

**KARAKTERISTIK FOSFAT, NITRAT DAN OKSIGEN TERLARUT
DI PERAIRAN PULAU GANGGA DAN PULAU SILADEN, SULAWESI UTARA¹*****Characteristics of Phosphate, Nitrate and Dissolved Oxygen
in Gangga and Siladen Island Waters, North Sulawesi*****Simon I. Patty²****ABSTRACT**

Waters of Gangga and Siladen island, North Sulawesi is very important due to their terrestrial-influenced oceanographic conditions of the Celebes Sea and the Indian Ocean that is rich in marine resources. Research on the characteristics of the water mass in relation with nutrients, phosphate, nitrate and dissolved oxygen were carried out in the waters Gangga island (May 2011) and Siladen island (July 2011). Phosphate and nitrate levels were analyzed using spectrophotometric method using Nicolet Evolution 100 spectrophotometer, while dissolved oxygen was determined by electrochemical methods. Statistical analysis showed that the nitrate levels in the waters of the Gangga island to the Siladen island is significantly different, while the phosphate and dissolved oxygen levels were not significantly different. The fluctuative concentration of phosphate, nitrate and dissolved oxygen in the Gangga and Siladen island waters were influenced by current, the movement of water mass, plankton activity and input from the surrounding mainland.

Keywords: *Phosphate, nitrate, dissolved oxygen, gangga, siladen, north sulawesi.*

ABSTRAK

Perairan pulau Gangga dan pulau Siladen, Sulawesi Utara merupakan perairan yang sangat penting karena kondisi oseanografinya di pengaruhi daratan, Laut Sulawesi dan Samudera Hindia sehingga kaya akan sumber daya laut. Penelitian tentang karakteristik massa air kaitannya dengan zat hara fosfat, nitrat dan oksigen terlarut telah dilakukan di perairan pulau Gangga (Mei 2011) dan pulau Siladen (Juli 2011). Kadar fosfat dan nitrat dianalisa dengan menggunakan metode spektrofotometri dengan menggunakan alat spektrofotometer Nicolet Evolution 100, sedangkan oksigen terlarut ditentukan dengan metoda elektrokimia. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar nitrat di perairan pulau Gangga dengan pulau Siladen adalah berbeda sangat nyata, sedangkan kadar fosfat dan oksigen terlarut tidak berbeda nyata. Tinggi rendahnya konsentrasi fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen dipengaruhi oleh arus, pergerakan massa air, aktifitas plankton dan masukan dari daratan.

Kata kunci: Fosfat, nitrat, oksigen terlarut, Gangga, Siladen, Sulawesi Utara.

¹ **Penelitian Biota Laut di Perairan P. Gangga dan P. Siladen, Proyek Penelitian Oseanografi DIKTI, 2011**

² **Teknisi Litkayasa UPT. Loka Konservasi Biota Laut Bitung-LIPI**

PENDAHULUAN

Perairan pulau Gangga dan pulau Siladen secara geografis masuk dalam wilayah laut Sulawesi. Wilayah perairan ini merupakan daerah estuari yang sangat kaya dengan keanekaragaman biota laut, sehingga sering digunakan nelayan setempat sebagai daerah *fishing ground*. Perairan pantai pulau Gangga dan pulau Siladen selain kaya akan hasil perikanan, juga merupakan lokasi dari pelabuhan alam disamping memiliki pemandangan laut yang indah dan sering dikunjungi oleh para wisatawan. Keunggulan wisata pulau Gangga dan pulau Siladen adalah karena terdapat banyak jenis-jenis biota yang sudah langka sehingga dapat dijadikan sebagai tempat wisata ekotourisme. Tingginya keanekaragaman jenis biota laut yang terdapat di dalamnya dapat dijadikan acuan penentuan kesuburan perairan di daerah ini.

Keberadaan ekosistem yang kompleks dan berbagai aktifitas yang tidak terkontrol di wilayah perairan tersebut mempunyai pengaruh terhadap kandungan fosfat, nitrat dan oksigen terlarut. Kandungan fosfat dan nitrat secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati. Selain itu juga tergantung pada keadaan sekeliling diantaranya sumbangan dari daratan melalui sungai yang bermuara ke perairan, seperti buangan limbah ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara (Wattayakorn, 1988), dan dalam proses penguraiannya banyak membutuhkan oksigen. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah dari udara melalui proses difusi dari hasil proses fotosintesis fitoplankton.

Fosfat, nitrat dan oksigen terlarut merupakan tiga unsur senyawa kimia yang sangat penting untuk mendukung kehidupan organisme dalam suatu perairan. Fosfat dan nitrat dibutuhkan dalam proses dan perkembangan hidup

organisme seperti fitoplankton, sedangkan oksigen terlarut digunakan oleh organisme perairan dalam proses respirasi. Tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton di suatu perairan tergantung pada kandungan zat hara di perairan antara lain fosfat dan nitrat (Nybakken, 1998). Kedua senyawa ini berperan penting terhadap sel jaringan jasad hidup organisme serta dalam proses fotosintesis. Menurut Feranita-Fachrul *et. al.*, 2005 bahwa fosfat dan nitrat sangat penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan.

Penelitian kualitas air di perairan ini belum banyak dilakukan terutama kajian karakteristik massa air kaitannya dengan zat hara yang merupakan salah satu indikator kesuburan perairan. Dalam tulisan ini akan dikaji tentang karakteristik dan sebaran fosfat, nitrat dan oksigen terlarut serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perairan pantai Pulau Gangga (Mei 2011) dan Pulau Siladen (Juli 2011). Sampel air laut permukaan diambil sebanyak 10 stasiun, masing-masing 5 stasiun di pulau Gangga dan 5 stasiun di pulau Siladen. Penentuan posisi masing-masing stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan Garmin handportable GPS Map 60 CSx, dan disajikan dalam Gambar 1.

Pengambilan sampel air laut dengan menggunakan botol Nansen pada lapisan permukaan (0 m). Pengukuran kadar fosfat dan nitrat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Sampel air laut yang telah diambil dibawa ke Laboratorium WLN-Manado untuk dianalisa dengan menggunakan alat spektrofotometer 'Nicolet Evolution 100' seperti yang diterangkan dalam APHA, AWWA, WEF (2005), dan nilainya

dinyatakan dalam mg/l. Sedangkan pengukuran oksigen terlarut dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan). Kadar oksigen terlarut ditentukan dengan cara metoda elektrokimia menggunakan alat DO meter AZ 8563 dan nilainya dinyatakan dalam ppm. Data fosfat, nitrat dan oksigen terlarut disajikan dalam bentuk sebaran melintang dengan perangkat lunak ArcView 3.3 dan Golden Software Surfer versi 8 serta analisa statistik dengan menggunakan SPSS 16. Dari hasil tersebut dapat dianalisis kondisi sebaran masing-masing parameter secara horizontal pada lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar fosfat, nitrat, dan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen disajikan dalam Tabel 1, serta hasil analisa uji-t untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara kondisi perairan pulau Gangga dengan pulau Siladen dari masing-masing parameter, disajikan pada Tabel 2.

Fosfat

Fosfat merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut. Tinggi rendahnya kadar fosfat dan nitrat di suatu perairan adalah salah satu indikator untuk menentukan kesuburan suatu perairan. Kadar fosfat perairan pulau Gangga berkisar antara 0,005-0,011 mg/l dengan rata-rata $0,008 \pm 0,003$ mg/l, dan kadar fosfat di perairan pulau Siladen berkisar antara 0,002-0,014 mg/l dengan rata-rata $0,007 \pm 0,005$ mg/l. Kadar fosfat pada setiap stasiun di kedua lokasi penelitian menunjukkan nilai bervariasi, dengan nilai koefisien variasi masing-masing 31,57 % untuk pulau Gangga dan 74,69 % untuk pulau Siladen (Tabel 1). Dari data tersebut terlihat bahwa konsentrasi rata-rata fosfat permukaan di perairan pulau Gangga maupun pulau Siladen relatif sama atau tidak ada perbedaan. Hasil analisis statistik dengan menggunakan uji-t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara kadar

fosfat perairan pulau Gangga dengan fosfat perairan Siladen ($t\text{-hit} < t\text{-tab}$). Di laut tropis variasi fosfat biasanya kecil, bahkan dikatakan tidak ada variasi sama sekali. Hal ini disebabkan oleh perbedaan suhu yang tidak begitu mencolok, sehingga aktifitas plankton yang memanfaatkan fosfat juga hampir seragam (Sidjabat, 1976).

Secara keseluruhan kadar fosfat di perairan pulau Gangga maupun pulau Siladen lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan berkisar antara 0,001-0,016 mg/l dengan rata-rata 0,006 mg/l (Risamasu dan Prayitno, 2011); kepulauan Banggai, Sulawesi Tengah berkisar antara 0,001-0,022 mg/l dengan rata-rata 0,006 mg/l (Simanjuntak, 2012), namun lebih rendah dari perairan Teluk Jakarta berkisar antara 0,004-0,065 mg/l dengan rata-rata 0,021 mg/l (Prayitno, 2011). Rendahnya kadar fosfat di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen mungkin disebabkan kurangnya pasokan zat-zat organik dari daratan pulau Sulawesi menyebar masuk ke perairan yang mengandung zat hara fosfat. Selain itu rendahnya kadar fosfat di lapisan permukaan mungkin dapat pula disebabkan oleh aktifitas fitoplankton yang intensif.

Kadar fosfat yang ditemukan di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen menunjukkan bahwa kedua perairan ini cukup subur. Joshimura dalam Wardoyo, 1982 mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan yang cukup subur berdasarkan kadar fosfat berkisar antara 0,0021-0,050 mg/l dan perairan yang subur berkisar antara 0,051-0,100 mg/l. Menurut Ilahude dan Liasaputra, 1980, kadar fosfat di lapisan permukaan di perairan yang subur di dunia mendekati 0,6 ug.at/l atau setara dengan 0,019 mg/l, sedangkan menurut EPA, 2002 bahwa kadar fosfat tergolong tinggi di dalam suatu perairan laut yaitu $> 3,10$ ug.at/l atau setara dengan $> 0,096$ mg/l. Ketchum (1969) menetapkan suatu nilai fosfat sebesar 2,8 ug.at/l atau setara dengan 0,087 mg/l sebagai batas atas pada air yang tidak tercemar dan K LH (2004) menetapkan standar baku mutu

senyawa fosfat untuk biota laut sebesar 0,015 mg/l.

Dari pola sebaran terlihat konsentrasi fosfat tertinggi sebarannya lebih mendominasi perairan dekat pantai pulau Gangga dan pulau Siladen sedangkan nilai terendah jauh ke arah lepas pantai. Kadar fosfat perairan pulau Gangga yang terendah 0,005 mg/l diperoleh pada st. 2 dan yang tertinggi 0,011 mg/l diperoleh pada st. 3. Sedangkan kadar fosfat perairan Siladen terendah diperoleh pada st. 2 yaitu 0,002 mg/l dan tertinggi mencapai 0,014 mg/l diperoleh pada st. 5 (Gambar 2). Tingginya kadar fosfat permukaan di lokasi dekat pantai kemungkinan disebabkan arus dan pengadukan (turbulence) massa air yang mengakibatkan terangkatnya kandungan fosfat yang tinggi dari dasar ke lapisan permukaan. Secara alamiah fosfat terdistribusi mulai dari permukaan sampai dasar, semakin ke dasar semakin tinggi konsentrasinya sebagai akibat dari dasar laut yang kaya akan nutrisi. Menurut Muchtar dan Simanjuntak, 2008, kandungan fosfat umumnya semakin menurun semakin jauh ke arah laut (off shore).

Nitrat

Seperti halnya zat hara fosfat, nitrat juga merupakan senyawa kimia yang berfungsi sebagai nutrisi dalam air laut. Kadar nitrat pada setiap stasiun di kedua lokasi penelitian terlihat bervariasi, dengan nilai koefisien variasi masing-masing yaitu pulau Gangga (30,21 %) dan pulau Siladen (52,70 %). Hasil pengamatan kadar nitrat yang diperoleh di kedua perairan ini menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kadar nitrat perairan pulau Gangga berkisar antara 0,012-0,026 mg/l dengan nilai rata-rata $0,020 \pm 0,006$ mg/l, sedangkan kadar nitrat di perairan pulau Siladen berkisar antara 0,001-0,005 mg/l dengan nilai rata-rata $0,003 \pm 0,002$ mg/l. Perbedaan rata-rata kadar nitrat antara kedua perairan cukup besar yaitu 0,017 mg/l, hal ini kemungkinan disebabkan arus dan pergerakan massa air. Adanya kandungan nitrat yang rendah dan tinggi pada kondisi tertentu dapat disebabkan oleh berbagai

faktor, antara lain adanya arus yang membawa nitrat dan kelimpahan fitoplankton (Koesoebiono, 1981).

Fenomena ini diperkuat oleh hasil analisis statistik dengan menggunakan uji-t yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sangat nyata antara kandungan nitrat perairan pulau Gangga dengan nitrat di perairan pulau Siladen ($t\text{-hit} > t\text{-tab } 1\%$) (Tabel 2).

Kadar nitrat di perairan pulau Gangga maupun pulau Siladen, secara umum masih sesuai dengan kandungan nitrat yang umum dijumpai di perairan laut. Kandungan nitrat yang normal di perairan laut umumnya berkisar antara 0,10-0,50 $\mu\text{g.at/l}$ atau setara dengan 0,001-0,007 mg/l (Brotowidjoyo, *et al.*, 1995). Nilai ambang batas suatu perairan yang ditetapkan US-EPA (1973) untuk nitrat sebesar 0,07 mg/l. KLH (2004) menetapkan standar baku mutu senyawa nitrat untuk biota laut sebesar 0,008 mg/l. Chu dalam Wardoyo, 1982 mengemukakan bahwa kisaran kadar nitrat 0,3-0,9 mg/l cukup untuk pertumbuhan organisme dan $> 3,5$ mg/l dapat membahayakan perairan. Sedangkan Effendi dalam Simanjuntak, 2012 menyatakan kadar nitrat perairan $> 0,2$ mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dengan cepat (*blooming*). Bila ditinjau dari kadar nitrat yang merupakan salah satu indikator kesuburan, maka kisaran kadar nitrat di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen masih dalam batas aman kesuburan suatu perairan.

Pola sebaran kadar nitrat perairan pulau Gangga menunjukkan nilai 0,019-0,026 mg/l mendominasi sebagian perairan dekat pantai; kadar nitrat terendah 0,012 mg/l diperoleh pada st. 1 dan tertinggi 0,026 mg/l diperoleh pada st. 3 dan st. 4. Sedangkan sebaran nitrat perairan pulau Siladen menunjukkan nilai $< 0,005$ mg/l mendominasi seluruh perairan pantai (Gambar 3). Pada Gambar 3, terlihat konsentrasi nitrat dengan nilai tertinggi tersebar di perairan dekat pantai dan konsentrasi nitrat dengan nilai terendah penyebarannya menjauh dari pantai. Tingginya kadar nitrat di perairan dekat pantai, mungkin disebabkan

banyaknya pasokan zat-zat organik yang mengandung zat hara nitrat masuk ke perairan pantai terbawa oleh arus. Kecenderungan ini diperkuat oleh pendapat Hutagalung dan Rozak (1997) menyatakan bahwa kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai, sedangkan untuk distribusi vertikal kadar nitrat semakin tinggi bila kedalaman bertambah.

Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) adalah konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam air berasal dari hasil proses fotosintesis oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya dan difusi dari udara (Bhatt dalam Andriani, 1999). Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. Kadar oksigen terlarut di perairan pulau Gangga berkisar antara 4,79-5,49 ppm dengan rata-rata $5,05 \pm 0,28$ ppm dan pulau Siladen berkisar antara 4,36-5,46 dengan rata-rata $4,83 \pm 0,40$ ppm. Kadar oksigen terlarut pulau Gangga dan pulau Siladen cukup bervariasi dengan nilai koefisien variasi masing-masing 5,59 % dan 8,32 %. Secara umum tidak ada perbedaan nyata antara kandungan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga dengan perairan pulau Siladen ($t\text{-hit} < t\text{-tab}$). Kadar oksigen di kedua perairan ini relatif rendah bila dibandingkan dengan kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan laut umumnya. Kadar oksigen di permukaan laut yang normal berkisar antara 5,7-8,5 ppm (Sutamihardja, 1978). Rendahnya kandungan oksigen ini diduga karena masuknya bahan-bahan organik ke perairan, sehingga memerlukan banyak oksigen untuk menguraikannya. Kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan akan menurun akibat proses pembusukkan bahan organik, respirasi, dan reaerasi terhambat (Klein dalam Andriani, 1999).

Kadar oksigen terlarut di dalam massa air nilainya adalah relatif, biasanya berkisar antara 6-14 ppm (W.D. Connel, G.J. Miller, 1995). Menurut Da'i (1991), kadar oksigen di Teluk Nanwan, Taiwan dimana terumbu karang tumbuh dan berkembang dengan baik berkisar antara

4,27-7,14 ppm. Rivai, 1983 mengatakan bahwa pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 ppm dengan suhu air berkisar antara 20-30 °C relatif masih baik untuk kehidupan ikan-ikan, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan (Swingle dalam Salmin, 2005). KLH, 2004 menetapkan nilai ambang batas oksigen terlarut untuk kehidupan biota laut adalah ≥ 5 ppm.

Kadar oksigen terlarut yang diperoleh di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen bila dibandingkan dengan kriteria di atas termasuk pada kategori tercemar ringan. Kriteria ini sama dengan kriteria yang dinyatakan oleh Sutamihardja (1987), bahwa kadar oksigen di perairan ini relatif normal dan termasuk kategori tercemar (Tabel 3). Kadar oksigen di perairan laut yang tercemar ringan di lapisan permukaan adalah 5 ppm (Sutamihardja, 1987).

Pola sebaran oksigen perairan pulau Gangga menunjukkan nilai 4,79-5,14 ppm mendominasi perairan serta menyebar ke arah utara lepas pantai; kadar oksigen terendah 4,79 ppm diperoleh pada st. 2, perairan lepas pantai dan kadar oksigen tertinggi 5,49 ppm diperoleh pada st. 5, perairan bagian selatan dekat pantai. Demikian juga kadar oksigen pulau Siladen menunjukkan nilai 4,36-4,91 ppm sebarannya mendominasi hampir seluruh perairan dan kadar oksigen tertinggi 5,46 ppm diperoleh pada st. 5, perairan dekat pantai (Gambar 4). Dari Gambar 4, terlihat konsentrasi oksigen terlarut permukaan mendekati ke pantai lebih tinggi dan ke arah laut semakin rendah, hal ini mungkin disebabkan karena kebutuhan oksigen terlarut untuk proses respirasi oleh mikroorganisme dalam jumlahnya banyak. Menurut Nybakken (1988), bahwa secara horizontal diketahui oksigen terlarut semakin ke arah laut maka kadar oksigen terlarut akan semakin menurun juga. Tinggi rendahnya kadar oksigen di daerah pantai atau lepas pantai, erat kaitannya dengan kekeruhan air laut dan aktifitas mikro-organisme untuk

menguraikan zat organik menjadi zat anorganik yang menggunakan oksigen terlarut (bioproses).

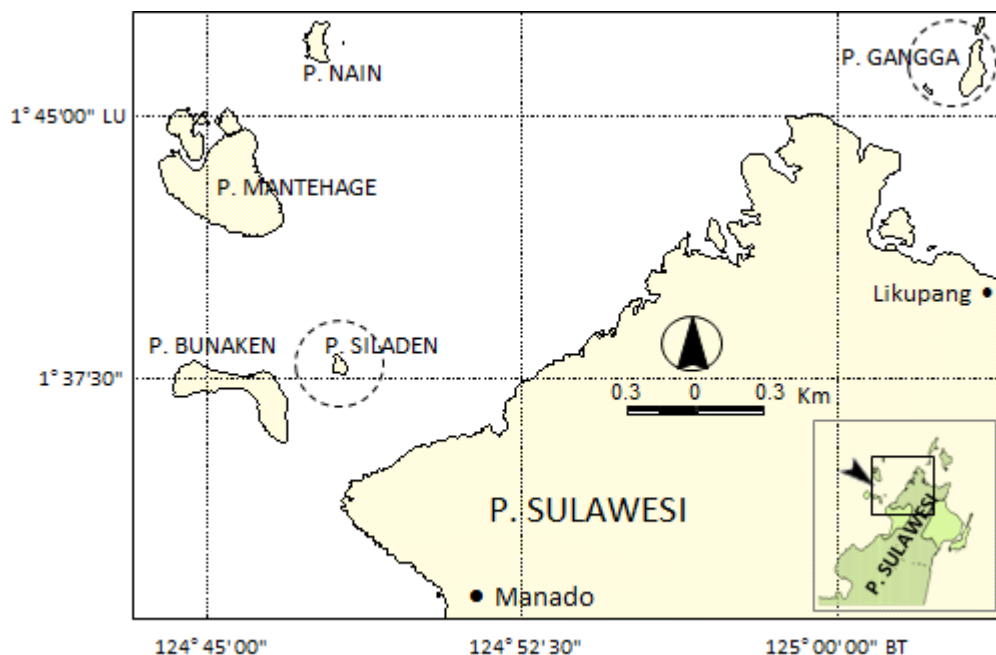
KESIMPULAN

Kadar fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen masih sesuai dengan nilai ambang batas (NAB) yang ditetapkan oleh KLH, 2004. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar nitrat di perairan pulau Gangga dengan pulau Siladen adalah berbeda sangat nyata, sedangkan kadar fosfat dan oksigen terlarut tidak berbeda nyata. Bervariasinya nilai fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di kedua perairan ini dipengaruhi oleh arus, pergerakan massa air, aktifitas plankton dan masukan dari daratan. Dari hasil pengukuran kadar fosfat, nitrat dan oksigen terlarut dapat disimpulkan bahwa nilai variasinya masih dalam kondisi relatif normal untuk kategori perairan pantai dan masih baik untuk kehidupan biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, E. D., 1999. Kondisi Fisika-Kimiawi Air Perairan Pantai Sekitar Tambak Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- APHA, AWWA, WEF, 2005. Standard method for the examination of water and wastewater, edition 21 : 4-153.
- Brotowidjoyo, D.M., D. Tribowo, Eko. M., 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air, Liberty, Yogyakarta.
- Connel, W.D. dan G. J. Miller, 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan, Penerbit Universitas Indonesia:520.
- Dai, C.F., 1991. Reef Environment and Coral Fauna of Southern Taiwan. Atoll Resources Bulletin 354:1
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Water Quality Criteria. Mid-Atlantic Integrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological Research Series Washington: 595 pp.
- Ferianita-Fachrul, M., H. Haeruman & L.C.Sitepu. 2005. Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.
- Hutagalung, H.P & A. Rozak. 1997. Metode Analisis air laut, sedimen dan biota. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Illahude, A.G. dan Liasaputra, 1980. Sebaran normal parameter hidrologi di Teluk Jakarta. *Dalam* : Teluk Jakarta. Penyajian fisika, kimia, biologi dan geologi (A. Nontji, A. Djamali, eds.). LON-LIPI : 1-40.
- Koesoebiono, 1981, Plankton dan Produktivitas Bahari, Fakultas Perikanan-Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lee, C.D, S.B. Wang, and C.L. Kuo, 1978. Benthic Macro Invertebrate and Fish as Biological Indicator of Water Quality, With Reference to Community Diversity Index In Onano, E. A. R., B.N. Lohani and Thanh. Water Pollution Control in Developing Countries. The Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Menteri Negara KLH, 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta, hal. 32.
- Muchtar, M dan Simanjuntak, 2008, Karakteristik dan Fluktuasi Zat

- Hara Fosfat, Nitrat dan Derajat Keasaman (pH) di estuary Cisadane pada Musim yang Berbeda, Dalam : kosistem Estuari Cisadane (Editor: Ruyitno, A. Syahailatua, M. Muchtar, Pramudji, Sulistijo dan T. Susana, LIPI: 139-148.
- 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.
- Prayitno, H.B., 2011. Kondisi trofik perairan Teluk Jakarta dan potensi terjadinya ledakan populasi alga berbahaya (habs). *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37(2): 247-262.
- Risamasu, F.J.L. dan Prayitno, H.B., 2011. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. Ilmu Kelautan UNDIP. Vol. 16 (3) : 135-142.
- Riva'i, R.S. dan Pertagunawan, K., 1983. Biologi Perikanan I, Penerbit CV. Kayago, Jakarta, 143 hal.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, Vol.XXX (3): 21 - 26.
- Sidjabat, 1976, Pengantar Oseanografi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Simanjuntak, M., 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 4, No. 2, FPIK-IPB. Hal. 290-303.
- Sutamiharja, R.T.M., 1987. Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor: 92 hal.
- US Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 1973). Water Quality Criteria 1972, EPA-R3-73-033-March 1973. p.177
- Wardoyo, S.T.H., 1982. Water Analysis Manual Tropical Aquatic Biology Program. Biotrop, SEAMEO. Bogor. 81 pp.
- Wattayakorn, G., 1988, Nutrient Cycling in estuarine. Paper presented in the Project on Research and its Application to Management of the Mangrove of Asia and Pasific, Ranong, Thailand: 17 pp.
- Ferianita-Fachrul, M., H. Haeruman & L.C.Sitepu. 2005. Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.



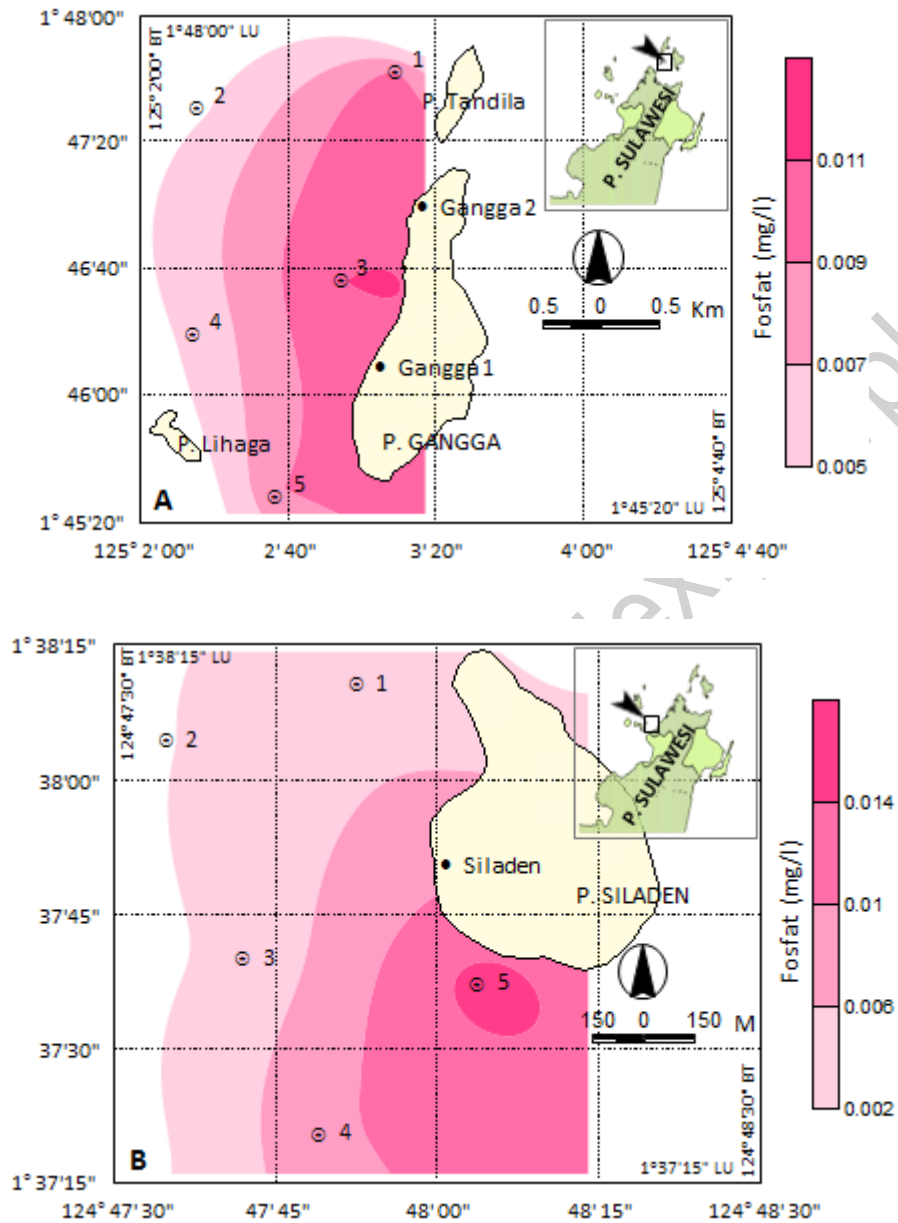
Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan P. Gangga dan P. Siladen, Sulawesi Utara.

Tabel 1. Nilai minimum, maksimum, rata-rata standar deviasi dan Koefisien variasi kadar fosfat, nitrat, dan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga (Mei 2011) dan pulau Siladen (Juli 2011).

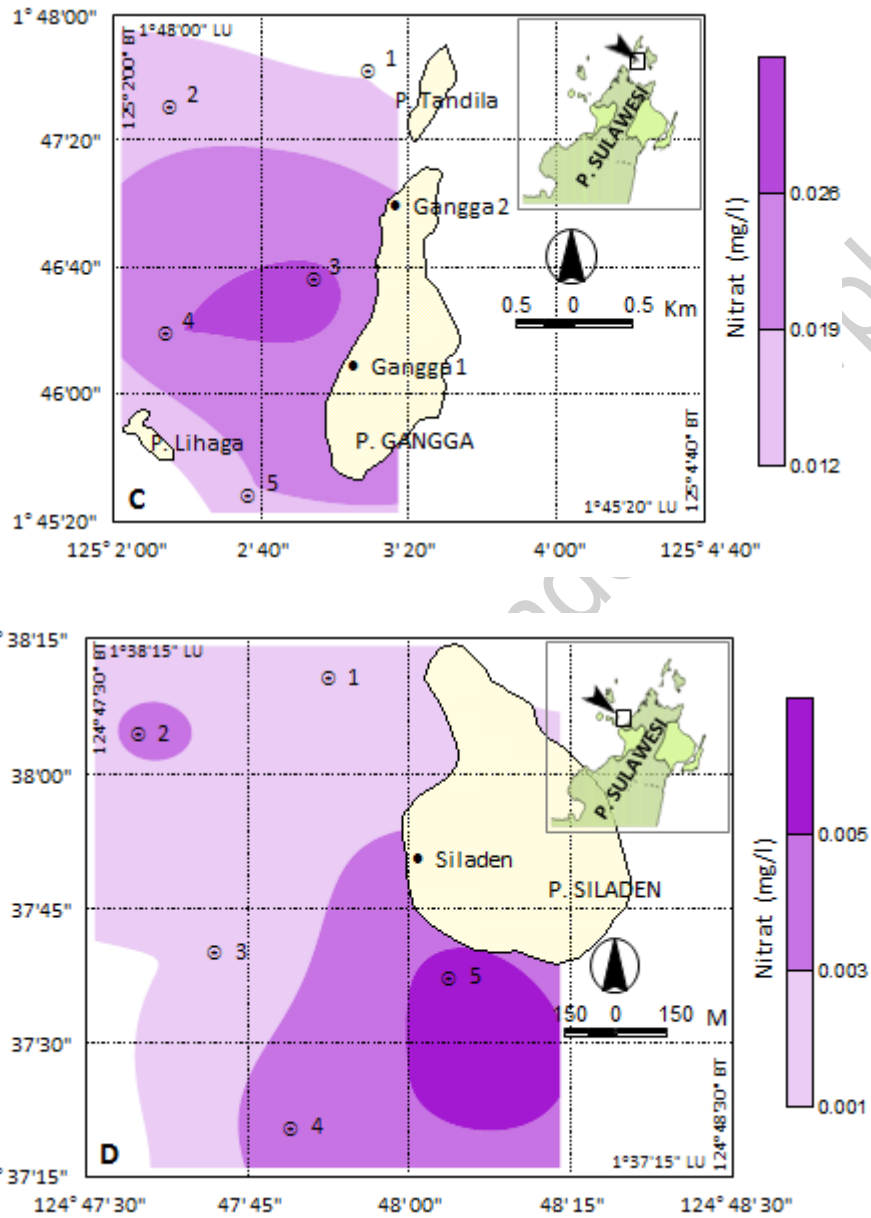
Parameter Nilai	Pulau Gangga (Mei 2011)			Pulau Siladen (Juli 2011)		
	PO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	DO (ppm)	PO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	DO (ppm)
Minimum	0,005	0,012	4,79	0,002	0,001	4,36
Maksimum	0,011	0,026	5,49	0,014	0,005	5,46
Rata-rata	0,008	0,020	5,05	0,007	0,003	4,83
Standar Deviasi	0,003	0,006	0,28	0,005	0,002	0,40
Koefisien Variasi (%)	31,57	30,21	5,59	74,69	52,70	8,32

Tabel 2. Analisa uji-t terhadap kadar fosfat, nitrat, dan oksigen terlarut di perairan pulau Gangga dan pulau Siladen.

Komponen	Sig. (2-tailed)	t-hit	df	t-tab	
				5 %	1 %
Fosfat Gangga - Siladen	0,538	0,643	4	2,776	4,604
Nitrat Gangga - Siladen	0,000	5,920	4	2,776	4,604
DO Gangga - Siladen	0,354	0,984	4	2,776	4,604



Gambar 2. Sebaran horizontal fosfat (mg/l) permukaan di perairan pulau Gangga (A), Mei, 2011 dan pulau Siladen (B), Juli 2011.

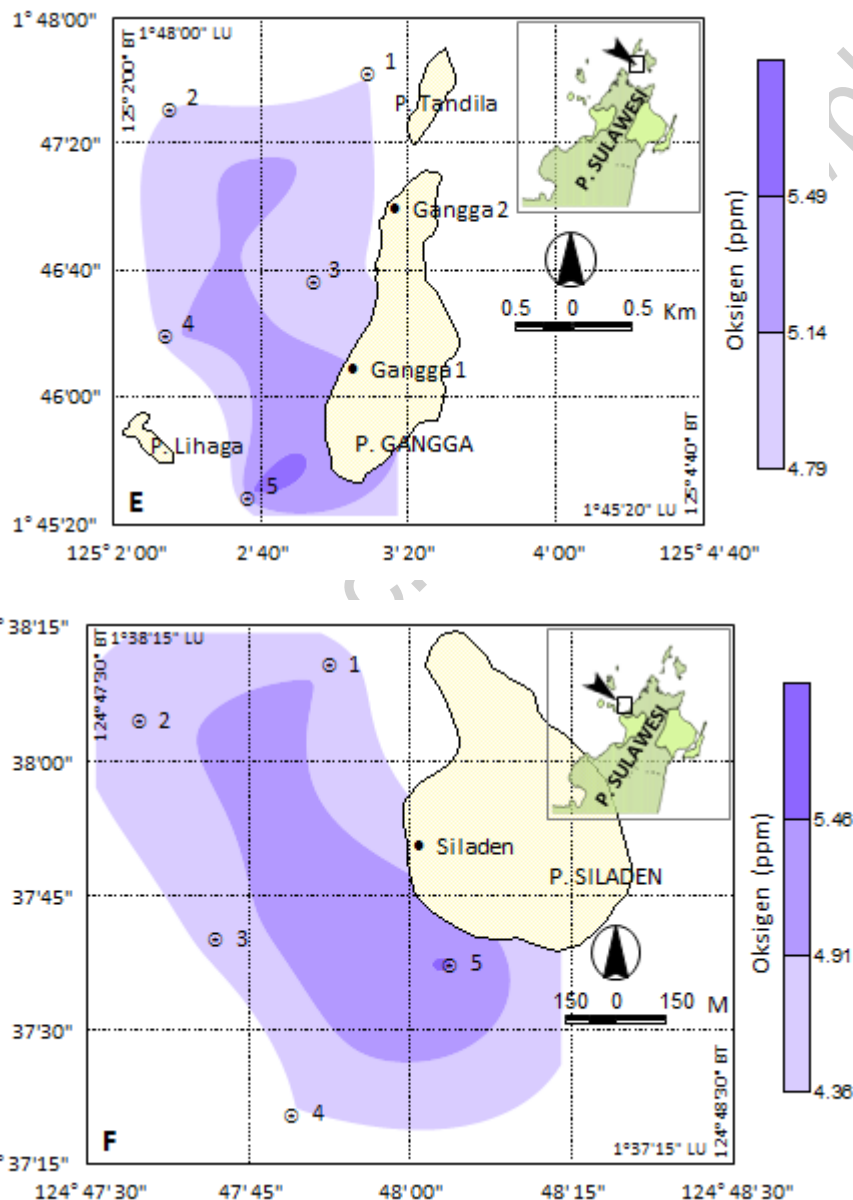


Gambar 3. Sebaran horizontal nitrat (mg/l) permukaan di perairan pulau Gangga (C), Mei, 2011 dan pulau Siladen (D), Juli 2011.

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Pencemaran berdasarkan kadar oksigen terlarut rata-rata di perairan P. Gangga dan P. Siladen.

No	Kadar oksigen terlarut		Kriteria	Kadar oksigen terlarut rata-rata	
	ppm	ml/l		P. Gangga	P. Siladen
1	> 6,5	> 4,55	Belum tercemar	-	-
2	4,5 - 6,5	3,15 - 4,55	Tercemar ringan	5,05 ± 0,28 ppm	4,83 ± 0,40 ppm.
3	2,4 - 4,4	1,68 - 3,08	Tercemar sedang	-	-
4	< 2	< 1,40	Tercemar berat	-	-

Sumber: Sutarnihardja (1987).



Gambar 4. Sebaran horizontal oksigen terlarut (ppm) permukaan di perairan pulau Gangga (E), Mei, 2011 dan pulau Siladen (F), Juli 2011.