rendah. Hal ini dapat terjadi karena adanya tekanan ekologi yang tinggi seperti penebangan pohon mangrove yang dialihfungsikan menjadi tambak. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Bengen (2000), secara umum nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan mangrove dapat dikatakan rendah apabila termasuk dalam kategori $H' < 2,0$.

Hasil keseragaman yang didapatkan menyatakan bahwa nilai keseragaman Stasiun I sebesar 0,69 dan Stasiun II yang memiliki nilai keseragaman paling tinggi yaitu sebesar 0,72. Stasiun III mendapatkan nilai indeks keseragaman paling rendah yaitu sebesar 0,55 dan Stasiun IV sebesar 0,61. Berdasarkan hasil ini maka keempat stasiun tersebut yang memiliki nilai kisaran $0,5 < E < 0,75$ berada dalam kondisi yang kurang stabil dan keseragamannya sedang. Supriadi *et al.* (2015) menyatakan bahwa semakin rendahnya nilai indeks keseragaman suatu komunitas berarti bahwa kondisi lingkungan tersebut semakin tidak stabil. Rendahnya nilai keseragaman menunjukkan bahwa kondisi komunitas dalam keadaan tertekan.

KESIMPULAN

Beberapa jenis mangrove yang ditemukan pada ekosistem mangrove di Kecamatan Tayu Kabupaten Pati adalah *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*. Struktur vegetasi mangrove di Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati tingkat pohon dan tingkat anakan memiliki rata-rata kerapatan yang dikategorikan sangat padat. Berdasarkan nilai frekuensinya jenis *Avicennia marina* selalu ditemukan pada setiap plot pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa jenis mangrove tersebut memiliki penyebaran jenis dan keberadaan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis mangrove lainnya. Hasil indeks dominansi yang diperoleh dinyatakan bahwa pada Stasiun I hingga Stasiun IV terdapat jenis yang mendominasi dengan kisaran nilai sebesar 0,7 – 0,78. INP yang paling tinggi yaitu ada pada jenis *Avicennia marina* dengan nilai sebesar 260% dan tergolong tinggi. Hasil indeks keanekaragaman yang didapatkan menyatakan bahwa keanekaragaman mangrove pada lokasi penelitian ini tergolong rendah dan nilai indeks keseragamannya tergolong sedang dan kurang. Secara umum parameter kualitas perairan (suhu, pH, salinitas, substrat dan kandungan nitrat, fosfat pada substrat) dinyatakan sesuai dan baik untuk kehidupan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, M. F. 2020. Potensi Wilayah Pesisir di Negara Indonesia. *Jurnal Geografi*, 20(20):1-7.
 Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati. 2016. Pati dalam Tahun 2014. Pati.
 Badan Pusat Statistik Kabupaten Pati. 2022. Pati dalam Tahun 2021. Pati.
 Bengen, D.G. 2000. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Lautan*. IPB. Bogor. 65 hlm.

- Chrisyariati, I., Hendrarto, B. & Suryanti, S. 2014. Kandungan Nitrogen Total dan Fosfat Sedimen Mangrove pada Umur yang Berbeda di Lingkungan Pertambakan Mangunharjo, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3):65-72.
- Dangremond, E. M., Feller, I. C. & Sousa, W. P. 2015. Environmental Tolerances of Rare and Common Mangroves Along Light and Salinity Gradients. *Oecologia*, 1(1):1-12.
- Fadli., Khairijon. & Sofiyanti, N. 2015. Analisis Vegetasi *Avicennia* sp. dan Karakteristik Sedimen di Kawasan Mangrove Desa Sungai Rawa, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Riau. *JOM FMIPA*, 1(1):23-34.
- Farhaby, A. M., Abdullah, A., Carmila., Arnanda, E., Nasution, E.A., Feriyanto., Mustofa, K., Putri, L.L., Mahatir, M., Santia, N., Susanti, S., Simamora, S. & Lestari, Y. 2020. Analisis Kesesuaian Ekosistem Mangrove sebagai Kawasan Ekowisata di Pulau Kelapan, Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Enggano*, 5(2):132-142.
- Gillis, L. G., Hortua, D. A. S., Zimmer, M., Jennerjahn, T. C. & Herbeck, L. S. 2019. Interactive Effects of Temperature and Nutrients on Mangrove Seedling Growth and Implications for Establishment. *Marine Environmental Research*, 151(1):1-10.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 209 hlm.
- KepMen LH. 2004. Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 201.
- Krauss, K. W., Lovelock, C. E., McKee, K. L., Lo'pez-Hoffman, L., E, S. M.L. & Sousa, W. P. 2008. Environmental Drivers in Mangrove Establishment and Early Development: A Review. *Aquatic Botany*, 89(1):105–127.
- Martuti, N. K. T., Setyowati, D.L. & Nugraha, S.B. 2019. Ekosistem Mangrove (Keanekaragaman, Fitoremediasi, Stok Karbon, Peran dan Pengelolaan). Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Semarang. 115 hlm.
- Masruroh, L. & Insafitri. 2020. Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Kerapatan Vegetasi *Avicennia marina* di Kabupaten Gresik. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2):151–159.
- Nur, B. A. & Kuntjoro, S. 2020. Keanekaragaman dan Kelimpahan Kepiting Biola (*Crustacea: Ocypodidae*) di Pantai Selatan Kabupaten Bangkalan, Madura. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(3):176–184.
- Odum, E.P.1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 245 hlm.
- Prayitno, H. T. 2017. Perkembangan Mangrove dan Produksi Ikan Laut di Pati Utara. *Jurnal Litbang*, 13(2): 93–104.
- Putra., Nurrachmi, I. & Samiaji, J. 2017. Hubungan pH dan Kandungan Bahan Organik Sedimen Terhadap Kerapatan Vegetasi Mangrove di Kecamatan Rupal Utara, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. 1(1):1-11.
- Rahadian, A., Prasetyo, L.B., Setiawan, Y. & Wikantika, K. 2019. Tinjauan Historis Data dan Informasi Luas Mangrove Indonesia. *Jurnal Media Konservasi*, 24(2):163-178.
- Schaduw, J. N. W. 2018. Distribusi dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1):40.
- Senoaji, G. & Hidayat, M.F. 2017. Peranan Ekosistem Mangrove di Kota Pesisir Bengkulu dalam Mitigasi Pemanasan Global Melalui Penyimpanan Karbon. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(3):327.
- Supriadi., Romadhon, A. & Farid, A. 2015. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Martajasah, Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 8(1):44-51.
- Trinanda, T. C. 2017. Pengelolaan Wilayah Pesisir Indonesia dalam Rangka Pembangunan Berbasis Pelestarian Lingkungan. *Jurnal Matra Pembaruan*, 1(2):75–84.
- Yahra, S., Harahap, A.A., Yusni, E. & Leidonald, R. 2020. Analisis Kandungan Nitrat dan Fosfat serta Keterkaitannya dengan Kerapatan Mangrove di Pantai Labu Kabupaten Deli, Serdang. *Jurnal Enggano*, 5(3):350-366.