



Analisis Perubahan Lahan Kawasan Laguna Segara Anakan Selama Periode Waktu (1978 – 2016) Menggunakan Satelit Landsat Multitemporal

Rose Dewi^{1,3*)}, Muhammad Zainuri^{2,4}, Sutrisno Anggoro¹, Tjahjo Winanto³

¹ Coastal Resources Management Doctoral Program,

Fisheries and Marine Science Department, Diponegoro University

² Departement of Oceanography, Fisheries and Marine Science Department, Diponegoro University

³ Fisheries and Marine Science Department, Jenderal Soedirman University

⁴ Centre of Excellent Mitigation of Natural Disaster and Coastal Rehabilitation, Diponegoro University

*Corresponding author : raysa_ose@yahoo.com

ABSTRACT

Segara Anakan Lagoon (SAL) has the unique characteristics of the region with the high of natural resources biodiversity. The region of SAL is influences by natural factor (estuarine freshwater stream of Citanduy watershed and the high of sedimentation rate) and the variety of anthropogenic factor. The factors lead to the changes in land, because it triggers the decrease of the lagoon water bodies. The aim of the research is to know the changes of the region land use in SAL and its impact. Temporally spatial approach is required to evaluate the influence of both factors. Spatial approach is done by using remote sensing method with Geographic Information System, with Multi-Temporal Landsat imagery data processing (the year of 1978, 1994, 2001, 2009, 2011 and 2016). It uses land classification technique (*Supervised Classification*). It is processed with ER Mapper 7.0 software and displayed with Arc GIS (Jpeg). The analysis result shows that there is 2.703,7 ha extensive shrinkage lagoon in 38 year (1978 - 2016) or there is 71.15 ha per year in land area increase in the last 38 years. It is supported with 4.741,36 ha residential land and 17.962,64 ha field land that cause the degradation of SAL region. The increase of SAL citizenary amount triggers the land conversion for the interest of the various anthropogenic activities. It is supported by the threat of natural factors of high sedimentation level that cause higher SAL pressure. In conclusion, it is needed evaluation and management strategies to overcome the changes of SAL land area by the local government and related parties.

Keywords : Segara anakan lagoon, multi-temporal landsat, supervised classification, citanduy watershed, anthropogenic factor

1. Pendahuluan

Laguna Segara Anakan (LSA) secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ}35''$ - $7^{\circ}46''$ LS dan $108^{\circ}45''$ - $109^{\circ}01''$ BT seluas 14.221,8 ha, di Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. LSA terletak di Kawasan pesisir selatan P. Jawa, diawali dari sebuah teluk dengan mulut laguna yang menghadap ke Timur, serta adanya Pulau Nusa Kambangan sebagai penghalang (*barrier*) yang memisahkan LSA dengan Samudra Hindia. Laguna dihubungkan dengan dua buah aliran masuk (kanal): Pelawangan Timur (*Eastern outlet*) pada bagian Timur P. Nusakambangan dan Pelawangan Barat

(*Western outlet*). Adanya perubahan bentuk hingga saat ini, terjadi melalui berbagai tahap perubahan lingkungan. Kawasan LSA merupakan suatu kawasan yang tidak berdiri sendiri, namun terdapat faktor alami dan faktor antropogenik yang berpengaruh terhadap perubahan kawasan tersebut (Ardli and Wolff, 2009; Carolita, 2005).

Pengaruh perubahan lahan yang diakibatkan faktor secara alami, terutama terjadi pada LSA bagian Barat yang memiliki kedalaman dangkal (< 2m), hal ini dikarenakan sebagai muara yang menerima aliran air tawar dalam kuantitas tinggi disertai sedimen tersuspensi yang berasal dari S. Citanduy, sebagai sungai utama dan terbesar pada DAS Citanduy selain

S.Cimeneng, S.Cikonde, S.Cibereum. Hanya pada bagian Barat laguna yang menuju ke Samudra Hindia memiliki kedalaman ($10\text{m}<$) (Jennerjahn, et al. 2007). Hal tersebut sesuai pernyataan Holtermann et al. (2009) dikarenakan S.Citanduy memiliki kontribusi *catchment area* sebesar $3,520\text{ km}^2$ atau memasok sekitar 80% aliran air menuju LSA. Terjadi tingginya suplai air tawar dari S. Citanduy pada bagian Barat Laguna terutama terjadi pada musim penghujan, sedangkan bagian Timur Laguna didominasi hidrodinamika pasang surut dari Samudra Hindia (Jennerjahn et al. 2009). Selanjutnya aliran S. Citanduy hanya mencapai bagian tengah Laguna dan tidak berpengaruh besar terhadap LSA sebelah Timur, hanya 2% massa aliran air S. Citanduy yang menjangkau LSA bagian Timur. Sehingga dikarenakan sedikitnya kuantitas masukan air tawar dan sedimen, kedalamannya berkisar 5-10 m, karena hanya menerima aliran air yang pendek dan sempit dari S. Sapuregel dan S. Donan (Holtermann et al. 2009; Jennerjahn et al. 2007).

Faktor perubahan kawasan LSA akibat pengaruh antropogenik terjadi karena adanya peningkatan pertumbuhan populasi penduduk yang diiringi meningkatnya pemanfaatan lahan LSA dan disekitar DAS Citanduy seperti untuk kegiatan perikanan, pertanian, industri dan domestik (permukiman). Hal tersebut menyebabkan tekanan semakin tinggi terhadap laguna dan memicu terjadinya penurunan badan air Laguna (Ardli and Wolff, 2009; Dsikowitzky et al. 2011).

Kedua faktor tersebut menjadi permasalahan penting, karena sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.26 Tahun 2008 j.o. Peraturan Presiden No 28 Tahun 2012, tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN), bahwa kawasan Pangandaran, Kalipucang, Segara Anakan dan Nusa Kambangan (Pacangsanak) ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Nasional, khususnya terkait dengan konservasi wilayah dan sumberdaya alam. Serta adanya Peraturan Daerah Kabupaten Cilacap Nomor 6 Tahun 2001 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Segara Anakan, menetapkan bahwa kawasan LSA sebagai zona konservasi. Penetapan kawasan tersebut karena laguna memiliki keunikan karakteristik wilayah dengan tingginya biodiversitas sumberdaya alam. Namun pada realisasinya bertentangan dengan kepentingan masyarakat sekitarnya, yang menggantungkan kehidupannya dengan pemanfaatan wilayah lahan LSA.

Sehingga diperlukan pendekatan spasial untuk mengevaluasi perubahan penggunaan lahan kawasan LSA yang dipengaruhi kedua faktor tersebut secara temporal dari tahun ke tahun, agar dapat dilakukan evaluasi dan diupayakan strategi pengelolaan terhadap perubahan luas lahan LSA oleh Pemerintah Daerah setempat dan pihak terkait. Pendekatan spasial dilakukan dengan metode penginderaan jarak jauh dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan Satelit Landsat Multitemporal sebagai alat bantu kerja. Hal ini dikarenakan pendekatan ini dapat membantu memahami permasalahan yang bersifat multidimensional (spasial, ekologis, dan kewilayahan) serta dapat menawarkan alternatif pemecahan masalah dengan perspektif dari analisis citra, karena diharapkan teknologi ini mampu memberikan informasi secara cepat sehingga dapat mengamati fenomena diperairan pada batasan kisaran spasial yang luas dan dinamis (Helmi, 2006; Danoedoro, 2012). Penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan kawasan LSA dan dampak yang ditimbulkan.

2. Materi dan Metode

Proses Pengolahan Data Citra Landsat Multitemporal menggunakan Landsat 3 sampai dengan Landsat 8 selama periode waktu tahun (1978, 1994, 2001, 2009, 2011, dan 2016) yang ditampilkan dalam bentuk image (Jpeg) berdasarkan Al Bahij, (2011) dan Hanindito et.al, (2014), dengan uraian sebagai berikut:

- Data citra Landsat Multitemporal didapat dari hasil *men-download* pada situs: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, *download* menggunakan tools *bulk download application* untuk mempermudah pengunduhan dalam jumlah besar. Hasil *download* citra didapatkan secara *free* dari situs tersebut.
- Pada proses *download* data citra satelit landsat dilakukan *masking* citra dengan menggunakan band *cirrus* agar citra yang ditampilkan sudah *terbebas* atau tidak *tertutup* oleh atmosfer. Proses pengolahan data digital satelit landsat, menggunakan manual yang disediakan oleh USGS http://landsat.usgs.gov/landsat8_using_products.php.
- Koreksi geometrik: Koreksi bertujuan untuk memberikan posisi geografis yang sebenarnya kepada citra. Pada citra Landsat Multitemporal yang semulanya memiliki sistem koordinat

geografis NUTM, gigantic terlebih dahulu menjadi SUTM. Tujuannya agar citra yang kita gunakan merupakan daerah Jawa Tengah (BBS) dalam sistem koordinat SUTM (South UTM) tidak lagi dalam sistem NUTM (North UTM). Metode yang digunakan untuk koreksi geometri adalah metode *map to map reprojection*.

- Koreksi Radiometrik :Koreksi bertujuan menghilangkan gangguan atmosfer pada citra
- Pengolahan data citra satelit Landsat melalui teknik klasifikasi lahan (*supervised classification*) yang bertujuan untuk mengetahui pembagian klasifikasi kelas-kelas unsur atau tipe penutup lahan seperti: Laguna (badan air), hutan mangrove, non mangrove, persawahan, tegalan, permukiman dan sedimen. Sehingga melalui metode ini akan didapatkan bagaimana keadaan tipe-tipe penutup lahan yang terdapat pada wilayah LSA.

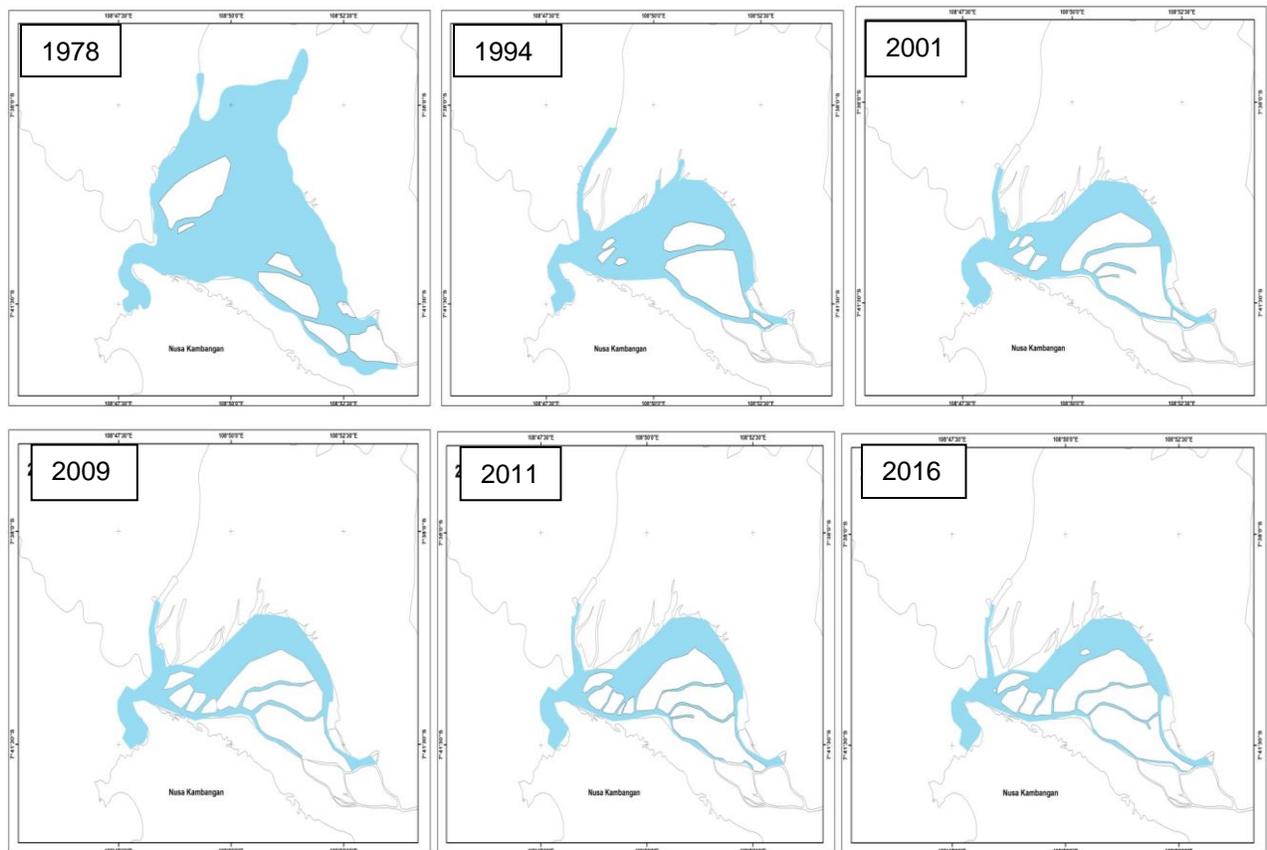
Data yang diolah dengan menggunakan *software* ER Mapper 7.0 adalah data yang sebelumnya telah didownload dengan format tif selanjutnya dilakukan penggabungan band dan disimpan dalam format ers. Data yang telah diolah, untuk menampilkan data tematiknya digunakan *software* Arc GIS dengan output dalam bentuk format image (Jpeg). Berdasarkan data citra dalam bentuk kisaran nilai digital dan interpretasi hasil olahan citra Landsat multitemporal akan ditampilkan secara visual dan dibahas secara deskriptif (Sidik et al. 2015).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengamatan perubahan luas laguna menggunakan citra satelit Landsat Multitemporal tahun (1978, 1994, 2001, 2009, 2011, dan 2016). Sebelum dilakukan interpretasi, terlebih dahulu data citra satelit

dikompositkan, untuk menajamkan wilayah vegetasi, daratan dan perairan. Data primer perubahan luas Laguna Segara Anakan ditampilkan pada Gambar 1 dan Tabel 1. Hasil analisis perubahan luas LSA pada tahun 1978 hingga 2016 pada citra Landsat Multitemporal, terjadi penyusutan luas laguna sebesar 2.703,7 ha dalam kurun 38 th (1978-2016) atau adanya laju penambahan area daratan pada laguna sebesar 71.15 ha per tahun selama 38 tahun terakhir.

Perubahan luas lahan di Kawasan Laguna Segara Anakan pada awal 1978 hingga 1994 didominasi oleh perubahan lahan hutan mangrove. Diduga karena adanya laju siltasi yang tinggi, sehingga menyebabkan pendangkalan atau bertambahnya luas daratan yang kemudian ditumbuhi tanaman mangrove. Hal tersebut sesuai pernyataan Ardli and Wolff, (2009) bahwa sebagian besar badan air laguna digantikan hutan mangrove, selanjutnya pada periode waktu berikutnya lahan hutan mangrove dikonversi untuk penggunaan lainnya. Dari hasil olahan data primer citra, diketahui bahwa perubahan penggunaan lahan yang paling signifikan pada rentang waktu tersebut terjadi peningkatan peruntukan lahan terutama untuk area persawahan dan permukiman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yulianti dan Ariastita (2012) bahwa konversi hutan mangrove menjadi lahan persawahan pada seluruh periode mayoritas terjadi pada Kawasan LSA, Kecamatan Kampung Laut di Desa Ujung Gagak, Panikel, dan Ujung Alang. Konversi hutan mangrove menjadi tambak pada seluruh periode banyak terjadi di Desa Klaces dan Desa Ujung Alang. Sedangkan konversi hutan mangrove menjadi lahan permukiman pada seluruh periode terjadi di Desa Panikel, Ujung Alang, dan Klaces.



Gambar 1. Perubahan luas Laguna dari tahun 1978-2016 (Diolah dari citra satelit landsat multitemporal)

Periode konversi penggunaan lahan hutan mangrove cenderung menjadi tegalan terjadi pada periode 2001– 2011. Penurunan luas Laguna dari tahun ke tahun (1978-2016) akibat adanya sedimentasi dapat terlihat dari perbandingan luas badan perairan. Keberadaan S. Citanduy mendorong semakin tingginya sedimentasi tiap tahun, yang selanjutnya mengakibatkan pengurangan badan air laguna. Menurut Ongkosongo *et al.* (1986) bahwa 65% sedimen diendapkan di LSA dan 35% diangkut ke laut (menuju Samudra Hindia). Berdasarkan Penelitian Ludwig (1985) dalam CRMP (1992) bahwa estimasi lumpur yang masuk ke LSA mencapai 5,24 juta ton/th. Pada perkembangannya Zuardi (2002) menyatakan kuantitas sedimen yang masuk ke LSA dari S.

Citanduy mencapai 8,05 juta ton/th ditambah kontribusi S. Cimeneng 0,87 juta ton/th dan S. Cikonde 0,22 juta ton/th. Sehingga total pasokan sedimen 9,14 juta ton/th (0,66 juta ton sedimen mengendap di LSA dan 8,5 juta ton sedimen menuju ke Samudra Hindia), dapat dinyatakan bahwa sedimen yang mengendap sebesar 7% dari sedimen yang memasuki laguna. Selanjutnya Kartikasari (2016) menyatakan bahwa pasokan sedimen dari S. Citanduy sebesar 7,4 juta ton/th dan yang mengendap di Laguna sebesar 0,8 juta ton/th. S. Citanduy memiliki debit rata-rata saat musim penghujan mencapai $1.083,3 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kecepatan arus $0,20 \text{ m/s}$ dan pada saat musim kemarau $273,43 \text{ m}^3/\text{s}$ dan kecepatan arus $0,05 \text{ m/s}$.

Tabel 1. Perubahan Penggunaan Lahan Kawasan Laguna Segara Anakan Selama Periode Waktu (1978 - 2016)

Penggunaan lahan	Tahun					
	1978 (Ha)	1994 (Ha)	2001 (Ha)	2009 (Ha)	2011 (Ha)	2016 (Ha)
Laguna	4.186,45	1.634,22	1.342,53	1.429,76	1.447,29	1.482,75
Mangrove	2.394,51	4.250,70	3.892,77	3.818,34	3.645,54	2.862,81
Non Mangrove	6.193,89	3.455,10	3.123,97	3.447,14	1.277,52	4.718,16
Sawah	180,64	534,15	1.692,21	1.288,26	3.190,05	1.248,48
Tegalan	2.271,37	2.159,19	3.179,16	3.947,58	4.155,84	2.375,64
Pemukiman	1.577,71	748,80	1.994,76	806,13	1.408,41	1.758,51
Sedimen		630,54	282,60	845,71	309,33	681,03

Sumber : Data primer diolah dari Landsat Multitemporal

Sedimen yang berasal dari S. Citanduy yang mengendap di LSA, menyebabkan terjadinya pendangkalan dengan cepat sehingga terjadi penyempitan badan air kawasan LSA. Kondisi tersebut mengakibatkan LSA mengalami perubahan karakter dasar mulut muara dan khususnya pada bagian barat menjadi semakin dangkal, (Carolita et al. 2005). Adanya debit sedimen tinggi yang berasal dari S. Citanduy, menyebabkan *dislokasi* secara terus menerus dari zona intertidal dan selanjutnya menyebabkan terjadinya pembentukan lahan baru dibagian Barat, sedangkan di bagian Timur LSA relatif lebih stabil (Ardli and Wolff, 2009).

Penyempitan luas Laguna akibat sedimentasi secara langsung akan berpengaruh terhadap keberlangsungan perikanan tangkap di LSA. Boesono (2003) dalam kajiannya menyatakan kondisi perikanan tangkap di LSA mengalami penurunan, hal ini ditandai dengan adanya penurunan produksi perikanan. Kondisi tersebut pada akhirnya juga dapat merubah pilihan mata pencaharian masyarakat disekitarnya.

Selanjutnya berdasarkan data primer yang diolah dari Landsat Multitemporal dapat diketahui bahwa penggunaan lahan DAS Citanduy yang bermuara pada LSA, selama periode tahun 2009 hingga 2014 telah terjadi perubahan penggunaan lahan (Tabel. 2).

Tabel.2. Perubahan penggunaan lahan DAS Citanduy selama Periode waktu 2009-2014

Penggunaan Lahan	Tahun		
	2009 (Ha)	2014 (Ha)	2009- 2014 (Ha)
Hutan	38.788,59	38.130,73	-657,86
Kebun Campuran	238.460,74	220.731,10	-17.729,64
Perkebunan	11.741,43	11.642,08	-99,35
Permukiman	4.509,16	9.250,52	4.741,36
Sawah	32.475,01	50.437,66	17.962,64
Semak/Belukar	4.088,52	3.910,00	-178,52
Tanah Terbuka	76,15	76,14	0,00
Tegalan/Ladang	34.397,79	30.360,73	-4.037,06
Tubuh Air	650,48	648,93	-1,56
TOTAL :	365.187,87	365.187,87	

Sumber : Data primer diolah dari landsat multitemporal

Hasil analisis menunjukkan terdapat peningkatan penggunaan lahan pada daerah disekitar DAS Citanduy yang diperuntukan sebagai permukiman sebesar 4.741,36 ha dan lahan persawahan sebesar 17.962,64 ha, walaupun selama proses produksinya banyak menggunakan sistem sawah tadah hujan. Data penggunaan lahan dapat dijadikan acuan, bahwa dengan adanya peningkatan penggunaan lahan persawahan, akan diiringi peningkatan mata pencaharian penduduknya sebagai buruh tani. Adanya perubahan lahan akan menunjukkan kecenderungan telah terjadi perubahan mata pencaharian masyarakatnya dari kegiatan perikanan ke pertanian, walaupun kegiatan perikanan di LSA belum sepenuhnya berkurang (Suryawati, 2012).

Degradasi ekologis LSA berdampak pada kehidupan masyarakat disekitarnya, yang bergantung pada potensi sumberdaya alamnya, terutama dalam pemanfaatan hutan mangrove dan badan perairan LSA, yang kian hari mengalami penurunan luasan. Kondisi tersebut tidak sebanding dengan pertambahan jumlah penduduknya. Menurut Sonjaya (2007) perairan LSA luasnya tinggal 1400 ha, dihuni sebanyak 15.278 jiwa, padahal jumlah ideal penduduk di kawasan LSA hanya bersekitar 8.000 jiwa, dengan harapan agar daya dukung lingkungan tidak mendapat tekanan yang terlalu berat (Monografi Kampung Laut, 2008 dalam Mumpuni, 2012). Selanjutnya pada tahun 2014 penduduk di Kecamatan Kampung Laut mengalami peningkatan menjadi 17.181 jiwa (Kecamatan Kampung Laut dalam Angka 2015). Mengacu Undang-undang No.56/PRP/1960 tentang klasifikasi jumlah penduduk, idealnya hanya terdapat 251 - 400 jiwa dalam 1km², sehingga disimpulkan jumlah penduduk LSA saat ini dalam katagori cukup padat. Luas wilayah lahan di Kecamatan Kampung Laut sebesar 14.598 ha atau sekitar 146 km² (Kabupaten Cilacap dalam Angka 2015).

Menurut data BPS Kabupaten Cilacap (2015) bahwa Kecamatan Kampung Laut terdiri dari 4 Desa, yakni: Desa Klaces, Panikel, Ujung Alang, Ujung Gagak. Mata pencaharian penduduk Kampung Laut mayoritas sebagai buruh tani dan nelayan, walaupun jumlah nelayan tidak sebanyak jumlah petani. Jumlah buruh tani tertinggi di daerah Panikel, diikuti daerah Ujung Alang, Ujung Gagak dan Klaces. Sedangkan nelayan tertinggi di daerah Ujung Alang, selanjutnya Ujung Gagak, Panikel dan Klaces.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa selama 38 th (1978-2016) telah terjadi penyusutan luas Laguna sebesar 2.703,7 ha atau adanya laju penambahan area daratan pada Laguna besar 71.15 ha/th, dampaknya terjadinya alih fungsi lahan.

Adanya peningkatan jumlah penduduk di LSA dan sekitarnya berkembang pesat, sementara daya dukung lingkungan semakin berkurang, menyebabkan tekanan semakin tinggi terhadap lingkungan Laguna. Kondisi tersebut pada akhirnya memicu meningkatnya alih fungsi lahan yang ditunjukkan dengan adanya degradasi luasan hutan mangrove, penurunan luasan badan air laguna serta perubahan penggunaan lahan untuk kepentingan berbagai aktifitas antropogenik. Didukung ancaman faktor alami: tingginya tingkat sedimentasi dari DAS Citanduy yang masuk pada aliran muara LSA, mengakibatkan adanya perubahan aktifitas antropogenik (mata pencaharian) penduduk disekitarnya untuk mempertahankan hidup. Diperlukan evaluasi dan strategi pengelolaan untuk mengatasi perubahan luas lahan LSA tersebut oleh Pemerintah Daerah setempat dan pihak terkait.

Daftar Pustaka

- Ardli, E.R., and M. Wolff. 2009. Land use and land cover change affecting habitat distribution at Segara Anakan lagoon, Cilacap, Indonesia. *Reg. Environmental Change*. 9: 235-243.
- Boesono, H. 2003. Analisis Perkembangan Perikanan Tangkap Tahun 1987- Tahun 2001 Akibat perubahan Luas Laguna Segara Anakan Cilacap (Jawa Tengah). Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Program Studi Magister Sumberdaya Pantai.
- BPS Kabupaten Cilacap. 2015. Kecamatan Kampung Laut dalam Angka Tahun 2015.
- Carolita, I, E. Parwati, B. Trisakti, T. Kartika dan G. Nugroho. 2005. Pendekatan prediksi perubahan lingkungan di Kawasan Perairan Segara Anakan. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*. Pemanfaatan efektif penginderaan jauh untuk peningkatan kesejahteraan bangsa. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- CRMP (Coastal Resources Management Project). 1992. *The Integrated*

- Management Plan for Segara Anakan-Cilacap, Central Java, Indonesia*. Published by the International Center for Living Aquatic Resources Management on behalf of the Association of Southeast Asian Nations/ United States Coastal Resources Management Project.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar penginderaan jauh digital. Penerbit Andi. DI Yogyakarta. hlm 159-366.
- Dsikowitzky, L., I. Nordhaus., TC. Jennerjahn., P. Khrycheva., Y. Sivatharshan, E.Yuwono., J. Schwarzbauer. 2011. Anthropogenic organic contaminants in water, sediments and benthic organisms of the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 62. 851–862.
- Hanindito, G.A., E. Sedyono, A. Setiawan. 2014. Analisis Pantauan dan Klasifikasi Citra Digital Penginderaan Jauh Dengan Data Satelit Landsat TM Melalui Teknik *Supervised Classification* (Studi Kasus Kabupaten Minahasa Tenggara, Propinsi Sulawesi Utara). Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Intelijen (KOMMIT 2014). Vol. 8 ISSN: 2302 - 3740.
- Helmi, M. 2006. Penyusunan zonasi menggunakan pendekatan spasial berbasis sel di Kepulauan Karimunjawa, Propinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kelautan*. FPIK. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Holtermann P, Burchard H, Jennerjahn T. 2009. *Hydrodynamic of The Segara Anakan lagoon*. *Regional Environmental Change* 9 (4), 245 – 258.
- Jennerjahn, P. Holtermann., I. Pohlenga and B. Nasir. 2007. Environmental Conditions in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. Synopsis of Ecological and Socio - Economic Aspect of Tropical Coastal Ecosystem with Special Reference to Segara Anakan. Research Institute University of Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Jennerjahn, B. Nasir, I. Pohlenga. 2009. Spatio - temporal variation of dissolved inorganic nutrients related to hydrodynamics and land use in the mangrove - fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Reg Environ Change* 9:259–274.
- Kartikasari, L.K. 2016. Kajian Konektivitas Sedimentasi dan Dampaknya Terhadap Sistem Sosial Ekologis Laguna (Studi Kasus Laguna Segara Anakan). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Mumpuni AS. 2012. Partisipasi Masyarakat Kampung Laut Kabupaten Cilacap dalam Konservasi Kawasan Segara Anakan. Tesis Program Studi Magister Perencanaan Kota dan Daerah. Program Pascasarjana Fakultas Universitas Gadjah Mada.
- Ongkosongo O.S.R, Helfinalis, P. Hamidjojo. 1986. Pertukaran dan Percampuran massa air Laut Samudra Hindia dengan massa air Sungai Citanduydi Segara Anakan Jawa Tengah. Kongres II dan Pertemuan Ilmiah Tahunan III Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia. Jakarta 17-19 November 1986.
- Peraturan Pemerintah No.26 Tahun 2008. Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
- Sidik, A., A. Agussalim, M. RasyidRidho. 2015. Akurasi Nilai Klorofil Dan Temperatur Permukaan Laut Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Alang Gantang Taman Nasional Sembilang. *Maspari Journal*. Juli 2015, 7(2): 25-32.
- Sonjaya, J. A. 2007. Kebijakan untuk Mangrove, Mengkaji Kasus dan Merumuskan Kebijakan. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and Mangrove Action Project. IUCN & Mangrove Action Project–Indonesia.
- Suryawati, S.H. 2012. Model Resiliensi Masyarakat di Laguna Segara Anakan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Yulianti, RA., PG. Ariastita. 2012. Arahan Pengendalian Konversi Hutan Mangrove menjadi Lahan Budidaya di Kawasan Segara Anakan. *Jurnal Teknik ITS* Vol.1, No.1.
- Zuardi, I. 2002. Penyelamatan Segara Anakan dengan Sudetan Citanduy. Tesis Magister Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.