

STRUKTUR TEGAKAN DAN KOMPOSISI JENIS MANGROVE DI PANTAI UTARA Studi Kasus Di Desa Kanci Kulon Kecamatan Astanajapura Kabupaten Cirebon

Reki Agustiana, Yayan Hendrayana, Dede Kosasih

Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Universitas Kuningan, Indonesia
20180710054@uniku.ac.id,

Abstract

*The mangrove forest in Kanci Kulon Village has an important role as protection for life support systems, including breaking sea waves, preventing coastal erosion, as a habitat for coastal ecosystems and so on. Data on the structure and composition of mangrove species is very necessary in the context of preparing management and utilization plans for mangrove forests so that there is no damage to the quality and quantity of potential coastal ecosystem resources which results in the loss of the environmental function of the mangrove forest. The method used was purposive sampling carried out using sample units in the form of square plots covered by mangrove vegetation. There are 2 types of mangroves found, namely *Avicennia marina* (White Flames) and *Avicennia alba* (Black Flames). *Avicennia marina* is the type with the highest INP at the seedling level with 131.568% found in the front zone. The sapling growth rate is dominated by *Avicennia alba* with a total of 130.313% found in the middle zone. Meanwhile, the highest INP at tree level is *Avicennia marina* with 226.630% found in the front zone. The highest growth stage evenness index value is found in the back zone at the seedling level with a value of 0.993 and the lowest is in the front zone at the tree level with a value of 0.811. The distribution of the number of trees per hectare based on diameter class in almost all observation zones in the mangrove forest of Kanci Kulon Village tends to form an L-form. This shows that the tree population in each zone tends to develop towards balanced forests of all ages. The canopy stratification formed in each zone formation is dominated by strata C (4-20). The diameter will affect the stratification of the canopy, and the larger the tree diameter, the smaller the density*

Keywords: Mangroves, Species Composition, Vegetation Structure,

Abstrak

Hutan mangrove Desa Kanci Kulon memiliki peran penting sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan diantaranya memecah gelombang laut, mencegah abrasi pantai, sebagai habitat ekosistem pesisir dan lain-lain. Data struktur dan komposisi jenis mangrove sangat diperlukan dalam rangka penyusunan rencana pengelolaan maupun pemanfaatan hutan mangrove agar tidak terjadi kerusakan kualitas dan kuantitas potensi sumberdaya ekosistem pesisir yang berdampak pada hilangnya fungsi lingkungan dari hutan mangrove tersebut. Metode yang digunakan adalah purposive sampling dilakukan dengan menggunakan unit contoh berupa petak persegi yang tertutupi oleh vegetasi mangrove. Terdapat 2 jenis mangrove yang ditemukan, yaitu *Avicennia marina* (White Flames) dan *Avicennia alba* (Black Flames). *Avicennia marina* merupakan jenis dengan INP tertinggi pada tingkat semai dengan jumlah 131,568% yang terdapat pada zona depan. Pada tingkat pertumbuhan pancang didominasi oleh *Avicennia alba* dengan jumlah 130,313 % yang terdapat pada zona tengah. Sedangkan INP tertinggi pada tingkat pohon adalah *Avicennia marina* dengan jumlah 226,630 % yang terdapat pada zona depan. Nilai indeks pemerataan stadium tingkat pertumbuhan tertinggi terdapat pada zona belakang pada tingkat semai dengan nilai 0,993 dan terendah terdapat pada zona depan pada tingkatan pohon dengan nilai 0,811. Sebaran jumlah pohon per hektar berdasarkan kelas diameter pada hampir semua zona pengamatan di hutan mangrove Desa Kanci Kulon cenderung membentuk L-form. Hal ini menunjukkan bahwa populasi pohon pada setiap zona cenderung berkembang kearah hutan segala umur yang seimbang. Stratifikasi tajuk yang terbentuk pada setiap formasi zona didominasi oleh strata C (4-20). Ukuran diameter akan mempengaruhi stratifikasi tajuknya, dan semakin besar diameter pohon, semakin kecil kerapatannya.

Kata Kunci : Mangrove, Struktur Vegetasi, Komposisi Jenis

PENDAHULUAN

Menurut Macnae (1968) kata mangrove merupakan perpaduan antara bahasa Portugis mangue dan bahasa Inggris grove. Tomlinson (1986) mendefinisikan mangrove sebagai tumbuhan maupun komunitas yang terdapat di daerah pasang surut. Adapun hutan mangrove adalah suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut yang tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut, yang komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam (kondisi salin). Dengan demikian, ekosistem mangrove terdiri atas organisme yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana et al., 2013).

Tumbuhan mangrove bersifat unik karena merupakan gabungan dari ciri ciri tumbuhan yang hidup di darat dan di laut. Umumnya mangrove mempunyai sistem perakaran yang menonjol yang disebut akar nafas (pneumatofor). Sistem perakaran ini merupakan suatu cara adaptasi terhadap keadaan tanah yang miskin oksigen atau bahkan anaerob. Mangrove tersebar di seluruh pesisir tropik dan subtropik, tumbuh hanya pada pantai yang terlindung dari gerakan gelombang, bila keadaan pantai sebaliknya, benih tidak mampu tumbuh dengan sempurna dan menancapkan akarnya (Irwanto, 2013). Secara fisik, mangrove berfungsi menjaga kestabilan garis pantai, melindungi pantai dan bantaran sungai dari erosi, menyangga dan menahan angin topan dan tsunami, serta menyediakan penyangga bagi proses kavitasi atau peresapan air laut ke dalam daratan (Dinilhuda *et al.*, 2018). Desa Kanci Kulon memiliki hutan mangrove dengan luas 30 ha dengan ketebalan mangrove yang cukup rapat sehingga menjadikan kawasan tersebut sebagai kawasan dengan hutan mangrove.

Data struktur dan komposisi jenis mangrove sangat diperlukan dalam rangka penyusunan rencana pengelolaan maupun pemanfaatan hutan mangrove agar tidak terjadi kerusakan kualitas dan kuantitas potensi sumberdaya ekosistem pesisir yang berdampak pada hilangnya fungsi lingkungan dari hutan mangrove tersebut. Untuk memonitor perkembangan keadaan hutan mangrove tersebut, secara berkala perlu risalah hutan. Dalam penelitian ini risalah hutan dilakukan untuk mengetahui komposisi jenis pohon dan struktur tegakannya. tujuan penelitian ini untuk mengetahui struktur dan komposisi hutan mangrove di Desa Kanci Kulon.

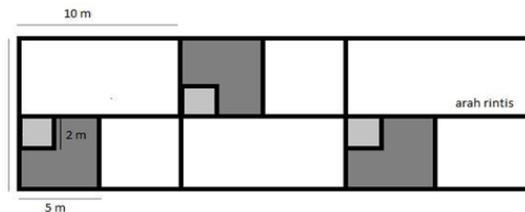
METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kawasan Hutan Desa Kanci Kulon yang memiliki luas $\pm 29,7$ Ha dengan titik koordinat $6^{\circ}45'50,16''$ - $6^{\circ}46'19,09''$ LS dan $108^{\circ}37'5,63''$ - $108^{\circ}37'36,22''$ BT. Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan, yaitu pada bulan April – Juni 2022. Berikut merupakan peta lokasi penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Alat dan bahan dalam penelitian ini: roll meter, tali rafia, alat tulis menulis, *Global Positioning System* (GPS), kamera, dan pita ukur. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Tallysheet* pengamatan, peta lokasi. Pengambilan data dilakukan dengan Metode purposive sampling, dimana lokasi plot disesuaikan dengan aksesibilitas jalan, sungai atau kanal yang ada. Petak-petak berukuran 2m x 2m untuk tingkat semai, 5m x 5m untuk tingkat pancang dan tingkat pohon berukuran 10m x 10m dengan intensitas sampling 5%. Adapun identifikasi jenis dilakukan dengan menggunakan buku kunci determinasi/ panduan pengenalan mangrove Indonesia (Kusmana 2011). Berikut merupakan bentuk plot contoh untuk pengambilan data disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Plot Contoh

Analisis Data

Komposisi pohon dan permudaannya, serta bentuk hidup tumbuhan lainnya dapat diketahui dengan menghitung indeks nilai penting (INP). INP dapat menggambarkan komposisi jenis dan tingkat penguasaan (dominansi) jenis dalam suatu komunitas (Indriyanto 2008).

Untuk tingkat pohon :

Untuk tingkat pancang dan semai:

$$INP = KR + FR + DR$$

$$INP = KR + FR$$

$$LBDS = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Kerapatan (K)

$$K = \frac{\text{jumlah individu suatu jenis}}{\text{luas plot contoh}}$$

$$KR = \frac{\text{kerapatan suatu jenis}}{\text{kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

Frekuensi (F)

$$F = \frac{\text{jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{jumlah seluruh plot}}$$

$$FR = \frac{\text{frekuensi suatu jenis}}{\text{frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Dominansi (D)

$$D = \frac{\text{LBDS suatu jenis}}{\text{luas plot contoh}}$$

$$DR = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Indeks Kemerataan Jenis (E)

Indeks Kemerataan Jenis (E) menunjukkan tingkat pemerataan individu per jenis. Jika nilai E semakin mendekati 1, maka nilai kemerataannya semakin tinggi. Nilai E (Pielou 1975 dalam Magurran 1988 dalam Hikmah, 2017).

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

E = Indeks Kemerataan Individu Per Jenis

H' = Indeks Keanekaragaman Jenis Shannor Wiener

S = Jumlah Jenis yang di Temukan

Menurut Magurran (1988) dalam Hikmah (2017) besaran $E < 0.3$ menunjukkan pemerataan jenis yang rendah, $0.3 < E < 0.6$ menunjukkan tingkat pemerataan jenis yang sedang dan $E > 0.6$ menunjukkan tingkat pemerataan jenis yang tinggi.

Indeks Dominansi Jenis (C)

Indeks Dominansi Jenis bertujuan untuk mengetahui pemusatan atau penguasaan suatu jenis pada suatu areal yang menggunakan rumus matematis (Simpson 1949 dalam Misra 1980) sebagai berikut:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

C = Indeks Dominansi Jenis

ni = Kerapatan Jenis ke-i

N = Total Kerapatan Seluruh Jenis

Struktur vertikal

Penentuan struktur vertikal berdasarkan kelas tinggi atau strata. Menurut Soerianegara dan Indrawan (1998) dalam Susanti (2014), Struktur vertikal atau stratifikasi tajuk terdiri atas lapisan A (tinggi >30 m), B (tinggi 20-30 m), C (tinggi 4,20 m), D (tinggi 1,4 m) dan E (tinggi 0,1 m) Lapisan A, B, dan C menunjukkan tingkat pertumbuhan pohon, sedangkan lapisan D dan E menunjukkan penutup tanah, dan perdu. Struktur horizontal

Struktur horizontal ditentukan berdasarkan hubungan antara distribusi diameter pohon (dbh) dan kerapatan pohon (jumlah pohon per hektar) yaitu dengan mengelompokkan setiap individu yang ditemukan sesuai dengan kelas diameter dan kerapatan individu di

sebuah area (Onrizal *et al.*, 2005). Untuk menentukan kelas diameter digunakan rumus (Hamidi *et al.*, 2014):

$$K = 1 + 3,3 \log N$$

K = Banyaknya Kelas

N = Jumlah Data atau Populasi

Pengukuran porsi sampel setiap kelas diameter digunakan rumus

$$ni = \frac{Ni}{N} \times n$$

Ni= Alokasi Unit Sampel untuk Kelas Diameter ke-i

n = Jumlah Sampel

Ni= Jumlah Pohon dalam Kelas Diameter ke-i

N = Jumlah Populasi Pohon

Berisi lokasi dan partisipan kegiatan, bahan dan alat, metode pelaksanaan kegiatan, metode pengumpulan data, pengolahan, dan analisis data. Berisi lokasi dan partisipan kegiatan, bahan dan alat, metode pelaksanaan kegiatan, metode pengumpulan data, pengolahan, dan analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis

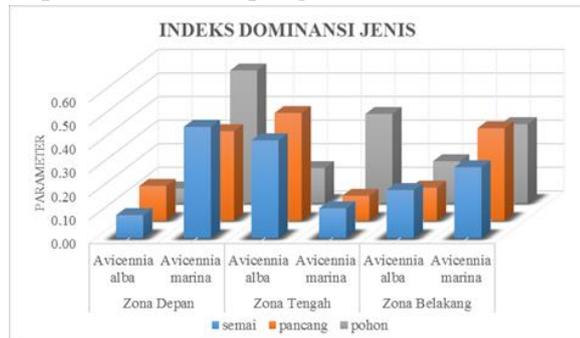
Penelitian mengenai komposisi jenis dan struktur tegakan yang dilakukan di kawasan hutan mangrove Desa Kanci Kulon terdapat 2 jenis *Avicenia marina* dan *Avicenia alba* vegetasi yaitu dari total luas kawasan 30 ha dengan intensitas sampling 5 %. Pengambilan data komposisi jenis dilakukan dengan cara transek atau jalur dari darat ke arah garis pantai, dengan demikian dapat diketahui komposisi vegetasi dari darat ke pantai. Komposisi jenis dari darat ke bibir pantai memiliki karakter yang sama pada setiap jalurnya dimana di tepi darat banyak ditumbuhi vegetasi tingkat semai dan pancang, di bagian tengah di tumbuhi vegetasi tingkat pohon.

Indeks Nilai Penting (INP)

Jenis dominan didapatkan dengan melihat hasil Indeks Nilai Penting (INP) dari suatu jenis yang ditemukan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di hutan mangrove Desa Kanci Kulon, *Avicenia marina* merupakan jenis dengan INP tertinggi pada tingkat semai dengan jumlah 131,568% yang terdapat pada zona depan. Dikarnakan pada zona tersebut banyak buah yang terbawa dari belakang pada saat surut dan banyak di temukan nya pohon yang menjadi kriteria pohon induk. Pada tingkat pertumbuhan pancang didominasi oleh *Avicennia Alba* dengan jumlah 130,313 % yang terdapat pada zona tengah. Sedangkan INP tertinggi pada tingkat pohon adalah *Avicennia Marina* dengan jumlah 226,630 % yang terdapat pada zona depan. Peranan suatu jenis dalam sebuah komunitas dapat dilihat dari besarnya nilai INP.

Indeks Dominansi Jenis(C)

Pada tingkat pohon di zona depan dengan nilai 0,56 dengan jenis *Avicennia marina* yang artinya terjadi pemusatan atau penguasaan.

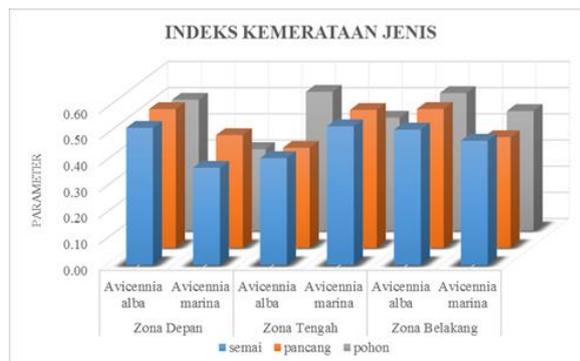


Gambar 3 Indeks Dominansi

Berdasarkan hasil yang didapatkan, nilai indeks dominansi jenis pada setiap formasi zona tergolong rendah karena nilai yang didapatkan cenderung mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap tingkat pertumbuhan di berbagai formasi zona tidak dikuasai oleh satu strata tetapi dikuasai secara bersama-sama. Dalam hal ini lokasi tersebut merupakan hutan mangrove yang sengaja di tanam untuk mengurangi abrasi pantai.

Indeks Kemerataan Jenis (E)

Nilai indeks Kemerataan yang tinggi menunjukkan bahwa hampir seluruh jenis pada setiap tingkat pertumbuhan dan di berbagai zona memiliki jumlah individu yang merata.



Gambar 4 Indeks Kemerataan

Nilai indeks kemerataan jenis berdasarkan stadium tingkat pertumbuhan yang diperoleh tergolong tinggi karena cenderung mendekati 1. Nilai indeks kemerataan jenis berdasarkan stadium tingkat pertumbuhan pada tingkat semai dengan nilai 0,53 dengan jenis *Avicennia Marina* dan terendah terdapat pada zona depan pada tingkatan pohon dengan nilai 0,31 dengan jenis *Avicennia Marina*. Nilai indeks Kemerataan (E) yang diperoleh pada semua formasi zona di setiap tingkat pertumbuhannya tergolong tinggi dan froporsi penyebaran yang merata.

Kerapatan Individu

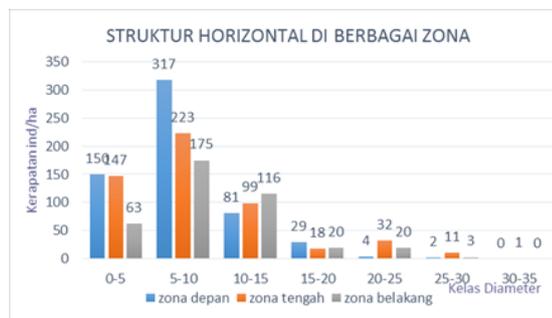
Kerapatan tertinggi pada tingkat semai terdapat pada formasi zona depan dengan jumlah kerapatan 2627,78 ind/ha sedangkan untuk kerapatan semai yang terendah terdapat pada formasi zona belakang dengan jumlah 1894,44 ind/ha. Kerapatan tertinggi

untuk tingkat pancang terdapat pada formasi zona depan dengan jumlah 414,22 ind/ha sedangkan kerapatan pancang terendah terdapat pada formasi zona belakang dengan jumlah 211,56 ind/ha. Kerapatan tertinggi untuk tingkat pohon terdapat pada formasi zona tengah dengan jumlah 35,78 ind/ha sedangkan kerapatan pohon terendah terdapat pada formasi zona depan dengan jumlah 28,78 ind/ha.

Tabel 1 Kerapatan Jenis

No	Lokasi	Tingkat Pertumbuhan	Jenis	Σ Individu	Kerapatan ind/ha	Kerapatan Tingkat Pertumbuhan/ ha
1	I	Semai	<i>Avicennia alba</i>	148	822.22	2627.78
			<i>Avicennia marina</i>	325	1805.56	
		Pancang	<i>Avicennia alba</i>	179	159.11	
			<i>Avicennia marina</i>	287	255.11	
		Pohon	<i>Avicennia alba</i>	29	6.44	
			<i>Avicennia marina</i>	87	19.33	
2	II	Semai	<i>Avicennia alba</i>	304	1688.89	2622.22
			<i>Avicennia marina</i>	168	933.33	
		Pancang	<i>Avicennia alba</i>	250	222.22	
			<i>Avicennia marina</i>	120	106.67	
		Pohon	<i>Avicennia alba</i>	62	13.78	
			<i>Avicennia marina</i>	99	22.00	
3	III	Semai	<i>Avicennia alba</i>	154	855.56	1894.44
			<i>Avicennia marina</i>	187	1038.89	
		Pancang	<i>Avicennia alba</i>	89	79.11	
			<i>Avicennia marina</i>	149	132.44	
		Pohon	<i>Avicennia alba</i>	67	14.89	
			<i>Avicennia marina</i>	92	20.44	

Struktur Horizontal



Gambar 5 Struktur Horizontal

Struktur horizontal dari suatu tegakan dapat dilihat dari hubungan kerapatan pohon dengan sebaran kelas diameternya. Kerapatan pohon tertinggi berbagai formasi zona terdapat pada kelas diameter 5-10 cm. semakin besar ukuran diameter pohon, semakin menurun kerapatannya. Kerapatan pohon terendah terdapat pada kelas diameter 30> cm. Sebaran jumlah pohon per hektar berdasarkan kelas diameter pada hampir semua zona pengamatan di hutan mangrove Desa Kanci Kulon cenderung membentuk L-form. Hal ini menunjukkan bahwa populasi pohon pada setiap zona pengamatan di hutan mangrove Desa Kanci Kulon cenderung berkembang ke arah hutan segala umur yang seimbang.



Gambar 6 Ilustrasi struktur horizontal: (i) zona belakang, (ii) zona depan, (iii) zona tengah

Dilihat dari sudut bagian depan, hutan mangrove desa kanci kulon memiliki ketebalan terdiri 7 lapisan diameter dengan lapisan tertebal terdapat pada kelas diameter 5 – 10 cm yang artinya tebal mangrove desa kanci kulon di dominasi oleh strata pancang.

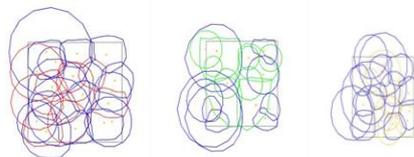
Serta tegakan mangrove paling tebal terdapat pada zona depan yang sangat penting dalam memecah angin dan gelombang.

Struktur Vertikal



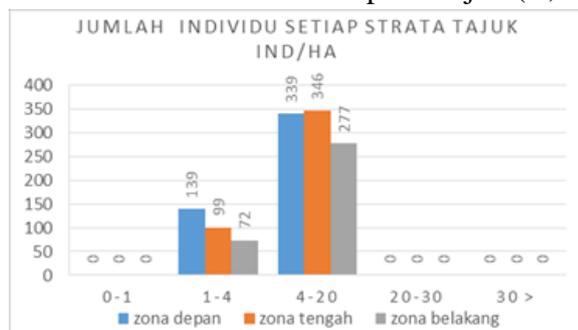
Gambar 7 Struktur Vertikal

Nilai kerapatan individu berdasarkan kelas tinggi pada zona depan terdapat pada kelas tinggi 3,11 – 4,11 dengan jumlah 139 ind/ha, zona tengah terdapat pada kelas 3,11 – 4,11 dengan jumlah 99 ind/ha, dan zona belakang terdapat pada kelas 7,11 – 8,11 dengan jumlah 82 ind/ha.



Gambar 8 struktur vertikal; (i) zona belakang, (ii) zona depan, (iii) zona tengah

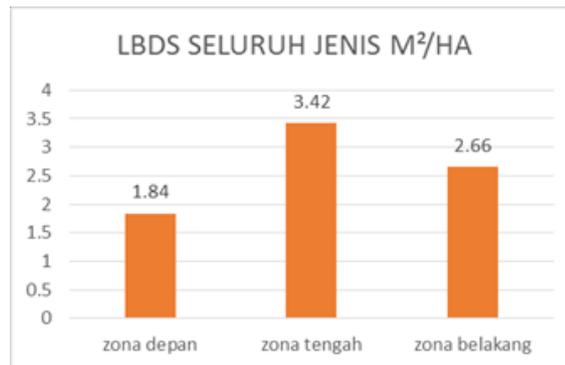
Struktur tegakan vertikal dapat diketahui dari hubungan antara kerapatan pohon dengan kelas tinggi pohon (stratum). Stratifikasi tajuk pada tiap zona pengamatan di hutan mangrove Desa Kanci Kulon terdiri atas dua lapisan tajuk (C, dan D).



Gambar 9 Stratifikasi Tajuk

Data tersebut menunjukkan bahwa pohon dengan tinggi 4 -20 m memiliki jumlah kerapatan tertinggi di berbagai zona. sedangkan untuk formasi zona belakang memiliki jumlah kerapatan yang lebih rendah pada kisaran tinggi 4 -20. Diagram diatas menunjukkan stratifikasi tajuk di berbagai zona di hutan mangrove Desa Kanci Kulon. Formasi zona tersebut secara berurutan meliputi Formasi zona belakang, zona depan, zona tengah.

Luas bidang dasar (LBDS)



Gambar 10 Luas Bidang Dasar

Jumlah luas bidang dasar di berbagai formasi zona didapatkan hasil zona tengah memiliki nilai terbesar yaitu 3,42 m² /ha sedangkan untuk nilai terendah yaitu berada di formasi zona depan 1,84 m² /ha. Beberapa faktor yang memengaruhi rendahnya pertumbuhan antara lain banyaknya ditemukan pohon yang tumbang dan menumpuknya sampah di bagian zona depan yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan dari pohon yang ada di formasi zona depan.

Implikasi Terhadap Manajemen Konservasi

Berdasarkan hasil yang di dapatkan jumlah jenis yang di temukan cenderung lebih rendah di dibandingkan dengan hutan mangrove di daerah lain. Dikarnakan pada wilayah tersebut merupakan hutan mangrove yang sengaja di tanam guna mengurangi tingkat degradasi bibir pantai. Dalam hal ini dapat di manfaatkan oleh pengelola untuk meningkatkan keanekaragaman jenis mangrove. Dengan cara memperbanyak dan melakukan penanaman melalui perlakuan silvikultur atau manajemen hutan lainnya, maka akan tercipta habitat yang lebih baik dan beragam untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan jenis mangrove di daerah tersebut.

SIMPULAN

Komposisi jenis mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Desa Kanci Kulon terdiri atas 2 jenis yaitu *Avicenia marina* dan *Avicenia alba*, stadium pertumbuhan mangrove di lokasi tersebut didominasi oleh pertumbuhan tingkat pancang disetiap formasi zona yaitu *Avicennia marina*. Struktur horizontal Terlihat bahwa sebaran jumlah pohon per hektar berdasarkan kelas diameter pada hampir semua zona cenderung membentuk L-form yang berarti berkembang kearah hutan segala umur yang seimbang. Struktur vertikal tegakan didominasi oleh strata C pada setiap formasi zona, semakin rapat tingkat pertumbuhan stadium akan semakin tinggi stratifikasi karena pertumbuhan dan perkembangan etiolasi di mangrove lebih tinggi. Jumlah bidang dasar untuk tingkat pohon di zona tengah memiliki nilai terbesar sedangkan untuk nilai terendah yaitu berada di formasi zona depan

SARAN

Saran dalam penelitian ini Perlu dilakukan pemeliharaan dan pengawasan hutan yang lebih intensif untuk mencegah terjadinya kerusakan hutan mangrove Desa Kanci Kulon. mengingat hutan mangrove banyak memiliki peran dan fungsi bagi masyarakat sekitar pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada pengelola kawasan mangrove Desa Kanci Kulon, Kepala Desa Kanci Kulon dan seluruh civitas akademika Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Kuningan

DAFTAR PUSTAKA

- Macnae W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West Pacific region. *Advances in Marine Biology* 6:74-241.
- Tomlinson PB. 1986. *The Botany of Mangrove*. UK: Cambridge University Press
- Kusmana C, Valentino N, Mulyana D. 2013. *Flora Mangrove di Kawasan Hutan Angke Kapuk Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Irwanto, I. (2013). *Komposisi dan Zonasi Hutan Mangrove Pulau Marsegu Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku*. *Jurnal Makila*.
- Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiati, J. (2018). Peran Ekosistem Mangrove Bagi Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2).
- Indriyanto. 2012. *Ekologi Hutan*. Jakarta (ID): PT Bumi Aksara
- F.hikmah, widya. (2017). *Komposisi jenis dan struktur hutan mangrove di pantai Ciletuh, Sukabumi, Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Kusmana C, Susanti S. 2015. *Komposisi dan struktur tegakan hutan alam di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi*. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 5(3):210-217.
- Onrizal, O., Kusmana, C., Saharjo, B. H., Handayani, I. P., & Kato, T. (2005). Species composition and structure of ex-burned heath forest in Danau Sentarum National Park, West Kalimantan. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 6(4).
- Hamidi, A. ., Ilham, W., Aminah, S., & Fithria, A. (2014). Penyusunan Allometrik Untuk Pendugaan Kandungan Biomassa Jenis Bakau (*Rhizophora apiculata*). *Enviro Scientiae* , 10, 80–87.