

**HUBUNGAN KANDUNGAN NITRAT DAN FOSFAT DENGAN
KELIMPAHAN DIATOM DI PERAIRAN PANTAI PANIPAHAN
KABUPATEN ROKAN HILIR PROVINSI RIAU**

Oleh

**Yuke Constina¹⁾, Binal Amin²⁾, Joko Samiaji²⁾
Constinayuke@yahoo.co.id**

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2017 dengan menggunakan metode survei. 4 stasiun ditetapkan dengan 3X pengulangan pada setiap pengambilan sampel di stasiun. Dari hasil penelitian terungkap bahwa kandungan nitrat tertinggi perairan $0,457 \pm 0,2571$ mg/L dijumpai pada Stasiun II, sedangkan jumlah nitrat terendah $0,206 \pm 0,0115$ mg/L dijumpai pada Stasiun 4. Pada saat penelitian, spesies diatom panktonik yang paling banyak ditemukan yaitu *Isthmia* sp dan *Hemialus* sp. Dari analisa uji regresi linier menunjukkan hubungan kandungan nitrat, fosfat dan kelimpahan diatom sedang dengan ditunjukkan dengan persamaan matematis $Y = 4744,7 + 5080,8x$ ($R^2 = 0,1094$; $r = 0,330$). Dilihat dari nilai (r) nitrat (kesuburan sedang). Sedangkan fosfat persamaan matematis : $Y = 4767,2 + 9343x$ ($R^2 = 0,0611$; dan $r = 0,2471$). Dilihat dari nilai (r) fosfat (kesuburan lemah).

Kata Kunci: Nitrat, Fosfat, Kelimpahan Diatom, Perairan pantai Panipahan

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

**RELATIONSHIPS BETWEEN NITRATE AND PHOSPHATE
CONCENTRATIONS WITH DIATOM ABUNDANCE IN COASTAL
WATERS OF PANIPAHAN, ROKAN HILIR
THE PROVINCE OF RIAU**

By

Yuke Constina¹), Bintal Amin²), Joko Samiaji²)
Constinayuke@yahoo.co.id

ABSTRACT

This study was conducted in April 2017 by taking samples from four stations with three replications in each sampling station. The results of the study revealed that the highest nitrate concentrations in waters was $0,457 \pm 0,2571$ mg/L in Station 2, while the lowest nitrate concentration was $0,206 \pm 0,0115$ mg/L in Station 4. The most common planktonic diatoms species found were *Isthmia* sp and *Hemialus* sp. Linear regression analysis showed that the relationships of nitrate and phosphate concentrations with diatom abundance is shown as $Y = 4744,7 + 5080,8x$ ($R^2 = 0,1094$; $r = 0,330$) and $Y = 4767,2 + 9343x$ ($R^2 = 0,0611$ and $r = 0,2471$). Judging from the r value of those equation, the coastal waters of Panipahan can be categorized as having moderate (Nitrate) and weak (phosphate) fertility, respectively.

Keywords: Nitrate, Phosphate, Diatom Abundance, Panipahan Coastal Waters

1) Student Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Riau

2) Lecturer Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas of Riau

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir merupakan suatu kawasan yang dapat dikembangkan baik dari segi ekonomi, sosial dan lain - lain, namun perkembangan kawasan pesisir akan mendapat pengaruh terhadap lingkungan sekitar yang dapat menimbulkan gangguan pada ekosistem di lingkungan perairan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Perairan pantai Panipahan merupakan salah satu perairan yang terletak di Kabupaten Rokan Hilir. Perairan ini merupakan daerah pertemuan dua masa air yaitu masa air tawar dan masa air laut yang landai dan berlumpur dan disekitar bibir pantai tumbuh tumbuhan mangrove, sementara ke arah hulu sungai dipengaruhi oleh pemukiman yang padat penduduk.

Perairan pantai Panipahan memiliki sumberdaya hayati yang sangat potensial sehingga daerah ini sempat dijuluki daerah penghasil ikan dan udang, selain itu pertumbuhan penduduk dan meningkatnya berbagai aktivitas di daerah perairan laut Panipahan digunakan sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga, aktivitas perkotaan dan industri (Pabrik terasi) yang berpotensi menimbulkan pencemaran organik di perairan sekitar. Sehingga menurunkan kualitas perairan baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi nutrien di perairan.

Kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan dan karakteristik fisiologisnya. Parameter lingkungan yang menunjang pertumbuhan fitoplankton sangat kompleks dan saling berinteraksi antara faktor fisika - kimia perairan seperti intensitas cahaya, oksigen terlarut, stratifikasi suhu, dan ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor, sedangkan aspek biologi adalah adanya aktivitas pemangsa oleh hewan, mortalitas alami, dan dekomposisi (Goldman dan Horne, 2007).

Nitrat dan fosfat merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Peningkatan dan pertumbuhan populasi fitoplankton di perairan berhubungan dengan ketersediaan nutrien. Parameter nitrat dan fosfat memiliki peranan yang sangat besar dalam membedakan tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton di perairan menurut Hidayanni *et al.*, (2013) menambahkan kandungan nitrat dan fosfat akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kelimpahan diatom tingginya nilai nitrat dan fosfat dapat menyebabkan kelimpahan diatom juga meningkat. Keberadaan diatom di perairan sangat penting, dimana diatom sebagai produsen primer yang berperan dalam menyediakan oksigen dan sebagai sumber makanan bagi banyak organisme lain. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai "Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Diatom di

Perairan pantai Panipahan, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei terhadap 4 titik sampling dengan masing - masing 3 kali pengulangan pada tiap stasiun yang ditetapkan berdasarkan kondisi

perairan dan aktivitas antropogenik. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pasang menuju surut. 4 titik sampling yaitu stasiun 1 berada di pelabuhan, stasiun 2 di pemukiman penduduk, stasiun 3 di tambak kerang, dan stasiun 4 jauh dari pemukiman masing jarak perstasiun 500 meter.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel

Analisis pengukuran Nitrat (NO_3^-) dilakukan dengan menggunakan metode Brucine Sulfat. Pengukuran nitrat dilakukan dengan cara menyaring air sampel sebanyak 15 ml dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, kemudian ditambahkan larutan EDTA sebanyak 4 tetes lalu disaring dengan kolom Cd. Tambah dengan larutan naptil 10 tetes dan larutan sulfanilamid acid 10 tetes, dilihat perubahan dari bening menjadi warna merah muda, diaduk sampai merata dan diukur dengan menggunakan spektrofotometer

dengan panjang gelombang 543 nm (Alfosiana, 2012).

Analisis pengukuran fosfat dilakukan dengan cara menyaring sebanyak 12,5 ml menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, kemudian ditambah larutan ammonium molibdat sebanyak 10 tetes dan di tambah larutan SnCl_2 sebanyak 3 tetes, dilihat perubahan dari warna bening menjadi biru dan diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm (Alfosiana, 2012). Pengidentifikasiian diatom merujuk

pada buku identifikasi Yamaji. (1976) dan Davis (1995). Untuk perhitungan diatom pada setiap sampel dilakukan dengan merujuk kepada Lakey Drop Macrotransec Counting (LDMC) dari APHA (1992).

Pengukuran parameter oseanografi fisika-kimia Ghalib (2005) untuk parameter fisika dan Nedi (2004) untuk parameter kimia Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan pada masing-

masing titik sampling bersamaan dengan pengambilan sampel air pada saat pasang dan surut. Parameter yang diukur antara lain adalah suhu, pH, salinitas, kecerahan, serta kecepatan dan arah arus. Menurut Amin *et al.*, (2013) Hal ini menyebabkan arus yang bergerak dari arah barat laut dominan lebih cepat dari arah selatan. Perubahan dan pergerakan arus dapat disebabkan oleh pasang surut maupun pola angin dan iklim di suatu tempat.

Tabel 1. Nilai Parameter Kualitas Perairan dari Setiap Titik Sampling

Parameter	Titik Sampling			
	1	2	3	4
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30	33	31	30
pH	7	7	7	7
Salinitas (ppt)	21	21	22	22
Kecerahan (cm)	39,5	34,5	40,5	39,5
Kecepatan Arus (m/dtk)	0,7	0,7	0,6	0,6

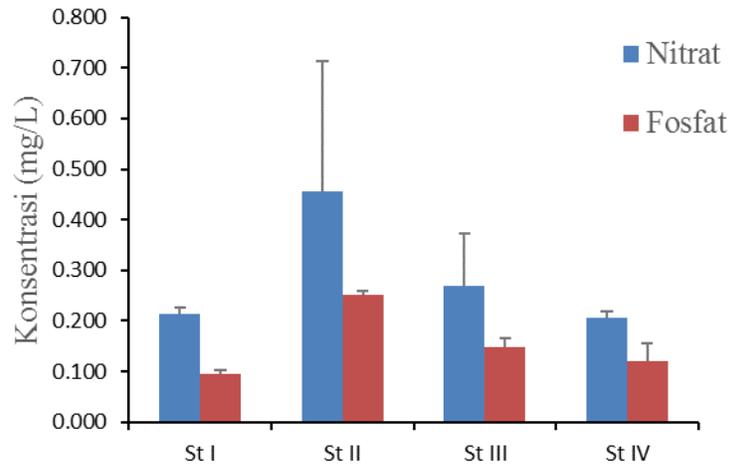
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur pada penelitian ini adalah suhu, pH, salinitas, kecepatan arus, dan kecerahan. Nilai pengukuran parameter kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel 1. Suhu 30 – 33 $^{\circ}\text{C}$, pH 7, salinitas 21 – 22 ppt, kecerahan 34,5 – 40,5 cm, kecepatan arus 0,6 – 0,7 m/det.

3.2. Kandungan Nitrat dan Fosfat

Kandungan unsur hara yang diukur dari penelitian ini adalah nitrat. Kandungan nutrisi merupakan zat yang diperlukan oleh organisme perairan terutama diatom dalam metabolisme tubuh. Pada penelitian ini kandungan unsur hara yang diukur adalah fosfat.



Gambar 2: Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Panipahan

Rata-rata kandungan konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada Stasiun II yaitu $0,457 \pm 0,2571$ mg/L dan rata-rata konsentrasi terendah terdapat pada Stasiun IV yaitu $0,206 \pm 0,0115$ mg/L.

Tingginya nilai konsentrasi nitrat pada Stasiun II diduga disebabkan karena stasiun ini berada di sekitar pemukiman penduduk yang banyak limbah masyarakat yang dibuang di perairan tersebut. Adanya aktivitas pemukiman yang dapat mengakibatkan masuknya bahan – bahan organik yang terbawa dalam limbah rumah tangga juga diduga menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi nitrat pada stasiun ini.

Menurut Sabri dan Hastono (*dalam* Tanjung., 2014) menyatakan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan nitrat $0,1-0,25$ mg/L disebut perairan oligotrofik (kesuburan lemah), $0,26-0,50$ mg/L

disebut perairan mesotrofik (kesuburan sedang) dan diatas $0,51-0,75$ mg/L disebut perairan eutrofik (kesuburan tinggi). Perairan pantai Panipahan dengan nilai $0,33$ mg/L maka tergolong pada perairan mesotrofik (kesuburan sedang).

Rata-rata konsentrasi fosfat tertinggi terdapat pada Stasiun II yaitu $0,251 \pm 0,007$ mg/L dan rata-rata konsentrasi terendah terdapat pada Stasiun I yaitu $0,095 \pm 0,006$ mg/L.

Menurut Sabri dan Hastono (*dalam* Tanjung., 2014) menyatakan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat Perairan pantai Panipahan dapat dikategorikan kedalam perairan dengan nilai $0,24$ mg/L maka tergolong pada perairan mesotrofik (kesuburan sedang).

Nitrat akan senantiasa diambil di lapisan permukaan selama proses

prodiktifitas primer, menurut Ulqory *et al.*, (2010). Sementara itu fosfat di perairan tinggi diduga karena pergerakan arus didasar perairan menyebabkan sedimen yang mengandung fosfat naik ke permukaan. Sebagaimana Adam (2013) mengatakan fosfor terbentuk di alam dalam bentuk ion fosfat (PO_4)³ ion fosfat dalam bebatuan.

3.3. Kelimpahan Diatom

Kelimpahan Diatom yang ditemukan di perairan pantai Panipahan Berdasarkan hasil pengamatan identifikasi yang telah dilakukan spesies yang ditemukan pada perairan pantai Panipahan terdapat 8 genus yaitu : *Bacillaria* sp, *Eucampia* sp, *Hemialus* sp, *Coscinodiscus wailessii*, *Isthmia* sp, *Leptocylindrus* sp, *Limophora* sp, *Rhizosolenia alata*.

Dominansi *Hemialus* sp dan *Isthmia* sp (Diatom) bersesuaian dengan pernyataan Raymond dan Arinardi *et al.*, (dalam Elvinurfajri, 2009) bahwa kelas fitoplankton yang sering di jumpai di laut dalam jumlah yang besar adalah kelas *Hemialus* sp dan *Isthmia* sp. Menurut Erlina (2006) diatom yang ditemukan pada stasiun mempunyai adaptasi yang tinggi dan ketahanan hidup pada berbagai kondisi perairan termasuk kondisi ekstrim pencemaran bahan organik serta ketahanan diatom dalam memanfaatkan nutrisi. Diatom yang dijumpai pada satu stasiun yaitu *Leptocylindrus* sp. Thoha dan Arif (2013) menyatakan, diatom yang dijumpai pada stasiun mempunyai

respon toleran yang rendah dan apabila terjadi perubahan lingkungan akan mematikan spesies diatom tersebut.

Rata-rata kelimpahan diatom tertinggi terdapat pada Stasiun III yaitu pada tambak kerang yaitu 8290 Sel/L dan kelimpahan diatom terendah terdapat pada stasiun I kawasan dekat dengan pelabuhan yaitu 4482 Sel/L.

Tingginya kelimpahan diatom sangat berpengaruh pada ketersediaan nutrisi, salinitas, suhu, dan pH. Stasiun III 8738,88 Sel/L dikategorikan perairan yang metotrofik dengan nilai konsentrasi nitrat 0,269 mg/L, fosfat 0,147 mg/L dengan salinitas 21-22 ppt dengan rata-rata 21,5 ppt, kecerahan mencapai 34,5–40,4 m dengan rata-rata 38,5 m, pH 7, dan suhu 30 – 36 °C dengan rata-rata 31,75 °C, kecepatan arus 0,6–0,7 m/det dengan rata-rata 0,65 m/det.

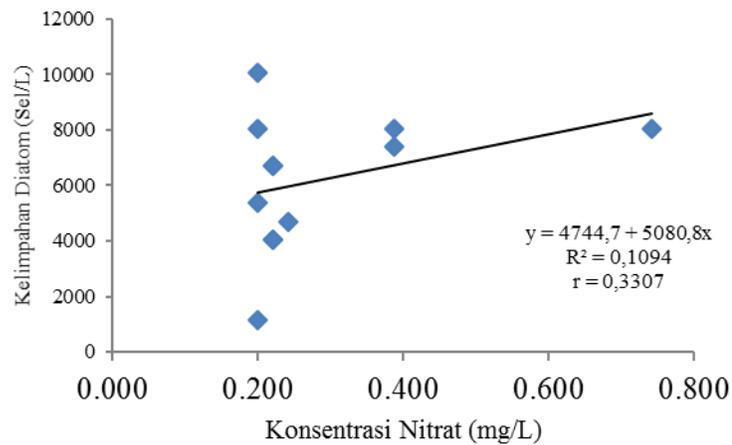
Parameter fisika dan kimia dapat mendukung kehidupan bagi diatom. Stasiun I memiliki jumlah kelimpahan diatom yang terendah dengan nilai konsentrasi nitrat 0,206 mg/L, fosfat 0,119 mg/L dengan salinitas 21 ppt dengan rata-rata 21,5 ppt, kecerahan mencapai 2,35 m dengan rata-rata 21,5 ppt, pH 7, dan suhu 30°C dengan rata-rata 31,75 °C, data tersebut menyatakan nutrisi dalam keadaan baik yaitu kesuburan sedang, akan tetapi Stasiun ini memiliki kecerahan kurang dari 3 m dan nilai pH 7 yang bersifat netral.

Kelimpahan diatom setiap Stasiun tidak terlalu bervariasi, hal ini didukung dari hasil perhitungan Uji ANOVA diperoleh F_{hit} 2,097 dan F_{tab}

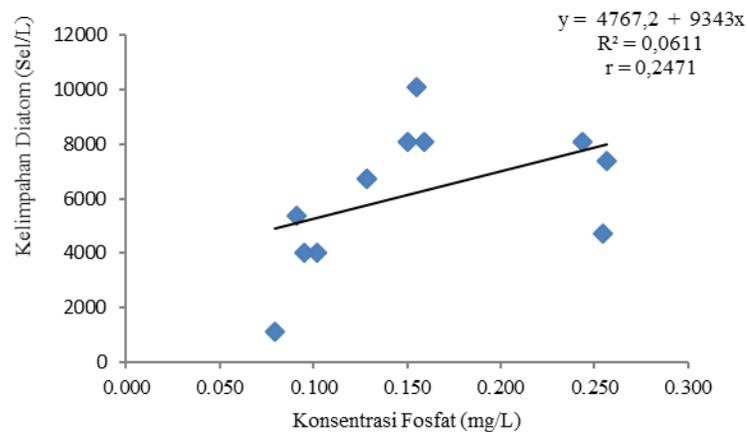
4,07 sehingga $F_{hit} < F_{tab}$ yang berarti data tidak berbeda nyata, sedangkan hasil perhitungan signifikannya diperoleh 0,141 dimana $p > 0,05$ sehingga kelimpahandiatom dapat dianggap menyebar secara merata meskipun diantara titik sampling tersebut terdapat perbedaan.

3.4. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Diatom.

Persamaan regresi linier sederhana yang digunakan dalam penelitian ini agar bisa mengetahui hubungan nutrisi berpengaruh atau tidaknya terhadap kelimpahan diatom. Hubungan konsentrasi nitrat dan fosfat dengan diatom dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3: Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Panipahan



Gambar 4: Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Panipahan

Hasil analisis regresi linier sederhana konsentrasi nitrat dengan kelimpahan diatom pada Gambar 3, menunjukkan bahwa hubungan konsentrasi nitrat dengan kelimpahan diatom memiliki hubungan positif dengan persamaan regresi $y = 4744,7 - 5080,8x$, dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,1094 dan $r = 0,3307$. Dilihat dari nilai (r) (kesuburan sedang). Hal ini sesuai dengan pendapat Sabri dan Hastono (*dalam* Tanjung., 2014) mengelompokkan jika nilai $r = 0,26 - 0,50$ disebut diperairan mesotrofik (kesuburan sedang). Nilai r menyatakan hubungan yang positif antara kandungan nitrat maka kelimpahan diatom diperairan pantai Panipahan juga akan meningkat. Dimana semakin tinggi jumlah diatom yang ditemukan maka akan semakin rendah nitrat yang ditemukan.

Hasil analisis regresi linier sederhana konsentrasi fosfat dengan kelimpahan diatom pada Gambar 4, menunjukkan bahwa hubungan konsentrasi fosfat dengan kelimpahan diatom memiliki hubungan negatif dengan persamaan regresi $y = 4767,2 + 9343x$, dengan nilai R^2 (Koefisien Determinasi) = 0,0611 dan $r = 0,2471$. Dilihat dari nilai (r) (kesuburan lemah). Hal ini sesuai dengan pendapat Sabri dan Hastono (*dalam* Tanjung., 2014) mengelompokkan jika nilai $r =$

0,01–0,20 disebut diperairan oligotrofik (kesuburan lemah).

Konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan diatom sama-sama memiliki hubungan yang negatif artinya dengan meningkatnya kandungan nitrat dan fosfat maka kelimpahan diatom di perairan akan menurun. Jika konsentrasi nitrat dan fosfat meningkat maka kelimpahan diatom juga akan meningkat dan sebaliknya, jika konsentrasi nitrat dan fosfat menurun maka kelimpahan diatom akan menurun, walaupun pengaruh yang diberikan hanya sedikit terhadap kelimpahan diatom.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hubungan konsentrasi Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Pantai Panipahan Nitrat tertinggi Stasiun (Pemukiman) II yaitu 0,457 dan terendah nitrat di Stasiun (Pelabuhan) I yaitu 0,206 mg/L. Konsentrasi nitrat termasuk kriteria perairan mesotrofik (kesuburan sedang). Sedangkan Fosfat tertinggi Stasiun (Pemukiman) II yaitu 0,251 mg/L dan fosfat terendah Stasiun (Pelabuhan) I yaitu 0,095 mg/L. Konsentrasi fosfat termasuk kriteria perairan oligotrofik (kesuburan lemah). Jumlah jenis diatom yang ditemukan pada seluruh stasiun adalah

8 spesies yaitu *Bacillaria* sp., *Coscinodiscus wailessii*, *Eucampia* sp., *Hemialus* sp., *Isthmia* sp., *Leptocylindrus* sp., *Limophora* sp., *Rhizosolenia* sp. Total kelimpahan diatom tertinggi Stasiun (Tambak Kerang) III yaitu 8290 Sel/L dan terendah Stasiun (Pelabuhan) I yaitu 4482 Sel/L.

Indeks keanekaragaman jenis (H') 1,712 – 2,483 menunjukkan bahwa keanekaragaman termasuk dalam kategori kestabilan komunitas yang sedang dan belum mengalami gangguan. Indeks dominansi diatom (C) 0,856 – 0,975. Nilai ini mendekati 1 maka ada jenis yang mendominasi pada suatu perairan tersebut yaitu *Isthmia* sp dan *Hemialus* sp. Indeks keseragaman diatom (E) 0,140–0,265. Berdasarkan nilai tersebut E mendekati 0 berarti keseragaman organisme diperairan tidak seimbang dan terjadi

persaingan dalam tempat maupun makanan.

Perlu dilakukan penelitian lanjut tentang kualitas perairan sekitar perairan pantai Panipahan dari bahan organik dan kelimpahan diatom sebagai indikator pencemaran dengan jangka waktu yang relatif lama dari penelitian sebelumnya agar didapatkan kondisi umum lokasi penelitian baik saat pasang maupun surut. Kepada segenap masyarakat beserta pemerintah setempat diharapkan untuk bersama-sama menjaga kondisi perairan agar kualitas perairan tetap terjaga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, S. 2013. Kandungan Unsur Fosfat dalam Air Laut. <http://sahryladam.blogspot.com/2013/05/kandungan-unsur-fosfatdalam-air-laut.html>. Diakses pada tanggal 24 Juni 2017 22.00 WIB.
- Alfosiana, A. R. 2012. Kajian Nitrat dan Fosfat di Daerah Estuari Sungai Remu Sorong. *Skripsi*. Fakultas Perternakan Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Negri Papua, Manokwari.
- Amin, B., Irvina Nurrachmi., I., Putri, E.D., dan Sandra Kiki. 2013. Hubungan Kandungan Minyak dan Nitrat dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Pantai Tanjung Uban Kepulauan Riau. *Pekanbaru. Jurnal Teknobiologi, IV(1) 2013: 15 – 22.*
- APHA.1992. Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water Washingtone DC. 769p.
- Elvinurfajri, F. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton serta Keterkaitannya dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tambak Udang Intensif. *[Skripsi]*.

- Dapertemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Erlina, A. 2006. Kualitas Perairan Di Sekitar Bbbpap Jepara Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Sebagai Landasan Operasional Pengembangan Budidaya udang Dan Ikan. Universitas Diponegoro Semarang.
- Ghalib, M. 2005. Oseanografi Fisika Deskriptif. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Faperika Press. Pekanbaru.
- Goldman, C. R. dan A. J. Home. 1983. Limnology. Mc Graw Hill International Book Company. Tokyo.
- Hidayanni, G., Mulyadi, A dan S.H. Siregar. 32013. Studi Diatom Epiphytic Sebagai Indikator Lingkungan Perairan Di Sekitar Sungai Kampar Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*.
- Nedi, S. 2004. Buku Penuntun Praktikum Oseanografi Kimia. FPIK UR.
- Tanjung, A. 2014. Rancangan Percobaan, Edisi Revisi. Diktat Kuliah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Thoha, H., Dan Arif, R. 2013. Kelimpahan Distribusi Spasial Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5 : (1): 145-161.
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, M. Syahdan dan Santoso. 2010. Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains* volume 13.
- Yamaji, I. 1976. *Illustration of the Marine Plankton of Japan* 8th ed. Hoikhusa Publissing Co. Ltd. Tokyo. 563 p.
- Yuliana, 2007. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton Dalam Kaitannya dengan Parameter Fisika-Kimia Perairan Danau Laguna Ternate, Maluku Utara, Available <http://www.scribd.com/> (20 Mei 2017).