

**LAJU PENURUNAN KANDUNGAN OKSIGEN TERLARUT
KAWASAN LAGUNA SEGARA ANAKAN**

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 : +6281327929555
Email address: raysa_ose@yahoo.com

ABSTRAK

Laguna Segara Anakan (LSA) merupakan muara yang dinamis, beriklim tropis lembab dan dipengaruhi monsoon, mengakibatkan kondisi perairan berfluktuasi. Ditunjang adanya konversi penggunaan lahan yang mengurangi badan air, peningkatan jumlah penduduk dengan beragamnya aktifitas antropogenik berdampak pada peningkatan bahan organik yang mengakibatkan tingginya populasi (blooming) fitoplankton, dikhawatirkan terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut (anoxia) pada perairan. Kondisi tersebut mempengaruhi perubahan struktur komunitas, dengan bervariasinya produktivitas primer perairan. Produktivitas primer berkaitan erat dengan kandungan oksigen terlarut (produk fotosintesis fitoplankton) yang akan dimanfaatkan untuk respirasi organisme perairan. Sehingga kandungan oksigen terlarut menjadi penting untuk dikaji lebih lanjut pada LSA sebagai daerah asuhan. Metode dilakukan dengan studi literatur untuk mengevaluasi perubahan kandungan oksigen terlarut LSA serta pengukuran secara in-situ dengan pendekatan temporal (time series) selama 1 tahun dengan acuan angin monsoon: Musim (Barat, Peralihan I, Timur, Peralihan II). Berdasarkan studi literatur, diketahui terjadi penurunan kandungan oksigen terlarut dari tahun ke tahun, selanjutnya hasil pengukuran secara in-situ menunjukkan kandungan oksigen terlarut kembali mengalami penurunan berkisar 2,03 – 5,40 mg/L, dengan rata-rata tahunan sebesar 3,20 mg/L, fluktuasi tertinggi terjadi pada Musim barat, dimungkinkan adanya difusi oksigen diatmosfer, ditunjang tingginya curah hujan dan hidrodinamika perairan. Kelimpahan fitoplankton berkisar $4129,71 \pm 3139,88 - 9956,57 \pm 5300,23$ indiv/L, didominasi Divisi: Chrysophyta, Chlorophyta Cyanophyta Pyrophyta, Euglenophyta. Kelimpahan fitoplankton terrendah terjadi pada Musim barat, diduga disebabkan adanya mekanisme waktu pembilasan (Flushing Time) atau waktu penggantian air tawar. Diperlukan manajemen strategi pengelolaan laguna oleh Pemerintah Daerah setempat, pihak terkait dan masyarakat untuk menjaga kestabilan ekologis LSA terutama terkait penggunaan lahan dan aktifitas antropogenik.

Kata Kunci : *Laguna Segara Anakan, Angin musim (monsoon), Oksigen Terlarut, Fitoplankton*

PENDAHULUAN

Kabupaten Cilacap memiliki luasan wilayah 225.361 km², merupakan kawasan pesisir. Menurut Undang-undang no. 27 tahun 2007 j.o Undang-undang no. 1 tahun 2014, tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, bahwa pesisir merupakan wilayah peralihan yang masih dipengaruhi perubahan antara ekosistem daratan dan lautan. Salah satunya Laguna Segara Anakan (LSA), yang secara geografis terletak pada koordinat 7°35"- 7°46" LS dan 108°45"-109°01" BT seluas 14.221,8 ha, pada Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap. LSA diawali dari sebuah teluk dengan mulut laguna yang menghadap ke timur, serta Pulau Nusa Kambangan sebagai penghalang (*barrier*), memisahkan LSA dengan Samudra Hindia. Adanya perubahan bentuk hingga saat ini, terjadi melalui berbagai tahap perubahan lingkungan. LSA merupakan suatu kawasan yang tidak berdiri sendiri, namun terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi perubahan ekologis kawasan (Ardli and Wolff, 2009; Carolita, 2005).

LSA sangat tergantung perairan tertutup dan terbuka, input aliran masuk dari laguna menerima aliran air tawar dalam kuantitas tinggi, disertai sedimen tersuspensi, terutama berasal dari S. Citanduy (Jennerjahn, *et al.*, 2007). Hal tersebut sesuai pernyataan Holtermann *et al.*, (2009) dikarenakan S. Citanduy memiliki kontribusi *catchment area* sebesar 3,520 km² atau memasok sekitar 80% aliran air menuju LSA. Akumulasi terjadi terutama dibagian barat laguna terutama pada musim hujan, sedangkan bagian timur laguna didominasi hidrodinamika, pasang surut dari Samudra Hindia (Jennerjahn *et al.*, 2009).

Bahwa aliran sungai membawa pasokan material organik secara terus menerus dapat memicu proses konsolidasi sedimen dasar kawasan pesisir, sebagai sumber nutrisi dan pembentuk struktur fisik sedimen. Ditambahkan Ardli and Wolff, (2009) sebagian besar volume badan air LSA digantikan dengan hutan mangrove, selanjutnya dikonversi penggunaan lahannya untuk berbagai aktifitas antropogenik yang selanjutnya akan berpengaruh pada kondisi ekologis laguna. Ditunjang dinamika perairan yang berlangsung secara kontinyu, menyebabkan terjadinya kompleksitas kontak secara fisika, kimia perairan maupun mikrobiologis, memicu tersedianya akumulasi konsentrasi unsur-unsur hara. Kadarnya secara umum lebih tinggi dibandingkan laut lepas, sehingga produktivitasnya pun lebih tinggi (Dahuri *et al.*,1996). Adanya pengaruh *monsoon* tahunan, berdampak pada struktur komunitas (kelimpahan fitoplankton). Sehingga dapat dinyatakan bahwa musim merupakan salah satu penyebab bervariasinya produktivitas primer perairan (Coutinho, *et al.*,2012).

Produktivitas primer berkaitan erat dengan kandungan oksigen terlarut sebagai produk fotosintesis fitoplankton yang merupakan faktor pendukung kehidupan organisme perairan lainnya, yang akan digunakan dalam proses respirasi (Nybakken, 1998). Dijelaskan oleh Salmin, (2005) bahwa Oksigen terlarut merupakan konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air, bersumber dari aktifitas fotosintesis fitoplankton dan difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, sehingga pada lapisan permukaan perairan kandungan oksigen terlarut akan lebih tinggi. Adanya pengaruh faktor alami (input aliran air tawar, sedimentasi) maupun faktor aktifitas antropogenik dengan

adanya perubahan penggunaan lahan didukung fluktuasi perubahan lingkungan dengan adanya *monsoon*

Kondisi ekologis tersebut dikhawatirkan dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut perairan, yang akan berdampak organisme perairan serta penurunan rata-rata nilai produktifitas primer. Hal tersebut menjadikan kandungan oksigen terlarut menjadi sangat penting untuk dikaji lebih lanjut, terutama pada perairan laguna sebagai daerah asuhan .

BAHAN DAN METODE

Analisa perubahan kandungan oksigen terlarut pada LSA dari tahun ke tahun dilakukan berdasarkan studi literatur. Adapun pengukuran kandungan oksigen terlarut dan kelimpahan fitoplanton dalam penelitian ini dilakukan secara in-situ pada periode temporal waktu (time series) selama tahun 2016, berdasarkan keterwakilan Angin monsoon. Sesuai pernyataan Nontji (2008), bahwa berdasarkan data Meteorologi dan Oseanografi, perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin musim (monsoon), terdiri dari :

- Musim Barat : Desember – Februari (Keterwakilan Februari dan Desember).
- Musim Peralihan I: Maret - Mei (Keterwakilan Mei).
- Musim Timur : Juni - Agustus (Keterwakilan Juli).
- Musim Peralihan II: September - November (Keterwakilan Oktober).

Selanjutnya acuan tersebut digunakan sebagai waktu pengambilan data kandungan oksigen terlarut dan kelimpahan fitoplankton dengan pengambilan data in-situ sebanyak 7x pengulangan secara spasial.

- Pengukuran parameter kualitas air secara in situ kandungan oksigen terlarut (DO), dilakukan dengan menggunakan Water Quality Checker (WQC) (Merk Toa DKK-Japan : Type WQC-22A), dengan memasukan (mencelupkan) alat tersebut pada permukaan perairan, dilakukan pencatatan setelah alat menunjukkan angka yang konstan.
- Pengambilan sampel fitoplanton dilakukan secara vertikal, menggunakan plankton-net 25 μ m dengan menyaring 100 liter air, pada permukaan perairan laguna dengan kedalaman 0,5 - 1 m (APHA, 2005).
- Pengawetan sampel menggunakan formalin hingga 4% (Nontji 2006), sebanyak 10 tetes. Identifikasi menggunakan mikroskop cahaya binokuler dengan perbesaran sebesar 40 kali. Pengamatan sampel fitoplankton dilakukan dibawah mikroskop, dengan ditetaskan pada bagian permukaan objek (object glass), selanjutnya ditutup dengan cover glass. Perhitungan dilakukan sebanyak 20 kali lapang pandang dan pengulangan sebanyak 3x. Selanjutnya identifikasi dengan menggunakan: *identifying Marine Phytoplankton*, Tomas, C.R (1997); *Planktonologi*, Sachlan, (1982) dan *Marine Plankton, a practical guide*, Newel and Newel (1993). Kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan metode Lackey Drop Microtransect Counting (APHA, 2005).

Data yang telah diperoleh, selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel, dianalisa secara deskriptif dan dikaji berdasarkan studi literatur (Sugiyono, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa penelitian terkait pengukuran kandungan oksigen terlarut perairan (Dissolved Oxygen) di Kawasan LSA, berdasarkan studi literatur ditampilkan (Tabel 1). Dari hasil studi literatur dapat diketahui, bahwa terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut dari tahun ke tahun, berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan di LSA. Namun terjadi peningkatan oksigen terlarut dari tahun 2003 sebesar 5,40 mg/L menjadi 5,93 mg/L tahun 2004. Hasil tersebut didukung pernyataan Ardli and Wolff (2009) bahwa dengan adanya kegiatan BPKSA (Badan Pengelola Kawasan Segara Anakan) Kabupaten Cilacap pada tahun 2003 - 2005 menyebabkan badan air laguna meningkat 3,8%, dari 931,8 Ha pada tahun (2004) menjadi

1001,9 Ha pada tahun (2006), kondisi tersebut hampir sama dengan (2001) yakni 1004,1 Ha. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan luas badan air laguna akan seiring terjadi peningkatan kandungan oksigen terlarut. Namun disayangkan, bahwa kondisi tersebut tidak berlangsung secara berkelanjutan (sustainable), seiring berkurangnya kegiatan konservatif yang dilakukan BPKSA, disamping itu peran BPKSA yang tidak memiliki otorisasi produk hukum, sehingga dimungkinkan lemah secara hukum dan kebijakan, yang mengakibatkan ketidaktahuan masyarakat terhadap implementasi Perda Nomor 6 Tahun 2001 tentang Tata Ruang Kawasan Segara Anakan sebagai zona konservasi dengan adanya peningkatan beragamnya aktifitas antropogenik di Kawasan LSA.

Tabel.1 Kisaran Kandungan Oksigen Terlarut di Perairan Kawasan Laguna Segara Anakan dari Waktu ke Waktu berdasarkan Studi Literatur

Tahun	Kisaran Kandungan Oksigen Terlarut (mg/L)	Rata-rata Kandungan Oksigen Terlarut (mg/L)	Sumber
1983	4,61- 7,98	6,30	Sumarsini, 1985
1987-1988	4,79- 6,67	5,73	Tjahjo dan Riswanto, 2013
2002-2005	5 - 8	6,50	Djohan, 2010
2003	4,2 - 6,6	5,40	Pulungsari, 2004
2004	4,4 -7,46	5,93	Saputra, 2007
2004-2006	3,9 - 6,8	5,35	Jennerjahn <i>et al.</i> , 2009
2011	1,31 -8,39	4,85	Tjahjo dan Riswanto, 2013
2014	3,26 -4,96	4,11	Nurfiarini, 2015

Pada perkembangannya tahun 1987-2006 sebagian besar volume badan air laguna digantikan dengan hutan mangrove, yang selanjutnya dikonversi penggunaan lahannya untuk berbagai aktifitas antropogenik (Ardli and Wolff, 2009). Selanjutnya BPKSA (2003)

melaporkan terjadinya perubahan luasan hutan mangrove di kawasan LSA. Perubahan ini disebabkan adanya konversi hutan mangrove menjadi lahan persawahan, pertambakan, permukiman, serta pemanfaatan tumbuhan mangrove sebagai material bahan bangunan, serta

bahan baku arang untuk keperluan industri.

Didukung data kependudukan tahun 2014 bahwa di Kecamatan Kampung Laut mengalami peningkatan menjadi 17.181 jiwa (Kecamatan Kampung Laut dalam Angka 2015). Adapun jumlah ideal penduduk yang diharapkan berdiam di kawasan LSA hanyalah sekitar 8.000 jiwa agar daya dukung lingkungan tidak mendapat tekanan yang terlalu berat (Monografi Kampung Laut, 2008 dalam Mumpuni, 2012). Terjadinya peningkatan jumlah penduduk di LSA dan sekitarnya yang berkembang pesat, sementara daya dukung lingkungan semakin berkurang menyebabkan tekanan semakin tinggi terhadap lingkungan laguna. Kondisi tersebut memicu alih fungsi lahan yang ditunjukkan dengan adanya pengurangan badan air laguna yang berdampak pada degradasi ekologis dengan adanya penurunan kandungan oksigen terlarut.

Selanjutnya berdasarkan hasil pengukuran secara in-situ dengan periode temporal waktu (*time series*) selama

tahun 2016, dalam kajian keterwakilan monsoon pada penelitian ini ditampilkan pada (Tabel.2). Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut dengan pendekatan temporal waktu (*time series*) menunjukkan penurunan kembali selama tahun 2016, berkisar antara 2,03 – 5,40 mg/L dengan rata-rata tahunan sebesar 3,20 mg/L. Tingginya fluktuasi kandungan Oksigen terlarut terjadi pada bulan Desember, diduga hal ini terjadi karena adanya difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dengan tingginya curah hujan dan pengaruh hidrodinamika perairan (*arus*), berdasarkan data BMKG tahun 2016 bahwa rata-rata *arus* sebesar 293,16 cm/s dan kisaran curah hujan 483-958 mm. Kisaran tersebut cukup tinggi, karena menurut Ardli and Wolff (2009) kawasan LSA merupakan sistem muara yang dipengaruhi monsoon, mengakibatkan kondisi perairan mudah mengalami perubahan. Memiliki curah hujan melebihi 300 mm/ bulan selama musim hujan dan menurun menjadi 100 mm/ bulan pada musim kemarau.

Tabel 2. Pengukuran Kandungan Oksigen Terlarut dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Laguna Segaran Dengan Pendekatan Secara Temporal

Temporal waktu (<i>time series</i>) Tahun 2016		Oksigen Terlarut (mg/ L)	Kelimpahan Fitoplankton (indv/ L)
Musim Barat	Februari	2,46 ± 1.09	6873,43 ± 2296,90
Musim Peralihan I	Mei	3,23 ± 2.01	9956,57 ± 5300,23
Musim Timur	Juli	2,03 ± 1.43	6618,86 ± 3650,68
Musim Peralihan II	Oktober	2,90 ± 0.74	5685,43 ± 2075,74
Musim Barat	Desember	5,40 ± 2.45	4129,71 ± 3139,88

Terjadi kecenderungan penurunan oksigen terlarut kembali pada tahun 2016 dari tahun sebelumnya, dikarenakan adanya degradasi luas lahan badan air laguna. Sesuai pernyataan Dewi, et al (2016) bahwa luasan badan air LSA yang dianalisa menggunakan satelit Landsat Multitemporal pada tahun 1978 sebesar 4.186,45 Ha mengalami penurunan

menjadi 1.482,75 Ha (tahun 2016). Terjadi penyusutan luas Laguna sebesar 2.703,7 ha dalam kurun 38 tahun (1978 - 2016).

Selain adanya pengaruh degradasi luas lahan, menurut Tjahjo dan Riswanto (2013) penurunan kandungan oksigen terlarut disebabkan oleh peningkatan

penguraian bahan organik yang tinggi, selanjutnya berakibat menurunnya produksi oksigen oleh fitoplankton. Meningkatnya bahan organik kawasan LSA diakibatkan oleh adanya berbagai aktifitas antropogenik. Menurut Panggabean (1994) terjadinya akumulasi bahan organik berlebih di perairan (eutrofikasi) yang berasal dari limbah daratan yang terbawa aliran (runoff) serta adanya perubahan musim yang dapat mengakibatkan blooming fitoplankton. Hal tersebut dikarenakan fitoplankton mampu menunjukkan toleransi ketidakstabilan perairan, dengan merespon cepat masuknya polutan dalam badan perairan (Coutinho, et al., 2012; Hallegraeff, 1995). Ledakan populasi (blooming) fitoplankton dapat terjadi pada fitoplankton yang tidak mengandung toksin (produktif) maupun pada jenis fitoplankton yang mampu memproduksi toksin (HABs) Harmful Algae Blooms (Nontji, 2008).

Dari hasil diketahui bahwa selama periode tahun 2016 kelimpahan fitoplankton berkisar antara $4129,71 \pm 3139,88$ - $9956,57 \pm 5300,23$ indv/L. Jenis fitoplankton yang diperoleh, didominasi oleh Divisi Chrysophyta terutama spesies (*Gyrosigma kuetingii*, *Nitzschia vermicularis*, *Cyclotella stelligera*); Divisi Chlorophyta (*Scenedesmus*, sp., *Coelastrum astroideum*); Divisi Cyanophyta (*Oscillatoria princeps*, *Lyngbya bergei*, *Anabaena hallensis*); Divisi Pyrophyta (*Peridinium*, sp.); dan Divisi Euglenophyta (*Trachelomonas*, sp.). Kelimpahan fitoplankton terendah terjadi pada Musim Barat (Desember) sebesar $4129,71 \pm 3139,88$ indv/L, hal ini diduga disebabkan karena adanya mekanisme Flushing Time, terutama dipengaruhi oleh tingginya curah hujan. Menurut Dyer (2000) Flushing Time atau waktu pembilasan, merupakan waktu yang diperlukan perairan untuk terjadinya

penggantian air tawar (pembilasan) pada daerah laguna. Sehingga kondisi tersebut mengakibatkan kelimpahan fitoplankton terdistribusi menuju perairan laut (Samudra Hindia). Ditambahkan Pednekar, (2012) bahwa pada daerah tropis, aliran (runoff) yang dipengaruhi musim hujan, akan memiliki peranan terhadap pola distribusi spasio- temporal jenis fitoplankton.

Sejauh ini belum terdapat ambang batas yang jelas mengenai kuantitas fitoplankton pada saat terjadinya blooming. Kondisi tersebut biasanya ditandai dengan adanya perubahan dominansi jenis, perubahan struktur komunitas, biomassa fitoplankton (Vadrucci, et al. 2013; Ayuningsih, et.al. 2014). Lebih lanjut Mulyasari, et al (2003) menyatakan kondisi blooming fitoplankton dapat terjadi saat kuantitas kelimpahannya melebihi kuantitas rata-rata fitoplankton per bulannya pada suatu lokasi, dan pada kondisi selanjutnya menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut (anoxia) pada perairan. Dampak terjadinya blooming fitoplankton juga ditunjukkan setelah terjadinya kematian massal fitoplankton, selanjutnya akan diuraikan oleh bakteri, proses ini membutuhkan konsumsi oksigen yang tinggi sehingga menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut habis terkuras yang menimbulkan kondisi (anoxia) atau kehabisan oksigen pada perairan (Nontji, 2008). Lebih lanjut ditambahkan Hallegraeff (2004) dengan adanya ledakan populasi fitoplankton (blooming), dapat mengakibatkan degradasi lingkungan, ditunjukkan dengan tingginya kelimpahan fitoplankton yang akan menutupi permukaan perairan, mengakibatkan deplesi oksigen dan selanjutnya dapat menyebabkan gangguan fungsi mekanik maupun kimiawi pada organisme perairan lainnya.

KESIMPULAN

Fluktuasi penurunan kandungan oksigen terlarut kawasan Laguna Segara Anakan selain dikarenakan faktor angin monsoon dan hidrodinamika perairan (arus), selanjutnya disebabkan beberapa faktor pendukung lain. Diantaranya konversi penggunaan lahan yang mengurangi badan air laguna, peningkatan jumlah penduduk dengan beragamnya aktifitas antropogenik, berdampak pada peningkatan bahan organik. Kondisi tersebut selanjutnya mengakibatkan populasi (blooming) fitoplankton yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi oksigen terlarut (anoxia) perairan.

Sehingga dari hasil evaluasi degradasi ekologis (penurunan oksigen terlarut) LSA, diperlukan manajemen strategi pengelolaan laguna oleh Pemerintah Daerah setempat, pihak terkait dan masyarakat sekitar untuk menjaga kestabilan ekologis LSA terutama terkait alih fungsi penggunaan lahan dan aktifitas antropogenik. Walaupun hal tersebut tidaklah mudah, karena pada laguna terjadi perbedaan ekologis dari hulu (upstream) perairan tawar ke hilir (downstream) perairan laut. Ditunjang faktor geologis, bahwa laguna merupakan zona hidrologi sangat aktif yang sangat rentan terhadap adanya perubahan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association (APHA). 2005. Standart Methods For The Examination Of Water And Waste water. 21st Edition. Edited By: Andrew.D Eaton, Lenore.S Clesceri, Eugene.W Rice, Arnold.E Greenberg. Centennial Edition. American Public Healt Association, American Water

Work Association. Water Environment Federation. ISBN 0-87553-047-8, ISSN 55-1979.

Ardli, E.R., and M. Wolff. 2009b. Land use and land cover change affecting habitat distribution at Segara Anakan lagoon, Cilacap, Indonesia. Reg. Environmental Change. 9: 235-243

Ayuningsih, M.S, I.B. Hendrart and P.W. Purnomo. 2014. Distribution and Abundance of Phytoplankton and Chlorophyll-a in the Sekumbu Bay Jepara Regency: Relationship with Nitrate and Phosphate Content in Water. Diponegoro Journal Of Maquares. Manajement Of Aquatic Resources. Vol. 3, No.2. 138-147

BPKSA (Badan Pengelola Kawasan Segara Anakan). 2003. Laporan pelaksanaan proyek konservasi dan pembangunan Segara Anakan. Lokakarya Status, Problem dan Potensi Sumberdaya Perairan dengan Acuan Segara Anakan dan DAS Serayu, Purwokerto.

BPS 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 peningktan kesejahteraan bangsa. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Coutinho, M.T; A. C. Brito; P. Pereira; A.S. Gonçaves and M.T Moita.

2012. A phytoplankton tool for water quality assessment in semi-enclosed coastal lagoons: Open vs closed regimes. *Journal Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 110: 134-146
- Dahuri, R., J. Rais. S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*. Pradnya Paramita, Jakarta: 305 hal.
- Dewi, R., M. Zainuri., S.Anggoro., T.Winanto. 2016. Analisis Perubahan Lahan Kawasan Laguna segara Anakan Selama Periode Waktu (1978-2016) Menggunakan Satelit Multitemporal. *Jurnal Omni Akuatika*. Vol.12, No. 3.(144-150). e-ISSN : 2476-9347 ; p-ISSN: 1858-3873.
- Dyer KR. 2000. *Estuaries: A physical introduction (2 edition)*, John Wiley and Sons, New York, 195 pp
- Hallegraeff, G.M. 1995. Harmfull Algal Blooms : A Global Overview. In Hallegraeff,G,N, D.M Anderson, A.D Cambella, Editor. *Manual on Harmfull Marine Microalgae*. Franch: UNESCO Publishing.p. 1-22
- Holterman 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*.
- 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.
- Mulyasari, R. Peranginangin, Th. D. Suryaningrum, A. Sari. 2003. *Penelitian Mengenai Keberadaan Biotoksin pada Biota dan Lingkungan Perairan Teluk Jakarta*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol. 9 No. 5. 39-64.
- 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.
- Newell, G.E and R.C Newell. 1993. *Marine Plankton, A Practical Guide*. Hutchinson of London. 244 hal.
- Nontji, A. 2006. *Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. LIPI-Pusat Penelitian Oseanografi, Jakarta.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. LIPI Press. Jakarta. ISBN: 978-979-799-085-5. 331 Hlm.
- Nybakken, J.W. 1998. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Penerjemah: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. PT.

Gramedia. Jakarta. 459 hal.

Panggabean, L.M.G. 1994. "Red Tide" di Indonesia.: Perlukah Diwaspadai? Oseana. 19(1):33-38

Pednekar, S.M, S.G.P, Matondkar, V. Kerkar. 2012. Spatio temporal Distribution of Harmfull Algal Florain The Tropical Estuarine Complex of Goa, India. The Scientific World. 2012:11. P.doi: 10.1100/2012/596276.

Sachlan, M,. 1982. Planktonologi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.

Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta.

Tjahjo, D.W.H; Riswanto. 2013. Status terkini dan alternative pengelolaan sumberdaya ikan di laguna Segara Anakap, Cilacap. Journal Kebijakan Perikanan Indonesia, Vol 5. No.1: 9- 16

Tomas, Carmelo,R,. 1997. Identifiying Marine Phytoplankton. Academic Press, United States Of America.ISBN 0-12-693018-X(Pbk:Alk.paper).

Vadrucci, M.R., E. Stanca., C. Mazzioti, N. Ungaro and A. Basset. 2013. Ability of Phytoplankton trait sensitivity to tighlight antropogenic pressures in Mediteranean lagoons:A size spectra sensitivity index (ISS-phyto). Ecological Indicators. 34: 113-125.