



“Tema: 2 (pengelolaan wilayah kelautan, pesisir dan pedalaman)”

DISTRIBUSI SEBARAN MANGROVE DAN FAKTOR LINGKUNGAN PADA EKOSISTEM MANGROVE SEGARA ANAKAN CILACAP

Oleh

Endang Hilmi¹, Lilik Kartika Sari¹, Amron²

**¹Staf Pengajar di Prodi Manajemen Sumberdaya Akuatik dan Prodi Magister
Pengelolaan Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Jenderal Soedirman**

**²Staf Pengajar di Prodi Ilmu Kelautan dan Prodi Magister Pengelolaan Sumberdaya
Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman
dr.endanghilmi@gmail.com, kartika_unsoed@yahoo.co.id,
twoone_brond@technologist.com**

ABSTRAK

Segara Anakan Cilacap merupakan suatu area laguna yang memiliki berbagai tipe ekosistem, diantaranya adalah ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove dan sebaran jenis mangrove di Segara Anakan Cilacap dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama faktor edafis atau tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran jenis dan sebaran faktor lingkungan ekosistem mangrove di Segara Anakan Bagian Barat dan Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) sebaran mangrove dengan diameter lebih dari 4 cm di Segara Anakan bagian barat didominasi oleh *Avicennia* spp, *Rhizophora* spp, *Sonneratia* spp, *Bruguiera* spp, *Ceriops* spp dengan tingkat kerapatan antara 1853 – 3941 pohon/ha (Segara Anakan Bagian Timur) dan 529 – 2428 pohon/ha (Segara Anakan Bagian Barat), (2) sebaran lingkungan tanah adalah salinitas air tanah antara salinitas 18 ppt – 36 ppt, suhu tanah 23 – 29°C, pH tanah 5.7 – 6.9, tekstur tanah liat, nitrat 19.77 – 29 mg/L, fosfat 10.83 – 19.72 mg/L, pyrit 1.03 – 2.88 %.

Kata Kunci: *sebaran jenis mangrove, sebaran faktor lingkungan, factor tanah, Segara Anakan,*

ABSTRACT

*The Segara Anakan Cilacap is a lagoon which has many type of ecosystems, including the mangrove ecosystem. The mangrove ecosystem and mangrove species distribution in Segara Anakan Cilacap are influenced by environment factors, especially edifies (soil) factor. This research aims to analysis species and environment distribution of mangrove ecosystem in West and East Segara Anakan. The results of this research showed that (1) the mangrove species distribution with diameter > 4 cm were dominated by *Avicennia* spp, *Rhizophora* spp, *Sonneratia* spp, *Bruguiera* spp, *Ceriops* spp which had density between 1853 – 3941 trees ha⁻¹ (East Segara Anakan) and 529 – 2428 trees ha⁻¹ (West Segara Anakan) (2) The soil distribution showed that soil water salinity reached 18 – 36 ppt, soil temperature between 23 – 29°C, Soil pH between 5.7 – 6.9, clay texture, nitrate 19.77 – 29 mg L⁻¹, phosphate 10.83 – 19.72 mg L⁻¹, pyrite 1.03 – 2.88 %.*

Key words: mangrove species distribution, environment distribution, soil factor, Segara Anakan



Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers
"Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX" 19-
20 November 2019
Purwokerto



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Segara Anakan Cilacap secara geografis terletak pada koordinat 7°35'-7°50' LS dan 108°45'-109°3' BT (BPKSA, 2008; Herawati, 2012) yang merupakan suatu laguna yang dipengaruhi oleh Samudera Hindia melalui dua kanal, yaitu kanal timur (Segara Anakan Timur/Selat Motean) dan kanal barat (Segara Anakan Barat/Selat Majingklak) (Hilmi *et al.*, 2017a, Hidayati *et al.*, 2014), sehingga pengaruh pasang surut sangat penting bagi laguna tersebut. Selain itu laguna Segara Anakan Cilacap juga dipengaruhi berbagai sungai diantaranya adalah Sungai Donan, Sungai Sapuregel, Sungai Kembang kuning, sungai Citanduy, Cibeureum dan Cikonde (Ardli dan Wolff, 2008, Hilmi *et al.*, 2017a). Segara Anakan memiliki banyak ekosistem (Hilmi *et al.*, 2019a; Hilmi, 2018). Salah satu ekosistem penting di Segara Anakan adalah ekosistem mangrove (Hilmi *et al.*, 2019b; Hilmi *et al.*, 2017b).

Ekosistem mangrove di Segara Anakan juga merupakan habitat bagi tumbuhan dan satwa, sebagai *nursery area* dan habitat dari berbagai macam ikan, udang, kerang-kerang dan lain-lain, serta sebagai sumber makanan banyak spesies khususnya jenis *migratory* seperti burung-burung pantai (Harahap, 2010; Kasang, 2016; Sulistiyowati 2009). Manfaat lainnya adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan pantai dan abrasi serta dapat meredam pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan oleh gelombang air laut dan dapat mengendapkan lumpur sehingga dapat memperluas daratan (Kasang, 2016), mengurangi dampak pencemaran (Syakti *et al.*, 2013a.; Syakti *et al.*, 2013b; Hilmi *et al.*, 2017b), juga sebagai penyedia kayu, daun-daunan sebagai bahan baku obat-obatan dan lain-lain (Barus dan Kuswanda, 2016).

Keberlanjutan dan kestabilan ekosistem Segar Anakan Cilacap sangat dipengaruhi oleh keberadaan dan kelestarian ekosistem mangrove (Hilmi, 2018; Hilmi *et al.*, 2017d). Hal ini disebabkan karena mangrove memiliki peranan yang tidak tergantikan (Sari *et al.*, 2016; Sari *et al.*, 2017). Namun saat ini kerusakan ekosistem mangrove di Segara Anakan sangat besar. Hal ini disebabkan karena pengaruh pencemaran (Syakti *et al.*, 2013a, Hilmi *et al.*, 2017b) sedimentasi (Sari *et al.*, 2016; Basuki, 2019), penebangan, dan konversi mangrove menjadi tambak, pemukiman dan industri (Hilmi, 2018; Hilmi *et al.*, 2017a). Untuk itu perlu upaya untuk mengkonservasi ekosistem mangrove di Segara Anakan Cilacap. Salah satu upaya yang perlu dilakukan adalah mengetahui tingkat kerapatan mangrove, tingkat pertumbuhan mangrove, tingkat sebaran jenis mangrove dan sebaran faktor-faktor yang mempengaruhi ekosistem mangrove.

Permasalahan

1. Bagaimana sebaran tanah yang mempengaruhi sebaran mangrove
2. Bagaimana pola kelas sebaran jenis mangrove khususnya yang \geq
3. Bagaimana tingkat kerapatan mangrove di Segara Anakan Cilacap.

Tujuan

Tulisan ini bertujuan untuk

1. Mengetahui pola sebaran tanah yang mempengaruhi sebaran mangrove
2. Mengetahui dan membangun pola kelas sebaran jenis mangrove khususnya yang \geq
3. Menganalisis tingkat kerapatan mangrove di Segara Anakan Cilacap

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Juli 2019 di Segara Anakan Cilacap baik Segara Anakan Cilacap bagian timur maupun Segara Anakan Bagian Barat seperti pada Gambar 1. Lokasi penelitian mengikuti alur sungai di Segara Anakan yaitu Sungai Donan, Sungai Sapuregel, Sungai Kembang kuning, sungai Citanduy, Cibeureum dan Cikonde (Hilmi *et al.*, 2017a). Penelitian di fokuskan pada ekosistem mangrove Segara Anakan Cilacap untuk mendapatkan data potensi dan sebaran vegetasi mangrove dan faktor lingkungan tanah di ekosistem mangrove.



Gambar 1. Peta Areal Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan adalah vegetasi mangrove dengan diameter ≥ 4 cm, sampel tanah, golok, pita ukur, cangkul, plastik, hand refractometer, pH meter, GPS, tali rafia, meteran, thermometer, bahan kimia untuk analisis posfat, nitrat dan pyrit.

Prosedur Penelitian

1. Teknik Sampling

Teknik penelitian dilakukan melalui metode *two stage cluster* (Cochran, 1991) dimana Segara Anakan Cilacap dibagi menjadi 2 bagian, yaitu Segara Anakan Cilacap Bagian Barat dan Segara Anakan Cilacap Bagian Timur. Dan setiap cluster wilayah dibagi lagi menjadi anak cluster berdasarkan badan sungai.

2. Variabel Yang diukur

Variabel yang diukur dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu: (1) variabel vegetasi mangrove yang meliputi kerapatan jenis mangrove, (2) variabel substrat ekosistem mangrove yang meliputi salinitas, suhu, pH tanah, pH air, tekstur, nitrat, posfat dan pirit.

3. Prosedur Penelitian

a. Pengukuran Faktor Substrat Tanah

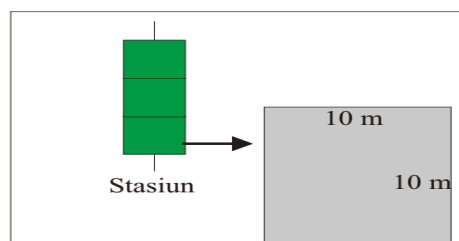
Penelitian dan pengukuran substrat tanah dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Metode Pengukuran Faktor Lingkungan Vegetasi Mangrove

No	Faktor Lingkungan	Satuan	Metode/Alat	Sumber
1	Suhu	°C	Termometer	APHA (2005)
2	Salinitas	Ppt	Handrefraktometer	APHA (2005)
3	pH	Unit	pH meter	APHA (2005)
4	Tekstur tanah	%	Gravimetri	APHA (2005)
5	Pirit (FeS ₂)	mg/L	Spektrofotometri	
6	Nitrat (NO ₃)	mg/L	Brussin Spektrofotometri	
7	Fosfat (PO ₄)	mg/L	Asam askorbik	

b. Pengukuran Kerapatan Mangrove

Sampel mangrove diambil dengan sistem garis berpetak dengan ukuran plot 10m x 10m. Setiap plot mengukur vegetasi mangrove dengan DBH (*Diameter of Breast High*) diatas 4 cm (Hilmi *et al.* 2017a) seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Desain Metode Petak Pengambilan sampel



Setiap individu pohon yang tercatat akan dihitung kerapatan setiap jenisnya dengan rumus sebagai berikut

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{A}$$

Dimana:

i = jenis ke -i

j = plot ke-j

Di = kerapatan jenis ke-i

Xij = individu jenis ke-i plot ke-j

A = luas area

Analisis Data

Analisis data untuk penelitian ini dilakukan melalui sistem tabulasi dengan membuat nilai rata-rata dari setiap jenis yang ditemukan di lokasi penelitian. Langkah selanjutnya adalah membangun kriteria dari tingkat kerapatan dari vegetasi mangrove.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Lingkungan Edafis Mangrove

Faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan dan kerapatan mangrove di Segara Anakan Bagian Barat dan Segara Anakan Bagian Timur dapat dilihat pada **Tabel 2**. Dari seluruh faktor lingkungan edafis mangrove baik salinitas tanah, suhu tanah, pH air tanah, pH tanah, tekstur menunjukkan kesesuaian dan kecocokan faktor edafis di Segara Anakan baik bagian barat maupun timur sebagai habitat bagi tumbuh dan berkembangnya vegetasi mangrove. Sedangkan dari sisi tekstur tanah juga menunjukkan kesesuaian tekstur, karena tekstur liat merupakan habitat yang cocok untuk tumbuh dan berkembangnya mangrove (Kusmana, 2005; Hilmi, 1998)

Tabel 2. Faktor Lingkungan Edafis Mangrove

Areal Laguna	Faktor lingkungan Edafis							
	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	pH Air	pH Tanah	Tekstur Tanah	Nitrat (mg/l)	Phosfat (mg/l)	Pyrite (%)
Segara Anakan Bagian Timur	10-31	26.00-32.33	6.70-7.07	5.75-6.25	liat	19.77-29.00	10.83-19.72	1.60-2.89
Segara Anakan Bagian Barat	10-35	23.00-29.00	5.7-7.9	6.58-6.92	liat	0.067 -7.92 (%)	0.078-0.107 (%)	1.03-1.38
Kelas	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Baik	Sedang - Tinggi	Rendah-sedang
No	Faktor Lingkungan	Satuan	Baku mutu		Sumber			
1.	Suhu	°C	28-32		KepMen LH No. 51 Th. 2004			
2.	Salinitas	‰	s/d 34		KepMen LH No. 51 Th. 2004			



3.	Ph air	Unit	7-8,5	KepMen LH No. 51 Th. 2004
4.	pH tanah	Unit	6-6,5	Hardjowigeno (1987)
5.	Pirit	%	>1,2	Soeroyo (2005)
6.	Nitrat	mg/L	>10	Hardjowigeno (2003)
7.	Fosfat	mg/L	Rendah (0-0,02) Sedang (0,021-0,05) Tinggi (0,051-0,1)	Effendi (2003)

Sedangkan berdasarkan potensi kesuburan tanah terutama nitrat dan posfat menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Segar Anakan baik di bagian barat maupun timur merupakan yang memiliki kelas kesesuaian baik dengan potensi sedang sampai tinggi (Effendi, 2003; Hardjowigeno, 2003). Sedangkan dari potensi pyrit ekosistem mangrove di Segara Anakan Cilacap termasuk memiliki potensi pyrit rendah sampai sedang (Soeroyo, 2005). Sedangkan pyrit merupakan penghambat bagi pertumbuhan vegetasi mangrove. Selain faktor-faktor tersebut, faktor kualitas air dan tingkat pencemaran termasuk yang harus diperhatikan dalam menjaga keberadaan dan kelestarian ekosistem mangrove (Hilmi *et al.*, 2017b). Tingkat pencemaran akan berdampak pada tingginya bahan pencemar yang terakumulasi di tubuh vegetasi mangrove.

Kelas Kerapatan Mangrove dengan Diameter ≥ 4 cm

Kelas kerapatan mangrove untuk kelas diameter (DBH) lebih dari 4 cm dapat dilihat pada **Tabel 3**. Kelas kerapatan untuk DBH ≥ 4 cm berbeda dengan yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (2004). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (2004), mangrove dikatakan baik jika memiliki kerapatan lebih dari 1.500 tegakan/ha, kerapatan mangrove dikatakan sedang jika memiliki kerapatannya 1.000-1.500 tegakan/ha, dan kerapatan mangrove dikatakan jarang atau rusak jika memiliki kerapatannya adalah kurang dari 1.000 tegakan/ha. Tingkat kerapatan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (2004) itu untuk vegetasi mangrove dengan DBH ≥ 10 cm, untuk memenuhi kriteria kebutuhan potensi kayu. Sedangkan kelas kerapatan untuk DBH ≥ 4 cm itu diperuntukan bagi kepentingan habitat biota perairan.

Tabel 3. Kelas Kerapatan Ekosistem Mangrove untuk DBH ≥ 4 cm

Kelas kerapatan Mangrove	Selang	Kelas Kerapatan (pohon/ha)
sangat jarang	0	390
Jarang	391	1610
Sedang	1611	2220
Baik	2221	3137
sangat baik	> 3137	

Ekosistem mangrove bagi biota perairan itu sangat penting karena (1) ekosistem mangrove berperan penting dalam siklus hidup berbagai jenis ikan, udang dan moluska (Giessen *et al.* 2006). (2) ekosistem mangrove merupakan pemasok bahan organik, sehingga dapat menyediakan makanan untuk organisme yang hidup pada perairan sekitarnya. (3) ekosistem mangrove adalah area



pelestarian biota perairan adalah sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah pemijahan (*spawning ground*) dan sebagai sumber makanan (*feeding ground*) bagi anak-anak ikan, udang dan kepiting. Perairan mangrove merupakan daerah asusahan dan tempat makan bagi sejumlah spesies ikan dan udang (Gunarto, 2004).

Tingkat Kerapatan Mangrove

Tingkat kerapatan mangrove di laguna Segara Anakan Cilacap baik Segara Anakan Bagian Barat maupun Segara Anakan Bagian Timur dapat dilihat pada **Tabel 4**. Dari **Tabel 4** ditunjukkan bahwa jenis-jenis yang ditemukan di Segara Anakan Timur relatif lebih banyak dibandingkan dengan Segara Anakan Barat. Jumlah jenis ditemukan di Segara Anakan Timur saat penelitian ada sekitar 18 jenis sedangkan di Segara Anakan Barat hanya sekitar 15 jenis

Tabel 4. Sebaran Jenis dan Tingkat Kerapatan Vegetasi Mangrove di Segara Anakan Cilacap.

Area Laguna	Vegetasi > 4 cm Ekosistem Mangrove	
	Jenis yang mendominasi	Kerapatan (pohon/ha)
Segara Anakan Bagian Timur	<i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora stylosa</i> , <i>Sonneratia Caseolaris</i> , <i>Sonneratia Alba</i> , <i>Nypa fruticans</i> , <i>Bruguiera gymnorryza</i> , <i>Bruguiera sexangula</i> , <i>Bruguiera parviflora</i> , <i>Aegyceras corniculatum</i> , <i>Ceriops decandra</i> , <i>Cerops tagal</i> , <i>Heritiera littoralis</i> , <i>Xyloracpus muluccensis</i> , <i>Xyloracpus granatum</i> , <i>Excoecaria agallocha</i>	1853 - 3941
Segara Anakan Bagian Barat	<i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Rhizopora stylosa</i> , <i>Rhizopora mucronata</i> , <i>Rhizopora apiculata</i> , <i>Aigeceras corniculatum</i> , <i>Aegiceras floridum</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Xylocarpus moluccensis</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Avicennia ovicinalis</i> , <i>Nypa fruticans</i>	529-2428

Begitu pula jika berdasarkan tingkat kerapatan ekosistem mangrove, maka ekosistem mangrove di Segara Anakan Bagian Timur juga masih lebih baik dibandingkan dengan ekosistem mangrove di Segara Anakan Bagian Barat. Jika dilihat dari jumlah jenis yang ditemukan dan tingkat kerapatannya, maka tingkat kestabilan ekosistem mangrove di Segara Anakan Bagian Timur masih lebih baik dibandingkan dengan ekosistem mangrove di Segara Anakan Bagian Barat (Hilmi *et al*, 2017a; Kusmana, 2005; Ardli dan wolf, 2008; Bengen dan Dutton, 2004; Macintosh *et al.*, 2001)

Berdasarkan kelas kerapatan yang dibangun untuk untuk $DBH \geq 4$ cm pada **Tabel 3**, maka tingkat dan kelas kerapatan untuk ekosistem Segara Anakan Bagian Timur termasuk kelas sedang dan baik. Sedangkan kelas kerapatan ekosistem mangrove untuk Segara Anakan bagian Timur termasuk ke dalam jarang – baik.

Tingkat kerusakan ekosistem mangrove yang terjadi di Segara Anakan Bagian Barat dapat dilihat tingginya nilai TSS perairan (Basuki, 2019), tingginya dan luasnya sedimentasi (Sari *et al.*, 2016), jarangness vegetasi mangrove (Hilmi, 2018), tingkat abrasi dan sedimentasi (Hilmi *et al*,



2017a), berkurangnya luas laguna (Sari *et al.*, 2016 dan Sari *et al.*, 2017), berkurangnya luasan mangrove dan laguna (Sari, 2016; Basuki, 2019). Kondisi ini akan berdampak pada berkurangnya habitat organisme di ekosistem mangrove, berkurangnya jasa lingkungan dan munculnya ancaman bencana (Sari, 2016; Hilmi, 2018; Maulina, 2018).

KESIMPULAN

Faktor salinitas tanah, suhu tanah, pH air tanah, pH tanah, tekstur menunjukkan kesesuaian dan kecocokan faktor edafis di Segara Anakan baik bagian barat maupun timur sebagai habitat bagi tumbuh dan berkembangnya vegetasi mangrove. Sedangkan dari sisi kesuburan tanah terutama nilai nitrat dan fosfat menunjukkan tingkat kesuburan tanah di Segara Anakan Cilacap termasuk subur. Dari sisi kerapatan dan jumlah jenis menunjukkan bahwa Segara Anakan Timur relatif lebih beragam dan lebih rapat dibandingkan dengan Segara Anakan Barat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Hibah penelitian Unggulan Terapan tahun 2019-2020 yang memberikan dana penelitian tahun pertama dari kegiatan penelitian ini. Juga kami ucapkan kepada Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan dukungan untuk berjalannya penelitian ini. Serta tidak lupa diucapkan terima kasih kepada semua mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA (American Public Health Association). 2005. *Standar Methods for The Examination of Water And Waste Water*. 21nd ANWA, WPCF. New York.
- APHA (American Public Health Association). 2012. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. 21th Edition. APHA, Washington.
- Ardli, E.R, & M. Wolff. 2008. Quantifying Habitat and Resource Use Changes in the Segara Anakan Lagoon (Cilacap, Indonesia) Over the Past 25 Years (1978 – 2004). *Asian Journal of Water, Environment and Pollution* 5(4): 59 – 67
- Barus, S P, & W. Kuswanda. 2016. Nilai Ekonomi Jasa Lingkungan Hutan Mangrove Di Suaka Margasatwa Karang Gading, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 13(1): 29 – 41
- Basuki, S.I.F. 2019. *Perubahan luasan laguna berdasarkan sebaran TSS dan arus di Laguna Segara Anakan Barat, Cilacap*. Skripsi. FPIK Unsoed.



- Bengen, D.G., & I.M. Dutton. 2004. *Interaction: mangroves, fisheries and forestry management in Indonesia*. H. 632-653. Dalam Northcote, T. G. dan Hartman (Ed), *Worldwide watershed interaction and management*. Blackwell science. Oxford. UK.
- BPKSA. 2008. Laporan monitoring dan evaluasi kawasan Segara Anakan. Laporan Badan Pengelola Kawasa Segara Anakan.
- Cochran, W.G. 1991. *Teknik Penarikan Contoh*. Diterjemahkan oleh Rusdiansyah. UI Press. Jakarta.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Giessen, L., M. Böcher., M. Ortner & S. Tränkner. 2006. Integrated Rural Development as Pathway for Innovations - An Unexploited Potential for Forestry. In: MCPFE (Eds.) *Policies Fostering Investments and Innovations in Support of Rural Development*. Bratislava.
- Gunarto. 2004. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(1): 15 – 21
- Harahap, A.A. 2010. *Analisa keanekaragaman jenis pohon hutan mangrove di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo. Jakarta.
- Herawati, V.E., A. Hartoko., & Suminto. 2012. Kesesuaian Perairan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah Untuk Budidaya Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) Berdasarkan Produktifitas Primer Menggunakan Citra Satelit. *Bonorowo Wetlands* 2(2): 41 – 51
- Hidayati, N.V., A.S. Siregar, L.K.Sari., G.L.Putra., Hartono., I.P. Nugraha, & A.D. Syakti. 2014. Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Hg, Cd dan Cr pada Air dan Sedimen di Perairan Segara Anakan, Cilacap. *Jurnal Omni Akuatika* 13(18): 30 – 39.8(1)
- Hilmi, E., L.K.Sari., Setijanto, C. Kusmana, & E. Suhendang. 2019a. The Carbon Conservation of Mangrove Ecosystem in Indonesia. *BIOTROPIA* 26(3)
- Hilmi, E., L.K.Sari, & Setijanto. 2017a. *The integration landscape vision, management and conservation of mangrove ecosystem to conserve coastal stability and Disaster Risk Reduction in Segara Anakan*. Laporan Penelitian Unggulan. LPPM Unsoed.
- Hilmi, E. 1998. *Estimation of mangrove greenbelt based on system analysis approach (Case study in Muara Angke Jakarta)*. Thesis. The Postgraduate Program, IPB. Bogor.
- Hilmi, E. 2018. Mangrove Landscaping Using the Modulus of Elasticity and Rupture Properties to Reduce Coastal Disaster Risk. *Ocean and Coastal Management* 165: 71 – 79
- Hilmi, E., C. Kusmana., E. Suhendang, & Iskandar. 2017c. Correlation Analysis Between Seawater Intrusion and Mangrove Greenbelt. *Indonesian Journal of Forestry Research* 4(2): 151 – 168
- Hilmi, E., Parengrengi., R. Vikaliana., C. Kusmana., Iskandar., L.K. Sari, & Setijanto. 2017d. The Carbon Conservation of Mangrove Ecosystem Applied REDD Program. *Regional Studies in Marine Science* 16: 152 – 161



- Hilmi, E., L.K. Sari, & Setijanto. 2019a. The Mangrove Landscaping Based on Water Quality (Case Study in Segara Anakan Lagoon and Meranti Island). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 255
- Hilmi, E., A.S. Sirega & Syakti. 2017b. Lead (Pb) Distribution on Soil, Water and Mangrove Vegetation Matrices in Eastern Part of Segara Anakan Lagoon, Cilacap. *Omni-Akuatika* 13(2): 25 – 38
- Kasang, A.M., B. Toknok, & K. I Nengah. 2016. Karakteristik Hutan Mangrove Di Desa Bolobung Kang Kecamatan Lobu Kabupaten Banggai. *Warta Rimba* 4(1): 9 – 15
- Kusmana, C. 2005. *Mangrove Ecology*. Laboratorium Ekologi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Macintosh, D.J., E.C. Ashton, & S. Havanon. 2002. Mangrove Rehabilitation and Intertidal Biodiversity: A Study in the Ranong Mangrove Ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55: 331 – 345
- Maulina, R. 2018. *Jasa lingkungan ekosistem mangrove Di Segara Anakan Timur, Cilacap*. Skripsi. FPIK Unsoed.
- Sari, L.K. 2016. *Kajian konektivitas sedimentasi dan dampaknya terhadap sistem sosial-ekologis perairan laguna (studi kasus Laguna Segara Anakan)*. Disertasi. IPB. Bogor.
- Sari, L.K., L. Adrianto., K. Soewardi., A.S. Atmadipoera, & E. Hilmi. 2016. Sedimentation in Lagoon Waters (Case study on Segara Anakan Lagoon). *AIP Conference Proceeding*.
- Sari, L.K., L. Adrianto., K. Soewardi., A.S. Atmadipoera, & E. Hilmi. 2017. Total Economic Value of Segara Anakan Lagoon Area. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* 31(2): 108 – 123
- Soeroyo, P. 2005. Struktur, komposisi, zonasi dan produksi serasah mangrove di Suaka Margasatwa Sembilang Sumatera Selatan. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta dalam Seminar Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sulistiyowati, H. 2009. Biodiversitas Mangrove di Cagar Alam Pulau Sempu. *Jurnal Saintek* 8(1)
- Syakti, A.D., M.M. Ahmed., N. V. Hidayati., E. Hilmi., I. Sulystyo., A. Piram., & P.Doumenq. 2013. Screening of Emerging Pollutants in The Mangrove of Segara Anakan Nature Reserve, Indonesia. *International Conference on Agricultural and Natural Resources Engineering IERI Procedia* 5: 216 – 222
- Syakti, A.D., N.V. Hidayati., E. Hilmi., A. Piram., & P.Doumenq. 2013. Source Apportionment of Sedimentary Hydrocarbons in the Segara Anakan Nature Reserve, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 74: 141 – 148