

ANALISIS PENCEMARAN PERAIRAN SELAT AIR HITAM KEPULAUAN MERANTI, RIAU

Yusni Ikhwan Siregar

Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

Email: yusniikhwan@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai daerah pemekaran baru, pembangunan di segala sektor terutama di daerah pesisir pantai terus berkembang di Kabupaten Kepulauan Meranti. Sementara industri sagu sebagai ciri khasnya juga terus meningkat produktifitasnya. Kegiatan tersebut diatas ditengarai meningkatkan dan mempengaruhi beban pencemaran perairan selat semitertutup Selat Air Hitam. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kesuburan perairan dari unsur hara, nitrat, fosfat, silikat dan dikaitkan dengan kelimpahan komunitas diatom planktonic di perairan, yang selanjutnya sebagai indikator pencemaran perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi unsur hara nitrat, fosfat dan silikat terdeteksi berturut turut; berkisar (187,5 – 262,5) µg/l, (28,8 – 241,2) µg/l, (30,4 – 32,9) µg/l. Kelimpahan diatom planktonic berkisar 3200 – 3467 sel/L yang terdiri dari 9 genera. Ditinjau dari Indeks diversitas H Shannon-Wiener, indeks keseragaman dan indeks dominansi, perairan telah mengalami tekanan pada tingkat sedang, tetapi kondisi masih seimbang dan tidak ada jenis yang mendominasi. Kadar nitrat, fosfat dan silikat berkorelasi dengan kelimpahan diatom ($p > 0,05$) di perairan Selat Air Hitam, Meranti Riau.

Kata kunci: Pencemaran, nitrat, fosfat, silikat, diatom, Selat Air Hitam

PENDAHULUAN

Sejalan dengan pesatnya pembangunan multisektor di daerah pesisir kabupaten kepulauan Meranti Riau, ditengarai pada gilirannya akan berdampak pada ekosistem perairan pantai dan selat. Secara geografis kepulauan Meranti memiliki pulau (Merbau, Tebingtinggi, Ransang) yang wilayah perairan pantai berupa selat semi-tertutup (*semi enclosed system*) dimana secara oceanografis masa air pasang dan surut dari Selat Malaka mendominasi masa airnya. Kondisi perairannya Selat Malaka yang sudah dilaporkan memiliki beban pencemaran pada gilirannya akan berpengaruh pada ekosistem Selat Air Hitam. Stressor lingkungan ini akan bertambah dengan limbah domestik dari kawasan perkotaan dan industri sagu yang terus dikembangkan di Meranti.

Berkembangpesatnya aktivitas baik permukiman maupun industri diduga mempengaruhi dan menggeser keseimbangan ekosistem. Secara tidak langsung kerusakan ekosistem ini karena aktivitas di wilayah darat seperti aktivitas domestik dan aktivitas industri yang sarat dengan upaya pembangunan daerah. Pada gilirannya akan menyebabkan terjadinya perubahan dan pergeseran kondisi lingkungan sehingga dapat membuat ketidakstabilan suatu perairan. Pergeseran kondisi ini membuat terganggunya ekosistem diatom sebagai produsen primer di perairan.

Diatom merupakan mikroalga yang terdistribusi secara luas di seluruh lingkungan akuatik bahkan terdapat juga pada lingkungan darat, permukaan lembab di bebatuan dan

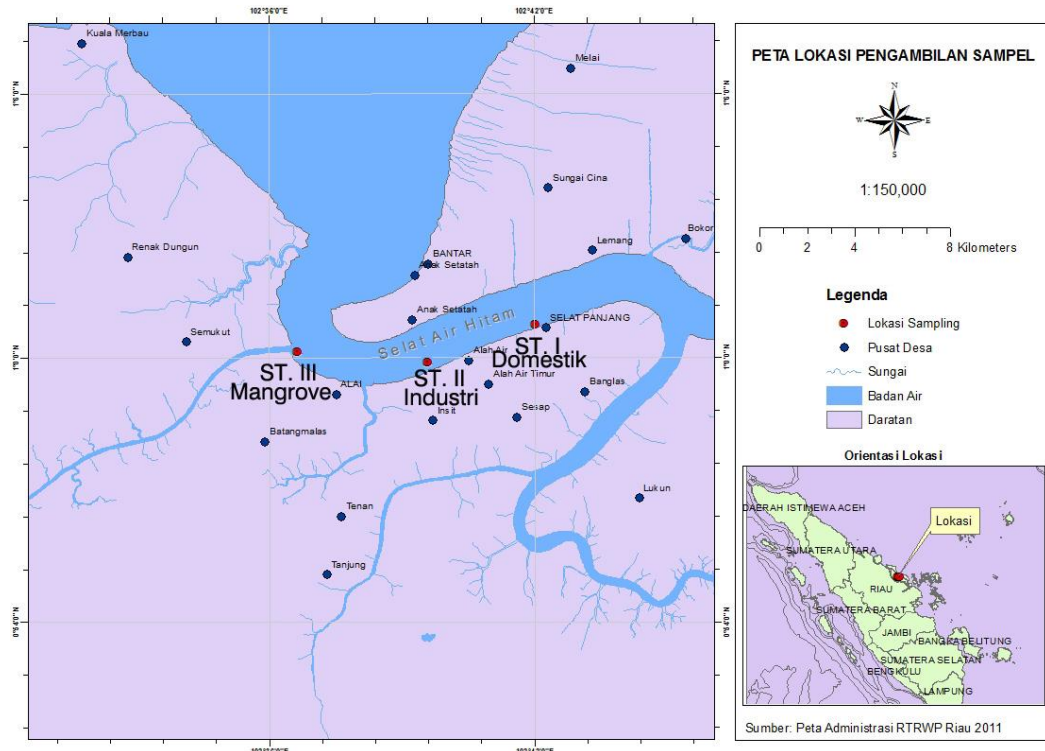
beberapa jenis tumbuh-tumbuhan (Arinardi et al., 1994). Diatom merupakan anggota mikroalga yang paling sering dijumpai di seluruh perairan laut, baik perairan pantai maupun perairan oseanik.

Aktivitas domestik di permukiman padat penduduk menghasilkan limbah rumah tangga maupun limbah pasar yang dapat masuk ke perairan akibat terbawa oleh air. Kondisi permukiman penduduk, umumnya di Kepulauan Meranti, adalah berada tidak jauh dari pinggir-pinggir sungai maupun pantai sehingga akibat limbah yang dihasilkan tersebut dapat dengan mudah masuk ke perairan dan dapat mempengaruhi kualitas perairan. Hal tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keberadaan diatom di perairan karena organisme ini memiliki respon yang bervariasi terhadap perubahan yang terjadi di perairan (Siregar et al., 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi nitrat, fosfat dan silikat yang dikaitkan dengan kelimpahan diatom planktonik pada perairan selat, hal mana dapat memberikan gambaran status dan evaluasi kondisi ekologis ekosistem perairan Selat Air Hitam.

BAHAN DAN METODE.

Penelitian berlokasi di perairan Selat Air Hitam (Gambar 1). Lokasi penelitian dan pengambilan sampel ditetapkan pada tiga stasiun secara purposif yang mewakili sumber variasi dari kawasan perkotaan (stasiun 1), industri (stasiun 2) dan kondisi alami (stasiun 3). Pada setiap stasiun terdapat 3 substasiun sebagai ulangan pengambilan contoh air untuk masing masing parameter nitrat, posfat dan silikat. Protokol yang sama juga dilakukan pada sampel air untuk analisis jenis dan kelimpahan diatom planktonik.



Gambar 1. Peta lokasi dan stasiun pengambilan sampel di perairan Selat Air Hitam Kepulauan Meranti, Riau

Analisis terhadap parameter kualitas perairan dan kelimpahan diatom planktonik dilakukan di Laboratorium Ekologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Riau, Pekanbaru. Sedangkan analisis laboratorium untuk mengukur konsentrasi nitrat, fosfat dan silikat dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.

Analisis nitrat, fosfat dan silikat dilakukan dengan metode spektrofotometer mengikuti (Strickland dan Parsons, 1972)

Sampel untuk analisis nitrat dilakukan dengan menambahkan pereduksi sebanyak 0,2 ml (larutan hidrazin sulfat dan cupri sulfat dengan perbandingan 1 : 1, kemudian dibiarkan selama satu malam. Keesokan harinya, larutan tersebut ditambahkan larutan aseton 0,4 ml dan larutan sulfanilamide 1,2 ml, selanjutnya ditambahkan naphthylenediamine 1,2 ml. Setelah 15 menit, dilihat hasilnya pada pembacaan spektrofotometer gelombang 543 nm (Strickland dan Parsons, 1972).

Analisis sampel fosfat dilakukan dengan mengambil sampel air sebanyak 12,5 ml, disaring menggunakan kertas saring Whatman No 42 dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Sampel ditambahkan combined reagent masing-masing 1,6 ml, yang terdiri dari campuran H₂SO₄ (10 ml), potassium antymonil tartat (PAT) sebanyak 1 ml, amonium molibdat (3 ml) dan asam ascorbat (6 ml). Kemudian larutan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pengamatan optik pada spektrofotometer gelombang 880 nm (Strickland dan Parsons, 1972).

Penentuan silikat terlarut didasarkan pada pembentukan asam silikomolibdik berwarna, ketika 20 ml sampel yang telah diasamkan dengan 0,8 ml asam oksalat dan 0,4 ml asam askorbik, yang kemudian dicampur dengan 0,8 mL larutan molibdat (asam sulfurik : amonium heptamolibdat dengan perbandingan 5:1). Silikat (SiO₄) diukur pada panjang gelombang 810 nm (Strickland dan Parsons, 1972).

Sedangkan untuk perhitungan diatom pada setiap sampel dilakukan dengan merujuk pada rumus *Lackey Drop Macrotransec Counting* (LMDC) dari APHA (1995) dengan rumus:

$$\text{Jumlah sel/liter} = \frac{T}{L} \times \frac{V_0}{V_1} \times \frac{1}{P} \times \frac{1}{W} \times N$$

Dimana:

- N : jumlah individu diatom yang ditemukan tiap preparat
- T : luas cover glass (484 mm²)
- L : luas lapang pandang mikroskop (1,082 mm²)
- V₀ : volume air sampel dalam botol sampel (50 ml)
- V₁ : volume air sampel di bawah cover glass (0,06 ml)
- P : jumlah lapang pandang yang diamati (12)
- W : volume air yang disaring (200 ml)

Analisis statistik menggunakan SPSS versi 21 dengan menggunakan Uji F ANOVA yang dilakukan terhadap komposisi dan jumlah diatom. Untuk menganalisis hubungan konsentrasi nitrat, fosfat, silikat terhadap kelimpahan diatom planktonik digunakan analisis regresi linier berganda (Sudjana, 2009) dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5$$

Dimana:

- Y = kelimpahan diatom planktonik (sel/l)
- a dan b = konstanta
- X = konsentrasi nitrat, fosfat, silikat, TSS, BOD (mg/l) \

HASIL DAN PEMBAHASAN

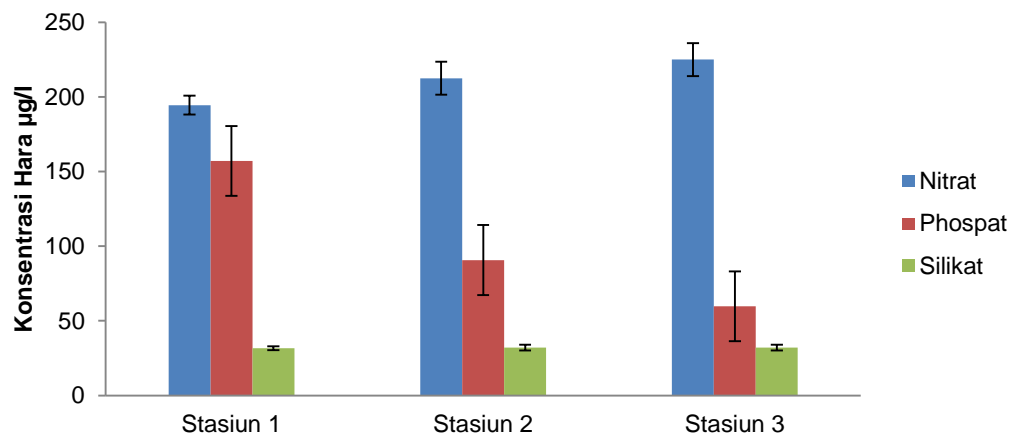
Kandungan unsur hara nitrat, posfat dan silikat disajikan pada Tabel 1. Kadar nitrat, posfat dan silikat tercatat berturut turut berkisar (0,1875 – 0,2625) mg/l, (0,0288 – 0,2412 mg/l) dan (0,0304 – 0,0329 mg/l).

Tabel 1. Kandungan nitrat, phospat dan silikat di perairan Selat Air Hitam menurut Stasiun pengamatan

| Stasiun | Titik Lokasi | Konsentrasi (mg/l) | | | | | |
|---------|--------------|--------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | | Nitrat | | Phospat | | Silikat | |
| | | Nilai | Rata-rata | Nilai | Rata-rata | Nilai | Rata-rata |
| ST. I | 1 | 0,1875 | | 0,2013 | | 0,0329 | |
| | 2 | 0,1958 | 0,194433 | 0,0288 | 0,157100 | 0,0316 | 0,031633 |
| | 3 | 0,2000 | | 0,2412 | | 0,0304 | |
| ST. II | 1 | 0,2250 | | 0,0376 | | 0,0316 | |
| | 2 | 0,2042 | 0,212500 | 0,0509 | 0,090700 | 0,0342 | 0,032067 |
| | 3 | 0,2083 | | 0,1836 | | 0,0304 | |
| ST. III | 1 | 0,2000 | | 0,0863 | | 0,0342 | |
| | 2 | 0,2125 | 0,225000 | 0,0420 | 0,059733 | 0,0304 | 0,032067 |
| | 3 | 0,2625 | | 0,0509 | | 0,0316 | |

Sumber: Data Primer, 2015

Dari Tabel 1 muncul bahwa unsur hara nitrat lebih tinggi dari posfat yang mencirikan bahwa ekosistem daratan air daratan berpengaruh. Grafik histogram data pada Tabel 1 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram kandungan nitrat, phospat dan silikat perairan Selat Air Hitam pada masing-masing stasiun.

Diatom planktonik yang ditemukan di perairan Selat Air Hitam tergolong pada 2 (dua) ordo, yaitu *Pennales* dan *Centrales* terdiri dari 9 genera, yaitu *Asterionella* sp., *Actinocyclus* sp., *Cocconeis* sp., *Diatomae* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Thalassiosira* sp. dan *Triceratium* sp. (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi diatom planktonik yang ditemukan di perairan Selat Air Hitam

| Kelas | Ordo | Famili | Genera |
|--------------------------|-----------|-------------------|--------------------------|
| <i>Bacillariophyceae</i> | Pennales | Diatomaceae | <i>Asterionella</i> sp. |
| | Centrales | Eupodiscaceae | <i>Actinocyclus</i> sp. |
| | Pennales | Achnanthaceae | <i>Cocconeis</i> sp. |
| | Pennales | Diatomaceae | <i>Diatomae</i> sp. |
| | Pennales | Naviculaceae | <i>Navicula</i> sp. |
| | Pennales | Nitzschiaceae | <i>Nitzschia</i> sp. |
| | Pennales | Naviculaceae | <i>Pleurosigma</i> sp. |
| | Centrales | Thalassiosiraceae | <i>Thalassiosira</i> sp. |
| | Centrales | Biddulphiaceae | <i>Triceratium</i> sp. |

Sumber: Data Primer, 2015

Komposisi genera diatom planktonik yang ditemukan di perairan Selat Air Hitam memiliki jumlah yang berbeda-beda pada masing-masing lokasi pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, beberapa genera yang ditemukan hampir pada semua lokasi pengamatan, yaitu *Nitzschia* sp. dan *Thalassiosira* sp. Sedangkan *Cocconeis* sp. hanya ditemukan pada satu lokasi pengamatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi jenis diatom planktonik yang ditemukan di perairan Selat Air Hitam

| Genus | Stasiun I | | | Stasiun II | | | Stasiun III | | |
|--------------------------|-----------|---------|---------|------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 |
| <i>Asterionella</i> sp. | x | x | x | x | - | - | - | x | x |
| <i>Actinocyclus</i> sp. | x | x | x | - | x | X | - | - | x |
| <i>Cocconeis</i> sp. | - | - | - | - | - | X | - | - | - |
| <i>Diatomae</i> sp. | x | - | x | - | - | - | x | - | - |
| <i>Navicula</i> sp. | - | x | - | x | - | X | - | - | - |
| <i>Nitzschia</i> sp. | - | x | x | x | x | X | x | x | x |
| <i>Pleurosigma</i> sp. | x | - | - | - | - | - | x | x | x |
| <i>Thalassiosira</i> sp. | x | x | x | x | x | X | x | - | x |
| <i>Triceratium</i> sp. | - | - | - | - | x | - | - | x | - |
| Komposisi | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 |

Sumber: Data Primer, 2015

Keterangan: x : ditemukan - : absen

Kelimpahan diatom di suatu perairan bersifat dinamis karena adanya pengaruh perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Tak terkecuali yang terjadi di perairan Selat Air Hitam Kabupaten Kepulauan Meranti. Secara keseluruhan kelimpahan diatom planktonik di Selat Air Hitam ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelimpahan diatom planktonik di perairan Selat Air Hitam

| Stasiun | Kelimpahan Diatom (sel/l) | |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | Nilai Kelimpahan | Rata-rata ± Standar Deviasi |
| Stasiun I | | |
| • Titik 1 | 2800 | 3200 ±400 |
| • Titik 2 | 3200 | |
| • Titik 3 | 3600 | |
| Stasiun II | | |
| • Titik 1 | 2800 | 3467 ±611 |
| • Titik 2 | 3600 | |
| • Titik 3 | 4000 | |
| Stasiun III | | |
| • Titik 1 | 3600 | 3200 ±693 |
| • Titik 2 | 2400 | |
| • Titik 3 | 3600 | |

Sumber: Data Primer, 2015

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kelimpahan diatom pada setiap stasiun dan lokasi pengamatan bervariasi. Kelimpahan rata-rata diatom planktonik menurut stasiun berkisar 3200-3467 sel/l, dengan kelimpahan tertinggi terdapat pada Stasiun 2.

Konsentrasi nitrat dan kelimpahan diatom planktonik di perairan Selat Air Hitam ini melalui analisis regresi linier sederhana menunjukkan korelasi positif dengan persamaan linier ($Y = 2268,516 + 2810,736X$), koefisien determinasi ($R^2 = 0,009$) dan koefisien korelasi ($r = 0,097$). Dari persamaan regresi linier sederhana tersebut diketahui bahwa hubungan kelimpahan diatom planktonik dengan konsentrasi nitrat di perairan Selat Air Hitam adalah berbanding lurus, artinya meningkatnya konsentrasi nitrat di perairan tersebut maka kelimpahan diatom akan meningkat. Nilai koefisien korelasi ($r = 0,097$) menunjukkan hubungan yang lemah.

Konsentrasi fosfat dan kelimpahan diatom planktonik di perairan ini melalui analisis regresi linier sederhana menunjukkan korelasi positif dengan persamaan linier ($Y = 1979,809 + 3085,848X$), koefisien determinasi ($R^2 = 0,098$) dan koefisien korelasi ($r = 0,313$). Dari persamaan regresi linier sederhana tersebut diketahui bahwa hubungan kelimpahan diatom planktonik dengan konsentrasi fosfat di perairan Selat Air Hitam adalah berbanding lurus, artinya meningkatnya konsentrasi fosfat di perairan tersebut maka kelimpahan diatom akan meningkat. Nilai koefisien korelasi ($r = 0,313$) menunjukkan hubungan yang sangat sedang.

Konsentrasi silikat dan kelimpahan diatom planktonik di perairan ini melalui analisis regresi linier sederhana menunjukkan korelasi positif dengan persamaan linier ($Y = 23404,255 + 2542,553X$), koefisien determinasi ($R^2 = 0,005$) dan koefisien korelasi ($r = 0,073$). Dari persamaan tersebut diketahui bahwa hubungan kelimpahan diatom planktonik dengan konsentrasi silikat di perairan Selat Air Hitam adalah berbanding lurus, artinya meningkatnya konsentrasi silikat di perairan tersebut maka kelimpahan diatom akan meningkat. Nilai koefisien korelasi ($r = 0,073$) menunjukkan hubungan yang lemah.

Perbandingan kandungan hara dan kelimpahan diatom perairan Selat Air Hitam dengan beberapa penelitian lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan kandungan hara dan kelimpahan diatom perairan Selat Air Hitam dengan beberapa penelitian lain

| Lokasi | Kandungan Hara Rata-rata ($\mu\text{g/l}$) | | | Kelimpahan Diatom (sel/l) | Referensi |
|--------------------------|--|---------|---------|--------------------------------------|--------------------|
| | Nitrat | Phospat | Silikat | | |
| Perairan Banggai | 11,08 | 0,65 | 14,90 | - | Simanjuntak (2012) |
| Perairan Pulau Topang | 192,50 | 86,25 | - | 1029,00 | Roito (2014) |
| Perairan Selat Air Hitam | 210,33 | 102,67 | 32,00 | 3289,00 | Tampubolon (2015)* |

*) Penelitian ini

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya, kandungan hara (nitrat, fosfat, silikat) perairan Selat Air Hitam lebih tinggi. Begitu pula dengan kelimpahan diatom perairan Selat Air Hitam masih lebih tinggi dibandingkan dengan kelimpahan diatom di daerah lainnya. Tingginya konsentrasi zat hara di perairan ini dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya dimungkinkan karena pengaruh antropogenik.

Menurut Muchtar (2012) bahwa tingginya konsentrasi zat hara (nitrat, fosfat dan silikat) di perairan dapat disebabkan tingginya pengaruh daratan yang banyak mensuplai zat organik dari limbah antropogenik seperti aktivitas rumah tangga, permukiman, pertanian dan peternakan.

Kelimpahan diatom planktonik yang juga lebih besar dari perairan ini dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya dimungkinkan karena pengaruh tingginya nitrat yang masuk ke perairan. Menurut Isnaini *et. al.* (2014) bahwa tingginya kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dapat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi terutama nitrat yang berasal dari aktivitas di daratan.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. Water Environment Federation, Washington DC. 769 p.
- Arinardi, O.H., Trimaningsih dan Sudirdjo, 1994. Pengantar tentang Plankton serta Kisaran Kelimpahan dan Plankton Predominan di Sekitar Pulau Jawa dan Bali. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Arinardi, O.H., Sutomo A.B., Yusuf, S.A., Trimaningsih, Asnaryanti, E. dan Riyono, S.H., 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Basmi, J., 1988. Perkembangan Komunitas Fitoplankton sebagai Indikator Perubahan Tingkat Kesuburan Kualitas Perairan. Makalah Pelengkap Mata Ajaran Manajemen Kualitas Air. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Davis, C.C., 1995. The Marine and Fresh Water Plankton. Associated Professor of Biology Western Reserve University: Michigan State University Press. 539 p.
- Diniya, A. 2013. Komparasi Keragaman dan Kelimpahan Diatom di Kawasan Perairan Bagan Siapiapi dan Bengkalis, Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. (tidak dipublikasikan).

- Durr, H. H., M. Meybeck, J. Hartmann, G. G. Laruelle, dan V. Roubex., 2011. Global Spatial Distribution of Natural Riverine Silica Inputs to the Coastal Zone. *Biogeosciences*, 8 : 597-620.
- Hasibuan, O. J., 2008. Struktur Komunitas Diatom Epilitik (Bacillariophyceae) pada Lambung Kapal di Perairan Dumai, Provinsi Riau. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru. (tidak dipublikasikan).
- Hasrun, L. O., M. Kasim dan Salwiyah, 2013. Studi Biodiversitas Diatom Bentik pada Areal Mangrove di Perairan Kecamatan Kolono Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 2 (6) : 35-47.
- Isnaini, H. Surbakti dan R. Aryawati, 2014. Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Sekitar Pulau Maspari Ogan Komering Hilir. *Maspari Journal*, 6 (1) : 39-45.
- Karim, A.A., A. Pei-Lang, D.M.A. Manan dan I.S.M. Zaidul, 2008. Starch from The Sago (Metroxylon sago) Palm Tree-Properties, Prospects and Challenges as a New Industrial Source for Food and Other Uses. *Food Sci. and Food Saf.*, 7 : 215-228.
- Pakpahan, L. S., 2013. Konsentrasi Nitrat dan Fosfat serta Kelimpahan Diatom di Perairan Bekas Pertambangan Timah Kelurahan Sungai Lakam Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru. (tidak dipublikasikan).
- Pamungkas, N. A., 2011. Perkembangan Fitoplankton Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. 39 (1) : 79-90.
- Papush, L., dan A. Danielson., 2006. Silicon in the Marine Environment: Dissolved Silica Trends in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67 : 53-66.
- Pei-Lang, A.T., A.M.D. Mohamed dan A.A. Karim, 2006. Sago Starch and Composition of Associated Components in Palms of Different Growth Stages. *Carbohydrate Polymers*, 63: 283-286.
- Phang S.M., M.S. Miah, B.G. Yeoh dan M.A. Hashim, 2000. Spirulina Cultivation in Digested Sago Starch Factory Wastewater. *Jurnal. Application. Phycology*. 12 : 395-400.
- Praseno, D. P. dan Sugestiningih. 2000. Red Tide di Perairan Indonesia. P30 LIPI, 2-34.
- Rahmawati, A. A. dan R. Azizah, 2005. Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2 (1) : 97-110.
- Risamasu, F.J.L dan H.B. Prayitno, 2011. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat, dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16 (3) : 135-142.
- Roito, M., 2014. Analisis Struktur Diatom Planktonik di Perairan Pulau Topang Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru. (tidak dipublikasikan).
- Widianingsih, K.S., R. Hartati dan S.Y Wulandari, 2011. Komposisi Jenis dan Kelimpahan Diatom Bentik di Muara Sungai Comai Baru Pemalang. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16 (1) : 16-23.
- Wijaya, H. K., 2009. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Winata, I. N. A, A. Siswoyo dan T. Mulyono, 2000. Perbandingan Kandungan P dan N Total dalam Air Sungai di Lingkungan Perkebunan dan Persawahan. *Jurnal Ilmu Dasar*, 6 (1) : 34-42.
- Yamaji, I. 1976. *Illustration of Marine Plankton*. Hoikusha Publishing Co. Ltd, Japan. 371 p.