

Kerapatan dan Distribusi Genus *Acanthus* pada Area Kerusakan Mangrove di Segara Anakan Bagian Barat Cilacap

Yasmin Shafira Nur Azizah*, Erwin Riyanto Ardli, Edy Yani

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan dr Suparno 63 Purwokerto 53122
Email: ysmnshfr@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 29/09/2019
Disetujui : 29/05/2020

Abstract

Mangrove is one of the rare and unique ecosystems found in the world. The widest of mangrove ecosystem is located in Indonesia. Mangrove ecosystem play a role in ecology, economics, social and culture aspects. Mangrove continue to widespread decline and change every year density due to damage. One of the species found in the mangrove ecosystem is the genus *Acanthus*. Genus *Acanthus* can be used as a bioindicator of mangrove damage. The purpose of this study is to calculate the density and distribution of the genus *Acanthus* in the area of mangrove damage in Segara Anakan, western part of Cilacap. The method used in this study is survey with purposive sampling technique of mangrove vegetation at 11 selected stations in Segara Anakan. The distribution patterns of the genus *Acanthus* are analyzed using Surfer 15. The density values and environmental factors were analyzed descriptively using BIOENV with Primer 5. The density value of the genus *Acanthus* at 11 selected stations is 15,520 ind.ha⁻¹. Distribution pattern of the genus *Acanthus* in Segara Anakan is an aggregate distribution pattern.

Keywords: *Acanthus*, Mangrove, Mangrove damage, Segara Anakan

Abstrak

Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka dan khas yang terdapat hanya 2 % di seluruh permukaan bumi. Ekosistem mangrove terluas di dunia berada di Indonesia. Ekosistem mangrove berperan dalam bidang ekologi, ekonomi serta sosial dan budaya. Hutan mangrove setiap tahun terus mengalami penurunan luas dan perubahan tingkat kerapatan akibat kerusakan. Salah satu tumbuhan yang terdapat di ekosistem mangrove adalah genus *Acanthus*. Genus *Acanthus* merupakan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bioindikator kerusakan mangrove dan dapat berkembangbiak secara vegetatif dan generatif. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove di Segara Anakan bagian barat Cilacap. Penelitian dilakukan dengan metode survei dengan teknik pengambilan sampel vegetasi mangrove *purposive sampling* pada 11 stasiun terpilih di Segara Anakan bagian barat Cilacap. Nilai kerapatan dan Pola distribusi genus *Acanthus* dianalisis menggunakan Surfer 15 untuk mendapatkan pola distribusi genus *Acanthus*. Nilai kerapatan dan faktor lingkungan dianalisis menggunakan BIOENV dengan Primer 5 kemudian dianalisis secara deskriptif. Nilai kerapatan genus *Acanthus* pada 11 stasiun terpilih yaitu 15.520 ind.ha⁻¹. Pola distribusi genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat Cilacap yaitu pola distribusi mengelompok (*aggregate*).

Kata kunci: *Acanthus*, Mangrove, Kerusakan, Segara Anakan

PENDAHULUAN

Hutan mangrove memiliki fungsi sebagai tempat sequestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, tempat dalam menjaga stabilitas pantai dari abrasi, tempat intrusi air laut dan gelombang, menjaga kealamian habitat dan pemijahan berbagai jenis ikan, udang, kerang serta fauna lain (Setyawan & Winarno, 2006). Hutan mangrove di Indonesia pada tahun 1994 - 2000 terus mengalami penurunan luas dan perubahan tingkat kerapatan. Banyaknya konversi lahan mangrove menjadi fungsi lahan yang lain menjadi salah satu penyebabnya. Sekitar 45% mangrove di Indonesia telah mengalami degradasi cukup parah karena aktivitas manusia. Jumlah kerusakan tersebut diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan dan

perkembangan pemukiman di kawasan pesisir (Auliyani *et al.*, 2013). Salah satu kawasan hutan mangrove yang mengalami penurunan luasan dengan cepat adalah di Segara Anakan Cilacap yang termasuk hutan mangrove paling luas di Pulau Jawa (Pemda TK II Cilacap, 1998). Segara Anakan Cilacap memiliki luas 35.000 ha dan terletak pada 07°34'29,42"– 07°47'32,39" LS dan 108°46'30,12"– 109°03'21,02" BT. Segara Anakan merupakan kawasan perairan (laguna) di selatan Pulau Jawa yang terletak di Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah (Setyawan *et al.*, 2005). Kawasan Segara Anakan masih memiliki laju sedimentasi yang tinggi dari daratan dan penebangan liar yang mengakibatkan penurunan secara kualitatif dan kuantitatif hutan mangrove (Purwanto *et al.*, 2014). Departemen

Pekerjaan Umum (1996) menginformasikan hutan mangrove Segara Anakan mengalami penurunan luasan mangrove dari tahun ketahun secara cepat, sekitar 5.600 ha hutan mangrove dalam kondisi rusak dan terganggu.

Kerusakan mangrove dapat terlihat dalam monitoring kerusakan mangrove dengan menggunakan bioindikator tanaman semak berupa genus *Acanthus* dan *Derris trifoliata*. Genus *Acanthus* dan *Derris trifoliata* dapat mendominasi suatu area tertentu dengan cepat dikarenakan kedua spesies tersebut mempunyai sistem perkembangbiakan ganda secara vegetatif dan generatif. Kedua spesies ini mampu tumbuh dalam lahan dan lingkungan yang terbuka serta dapat berkembang dengan cepat pada areal hutan yang terbuka yang mengalami kerusakan (Ardli *et al.*, 2010). *Acanthus ilicifolius* atau Jeruju dapat digunakan sebagai bioindikator kerusakan (Irawanto *et al.*, 2015).

Kondisi Mangrove Segara Anakan Cilacap, mengalami rusak sedang hingga rusak berat. Daerah Muara Dua di wilayah utara laguna mengalami kondisi mangrove yang rusak berat. Kondisi vegetasi di lokasi tersebut sudah didominasi oleh spesies *A. ilicifolius* denganutupan mencapai 80%. Tingkat kerusakan mangrove berkorelasi positif dengan kelimpahan *A. ilicifolius* dilihat dari hasil analisis korelasi. Kelimpahan atau kerapatan *A. ilicifolius* mengindikasikan tingkat kerusakan mangrove dilihat dengan nilai indeks determinasi yang relatif besar yaitu 0,566 untuk spesies *A. ilicifolius* (Ardli *et al.*, 2010).

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan informasi terkait nilai kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove di Ekosistem Segara Anakan bagian barat, Cilacap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* di ekosistem Segara Anakan. Selain itu untuk mengetahui hubungan faktor lingkungan dengan kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove di Segara Anakan bagian barat Cilacap.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian yang digunakan terdiri dari kertas kalkir, GPS (*Global Position System*), golok, perahu, *roll meter*, *salt refractometer*, *soil tester*, dan *thermometer*. Bahan yang digunakan yaitu tumbuhan mangrove dari genus *Acanthus*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus 2018 di Segara Anakan Cilacap. Analisis data dilakukan di Laboratorium Akuatik Fakultas Biologi dan Laboratorium ITMEL Universitas Jenderal Soedirman. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah survei dengan teknik *purposive sampling* di 11 stasiun terpilih yang meliputi 3 kategori kerusakan akibat sedimentasi, peralihan fungsi lahan, dan *illegal logging*.

Pembuatan Plot

Sampling dilakukan di 11 stasiun, setiap stasiun yang diamati dibuat 3 plot utama dengan ukuran 10 m x 10 m dengan jarak antar plot 50 m, di dalam plot utama dibuat plot dengan ukuran 1 m x 1 m untuk menghitung jumlah spesies genus *Acanthus* dan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

Pengukuran Parameter Lingkungan

- 1) Pengukuran Suhu
Pengukuran suhu air dilakukan dengan cara mencelupkan termometer ke dalam air kemudian dibaca nilai yang diperoleh pada termometer dan dicatat hasilnya. Pengukuran suhu udara dilakukan dengan menggantung termometer di sekitar titik sampling sampai diperoleh suhu udara yang stabil dan dicatat hasilnya.
- 2) Salinitas Air
Pengukuran salinitas air dilakukan menggunakan *refractometer* dengan cara meneteskan sampel air pada kaca *refractometer* kemudian dilihat kisaran salinitasnya yang dinyatakan dengan satuan ppt kemudian dicatat.
- 3) pH dan DO Air
Sampel air yang diambil menggunakan ember pada setiap stasiun, DO meter diaktifkan dan dimasukkan ke dalam ember untuk menentukan tingkat pH dan oksigen terlarut dalam sampel air.
- 4) Nilai pH Tanah
Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan *soil tester*. Pengukuran dilakukan dengan cara menancapkan *soil tester* ke dalam tanah sambil menekan tombol selama 10 menit sampai diperoleh angka konstan, kemudian hasilnya dicatat setelah diperoleh angka konstan.
- 5) Kandungan Bahan Organik
Sampel tanah yang telah dikeringkan diidentifikasi di Laboratorium ITMEL Universitas Jenderal Soedirman. Pengukuran kandungan bahan organik dalam tanah dilakukan dengan metode gravimetrik. Sampel tanah yang sudah dikeringkan dikemas dengan aluminium foil kemudian diukur kembali beratnya menggunakan timbangan analitik dan dibakar dalam furnace selama 5 jam pada suhu 500°C. Setelah dingin ditimbang kembali dengan timbangan analitik. Selisih antara berat tanah sebelum dan sesudah dibakar inilah yang menjadi tolak ukur seberapa banyak kandungan bahan organik di dalamnya. Kandungan bahan organik dapat diukur dengan menggunakan rumus:

$$OC = \frac{Bo - Ba}{Bo} \times 100\%$$

Keterangan:

OC = *Organic Content* (%)

Bo = Berat awal sampel

Ba = Berat akhir sampel

6) Kandungan Air Dalam Tanah

Sampel tanah yang didapat dianalisis di Laboratorium. Sampel tersebut diletakan pada *aluminium foil* kemudian diukur berat basahnya menggunakan timbangan analitik. Kemudian dioven dengan suhu sebesar 60 °C, selanjutnya sampel yang sudah dioven ditimbang kembali untuk diukur berat keringnya menggunakan timbangan analitik. Selisih antara berat basah dan berat kering inilah yang menunjukkan seberapa besar kandungan air pada tanah. Diukur dengan menggunakan rumus:

$$WC = \frac{B_0 - B_a}{B_0} \times 100\%$$

Keterangan:

WC = Water Content (%)

B₀ = Berat awal sampel

B_a = Berat akhir sampel

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam menentukan nilai kerapatan pada masing-masing stasiun dengan menghitung menggunakan rumus kerapatan:

a. Kerapatan

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{luas seluruh plot}}$$

b. Distribusi

Distribusi genus *Acanthus* digunakan analisis spasial dengan menggunakan program Surfer 15 kemudian dianalisis secara deskriptif. Perhitungan dan penentuan pola distribusi genus *Acanthus* menggunakan rumus:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Keterangan:

S_i² = Nilai Varians

X_i = Nilai Setiap Data

n = Jumlah Sampel

x = Rata - rata sampel

c. Kondisi Lingkungan dengan Kerapatan dan Distribusi pada genus *Acanthus*

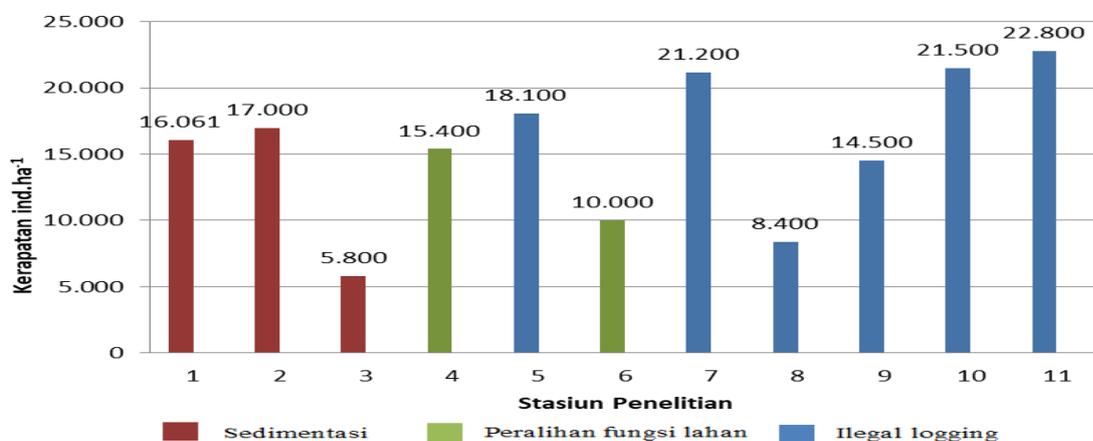
Untuk mengetahui faktor lingkungan meliputi suhu udara, suhu air, salinitas, pH tanah, kandungan bahan organik dan kandungan air dalam tanah yang berpengaruh terhadap kerapatan, distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove digunakan Analisis BIOENV dengan software Primer 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove

Kerapatan genus *Acanthus* didapatkan hasil sebanyak 15.540 ind.ha⁻¹ pada 11 stasiun terpilih di Segara Anakan bagian barat, Cilacap. Adapun spesies genus *Acanthus* yang ditemukan selama penelitian di Segara Anakan bagian barat yaitu spesies *A.ilicifolius* dan *A. ebracteatus*. Kedua spesies tersebut dapat ditemukan pada 11 stasiun penelitian. Hasil kerapatan pada setiap stasiun berbeda, kerapatan terbesar genus *Acanthus* terdapat di stasiun 11 dengan kondisi habitat yang dijadikan sebagai tempat *illegal logging* (Gambar 1.) dengan nilai kerapatan sebesar 22.800 ind.ha⁻¹ hal ini sesuai dengan pernyataan Ardli *et al.*, (2010) tumbuhan mangrove seperti *Acanthus* dapat beradaptasi pada lingkungan yang terbuka melalui pertumbuhan yang cepat pada daerah yang rusak.

Kerusakan mangrove berkorelasi positif terhadap kehadiran dan kelimpahan dari genus *Acanthus*. Tingkat produktivitas *Acanthus* relatif cepat sehingga anakan mangrove sejati akan berkompetisi dengan spesies mangrove jenis *Acanthus* yang mendominasi pada suatu habitat (Ardli *et al.*, 2010). Habitat yang tepat untuk pertumbuhan *Acanthus* adalah lokasi yang memiliki kerapatan mangrove yang rendah baik tingkat pancang maupun pohon sehingga memiliki tutupan kanopi yang sangat jarang (Noor *et al.*, 2006).



Gambar 1. Kerapatan Genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian Barat Cilacap

Distribusi Genus *Acanthus* pada Area Kerusakan Mangrove

Distribusi individu dalam suatu populasi mempunyai tiga pola distribusi yaitu distribusi secara acak (*random*), tersebar (*uniform*), dan mengelompok (*aggregat*). Untuk mengetahui pola distribusi individu dalam suatu populasi dapat menggunakan analisis vegetasi (Rahardjanto, 2001).

Berdasarkan analisis pola distribusi menggunakan analisis variance S^2 dengan nilai variasi sebesar 83,09 sedangkan untuk nilai x sebesar 15,67 yang menandakan bahwa nilai x lebih kecil daripada nilai S^2 (Tabel 1). Genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat Cilacap menunjukkan pola penyebaran mengelompok (*aggregat*).

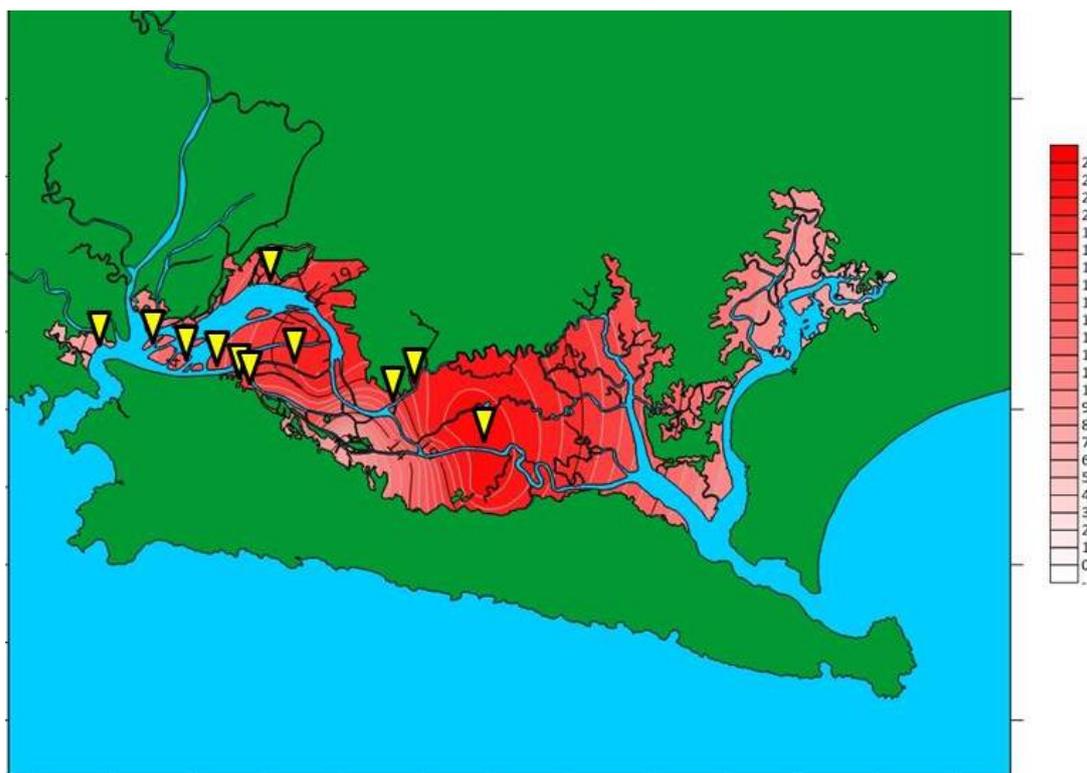
Tabel 1. Data Distribusi Genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian Barat Cilacap

Spesies	X	S ²	Pola Distribusi
<i>A.ebracteatus</i>	17,61	78,09	Mengelompok (<i>aggregat</i>)
<i>A.ilicifolius</i>	8,88	46,41	Mengelompok (<i>aggregat</i>)
Genus <i>Acanthus</i>	15,67	83,09	Mengelompok (<i>aggregat</i>)

Pola distribusi mengelompok dapat terjadi akibat adanya kebutuhan akan faktor lingkungan yang sama antar spesies dalam satu wilayah yang sama (Kusmana, 1995). Pola distribusi suatu organisme mengelompok dikarenakan kondisi lingkungan yang sesuai dengan proses pertumbuhan dan perkembangan organisme untuk bertahan hidup pada habitat tertentu yang memiliki banyak

kandungan bahan organik didalam tanah (Andriani *et al.*, 2018).

Hasil distribusi berdasarkan peta tematik (Gambar 2.) didapatkan hasil distribusi *Acanthus* paling terendah hingga terbesar yaitu stasiun 3, 7, 6, 9, 5, 1, 2, 4, 8, 10 dan 11. Menurut Ardli *et al.*, (2010) kerusakan mangrove berkorelasi positif terhadap jumlah kehadiran dan kelimpahan dari genus *Acanthus* dilihat dari hasil distribusi spasial.



Gambar 2. Distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove di Segara Anakan bagian Barat Cilacap

Sebanyak 11 stasiun yang ditemukan genus *Acanthus* hal ini menyebabkan vegetasi mangrove pada 11 stasiun tersebut sudah didominasi oleh jenis *Acanthus*. Gambar 2. menggambarkan sebaran kerapatan mangrove di Segara Anakan Cilacap. Pada gambar tersebut terlihat kondisi kerapatan lebat teridentifikasi berada di sisi barat, dimana pada

area ini banyak ditumbuhi *Acanthus ilicifolius*. *Acanthus ilicifolius* adalah semak, sehingga tingkat kerapatan spesies ini perlu dipandang sebagai penurunan kualitas hutan mangrove (Purwanto *et al.*, 2014).

Gambar 2. merupakan peta tematik distribusi genus *Acanthus* pada area yang telah mengalami

kerusakan sehingga dapat terlihat pola distribusi genus *Acanthus*. Pola distribusi didasarkan pada kerapatan genus *Acanthus* yang menunjukkan sebaran genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat pada stasiun 11 berwarna merah. Warna merah merupakan pusat distribusi dari genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat Cilacap. Semakin pudar warna merah pada peta, maka semakin sedikit atau bahkan tidak ditemukan spesies dari genus *Acanthus* di daerah tersebut.

Analisis Korelasi Kerapatan dan Distribusi Genus *Acanthus* dengan Faktor Lingkungan

Berdasarkan hasil analisis korelasi nilai kerapatan dan faktor lingkungan dengan menggunakan metode analisis Bio-ENV (Tabel 2) pada genus *Acanthus* memiliki nilai korelasi antara 0,277 – 0,428 yang termasuk kedalam kategori cukup berpengaruh dengan nilai korelasi terendah yaitu 0,277 dan nilai korelasi terbesar yaitu 0,428. Faktor lingkungan yang berperan dalam kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat yaitu pH tanah (Tabel 2) dikarenakan faktor tersebut terdapat dalam semua hasil variasi korelasi. pH tanah dan suhu udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kerapatan genus *Acanthus*. Hasil yang didapatkan sesuai dengan pernyataan Akbar *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa kerapatan dan distribusi spesies mangrove dikontrol oleh faktor lingkungan seperti pH, salinitas, sedimen dan kandungan bahan organik yang terkandung dalam tanah.

Tabel 2. Analisis korelasi Kerapatan Genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian Barat Cilacap

Nilai Korelasi	Variabel
0,428	pH tanah
0,391	Suhu udara, pH
0,364	Suhu air, pH tanah
0,350	pH tanah, pH air
0,327	pH, <i>Dissolve oxygen</i>
0,322	Suhu udara, Suhu air, pH tanah
0,317	Suhu udara, pH tanah, pH air
0,311	Suhu udara, pH tanah, <i>Dissolve oxygen</i>
0,295	Suhu air, pH tanah, <i>Dissolve oxygen</i>
0,277	Suhu air, pH tanah, pH air

Putra *et al.* (2017) menyatakan keberadaan vegetasi mangrove sangat berkaitan erat dengan derajat keasaman (pH) dan bahan organik total dalam sedimen tanah. Kondisi tanah suatu wilayah mangrove mampu mempengaruhi pertumbuhan mangrove itu sendiri, seperti halnya genus *Acanthus* mampu tumbuh pada kondisi tanah yang terbuka sekalipun minim unsur hara (Ardli *et al.*, 2010). Menurut Tuwo (2011) kondisi topografi pantai berpengaruh terhadap erosi tanah, pengendapan sedimen tanah, gelombang dan pasang surut air,

aliran air tawar yang masuk ke daerah mangrove, pelapukan tanah dan akumulasi humus.

SIMPULAN

Kerapatan tertinggi genus *Acanthus* terdapat pada stasiun yang mengalami kerusakan akibat *illegal logging*. Pola distribusi genus *Acanthus* di Segara Anakan bagian barat Cilacap yaitu pola distribusi mengelompok (*aggregate*). Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kerapatan dan distribusi genus *Acanthus* pada area kerusakan mangrove di Segara Anakan bagian barat Cilacap yaitu pH tanah.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, N. Baksir, A. & Tahir, I. 2015. Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove di Kawasan Pesisir Sidangoli Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. *Skripsi*. Maluku: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun.
- Andriani, N., Adriman. & Sumiarsih, E. 2018. Pola Distribusi dan Kepadatan Keong Bakau (*Telescopium Telescopium*) Di Ekosistem Mangrove Desa Mengkapan Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Skripsi*. Riau: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.
- Ardli, E.R., Yani, E. & Widyastuti, A. 2010. Penggunaan *Acanthus ilicifolius* dan *Derris trifoliata* Lour sebagai Agen Biomonitoring Kerusakan Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Laporan Penelitian*. Purwokerto: Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman.
- Auliyani, D., Boedi, H. & Kismartini. 2013. Pengaruh Rehabilitasi Mangrove Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir Kabupaten Rembang. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1996., *Program Konservasi dan Pengembangan Segara Anakan. Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Citandui-Ciwulan*. Proyek Pengembangan dan Konservasi Sumberdaya Air Citandui-Ciwulan. Jawa Barat: Dirjen Pengairan.
- Irawanto, R., Ariyanti, E.E., & Hendrian, R. 2015. Jeruju (*Acanthus ilicifolius*): Biji, Perkecambahan dan Potensinya. *Biodiversitas Indonesia*, 1(1), pp. 1011-1018.
- Kusmana, C. 1995. *Teknik Pengukuran Keanekaragaman Tumbuhan. Pelatihan Teknik Pengukuran dan Monitoring Biodiversity di Hutan Tropika Indonesia*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Fakultas Kehutanan.

- Noor, Y. R., Khazali, M., Suryadiputra & I. N.N. 2006. *Paduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. 2nd ed. Bogor: PHKA/Wetlands International Indonesia Programme.
- Pemda Tingkat II Cilacap. 1998. *Rancangan Sistem Pengelolaan Hutan Bakau di Kawasan Segara Anakan Kabupaten Dati II Cilacap Jawa Tengah*. Jakarta: Pengkajian dan Pengembangan Mangrove.
- Purwanto, A. D., Asriningrum, W. & Winarso, G. 2014. Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap. *Seminar Nasional, LAPAN*.
- Putra,. Nurrachmi, I. & Samiaji, J. 2017. Hubungan pH dan Kandungan Bahan Organik Sedimen Terhadap Kerapatan Vegetasi Mangrove di Kecamatan Rupa Utara Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Skripsi*. Riau: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.
- Rahardjanto. 2001. *Dasar-Dasar Ekologi Tumbuhan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Setyawan, A.D., Indrowuryatno., Wiryanto., Winarno, K. & Susilowati, A. 2005. Tumbuhan Mangrove di Pesisir Jawa Tengah: Keanekaragaman Jenis. *Biodiversitas*, 6(2), pp. 90-94.
- Setyawan, A. D. & Winarno, K. 2006. Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengan dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya. *Biodiversitas*, 7(3), pp. 282-291.
- Tuwo, A. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Surabaya: Brilian Internasional.