

KUALITAS PERAIRAN MUARA SUNGAI SIAK DITINJAU DARI PARAMETER FISIK-KIMIA DAN ORGANISME PLANKTON

Adnan Kasry¹⁾ dan Nur El Fajri¹⁾

Diterima : 3 Mei 2012 Disetujui: 25 Mei 2012

ABSTRACT

This research was conducted on August until October 2011 at estuary of Siak River, Riau province. Aimed of this research to mesuered water quality at estuary of Siak river. Physically, have low water transparency and have high total solid (TSS), so that have influence to pH and low of water productivity.

Keywords: *Siak River, Physical, Chemical, Plankton*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perairan umum adalah perairan di permukaan bumi yang secara permanen atau berkala digenangi oleh air, baik air tawar, air payau, maupun air laut, mulai dari garis pasang terendah ke arah daratan dan air tersebut terbentuk secara alami maupun buatan. Perairan umum tersebut diantaranya adalah perairan sungai, danau, waduk, rawa dan genangan air lainnya (UU No.7/2004 tentang Sumberdaya Air). Sekitar 75% dari permukaan bumi ditutupi perairan, terutama perairan asin. Sedangkan sisanya adalah perairan tawar dan perairan payau. Ekologi perairan adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup yang ada dalam perairan dengan lingkungan perairan tersebut. Air merupakan kebutuhan mutlak bagi makhluk hidup, termasuk plankton, benthos dan nekton.

Perikanan dapat dipandang sebagai sesuatu yang tersusun dari tiga unit yang saling mempengaruhi

yaitu biota, habitat dan manusia (Aziz, 1989). Biota meliputi tumbuh-tumbuhan dan hewan yang termasuk ke dalam perikanan. Biota ini antara lain meliputi semua ikan, plankton, benthos, moluska, krustacea, dan reptilia. Habitat adalah komponen fisik dan semua faktor yang saling mempengaruhi seperti kualitas air, substrat, morfometri dan geografi perikanan. Komponen ketiga adalah manusia yang meliputi semua pemakaian dan manipulasi sumberdaya yang dapat diperbaharui sebagai akibat kegiatan manusia. Pengaruh manusia terhadap habitat dan biota dapat disebabkan oleh pemancingan untuk rekreasi, penangkapan ikan secara komersial, kegiatan-kegiatan industri, pertanian dan domestik.

Muara Sungai Siak yang terletak di Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau merupakan percampuran air tawar dengan air asin (ekoton). Maka dari itu, habitat muara merupakan salah satu tempat perkembangbiakan dan pertumbuhan serta perkembangan organisme-organisme bersifat payau di muara Sungai Siak ini. Unsur-unsur organismenya tersusun dari

¹⁾ Staf Pengajar di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru

organisme perairan tawar, perairan asin yang kemudian membentuk organisme khas muara.

Perairan Sungai Siak merupakan salah satu perairan sungai terbesar di Riau yang memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung aktivitas masyarakat dan industri di Riau. Berbagai aktivitas di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak dapat menghasilkan berbagai macam bahan pencemar (limbah), baik organik maupun anorganik yang secara langsung maupun tidak langsung masuk ke perairan sungai dan terakumulasi di muara sungai. Beban pencemaran yang berasal dari aktivitas masyarakat dan industri tersebut dapat menimbulkan dampak pencemaran yang serius di perairan muara Sungai Siak. Hal ini akan sangat mengancam kehidupan dan keanekaragaman organisme akuatik.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan di sepanjang perairan sungai Siak, perairan Sungai Siak telah mengalami peningkatan kekeruhan, padatan tersuspensi, kadar nitrat, nitrit, amoniak, DDT, BOD, COD, minyak dan lemak, sulfat, sulfida, ortofosfat, dan logam berat. Sedangkan parameter pH air dan kandungan oksigen terlarut mengalami penurunan yang nilainya tidak lagi sesuai dengan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 (KLH, 2004; RPL DAS Siak, 2007).

Sebagai bio-indikator kualitas perairan DAS Siak, ditemukan tidak kurang dari 10 jenis hewan bentos dengan variasi antar stasiun pengamatan 2-3 jenis dengan kelimpahan 57 – 179 individu/m². Bentos yang ditemukan tergolong dalam lima klas, yaitu klas

Olygochaeta, *Pelecypoda*, *Nemertea*, *Polychaeta* dan klas *Diptera*. Indeks keanekaragaman jenis bentos berkisar 0,811 – 1,000 dan indeks dominasi berkisar 0,493 – 0,647. Nilai – nilai tersebut menunjukkan bahwa perairan sungai Siak telah mengalami penurunan kualitas air (RPL DAS Siak, 2007).

Pencemaran Sungai Siak diduga kuat berasal dari kegiatan domestik, industri, pertanian atau perkebunan. Hal ini sejalan dengan pendapat Haslan (1992) yang menyatakan beberapa jenis aktivitas utama yang menimbulkan pencemaran sungai antara lain : (1) kegiatan domestik, (2) kegiatan industri dan (3) kegiatan pertanian; terutama akibat penambahan pupuk dan pembasmi hama, dimana senyawa-senyawa yang terdapat di dalamnya tidak mudah terurai walaupun dalam jumlah yang sedikit, tetapi justru aktif pada konsentrasi yang rendah. Selain itu, aktivitas yang berlangsung dalam perairan sendiri seperti kegiatan transportasi, pengerukan sungai, abrasi tebing sungai, dan lain-lain, juga menimbulkan pencemaran perairan sungai, yang akan mempengaruhi kondisi ekologisnya.

Keberadaan bahan pencemar tersebut menyebabkan penurunan kualitas perairan muara, karena adanya akumulasi bahan-bahan pencemar yang bersumber dari aliran Sungai Siak ke muara (esturia). Hal ini dikhawatirkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih parah terhadap ekosistem muara Sungai Siak diantaranya adalah penurunan kualitas perairan muara Sungai Siak yang tidak sesuai lagi dengan peruntukannya (sumber air baku air minum dan perikanan), serta hilangnya keanekaragaman hayati

khususnya spesies asli/endemic muara Sungai Siak. Dampak yang timbul tidak hanya dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis tetapi juga dapat merugikan secara ekologis berupa penurunan produktivitas hayati perairan dan keanekaragaman sumberdaya hayati. Hanya saja informasi mengenai aspek ekologis perairan muara Sungai Siak masih kurang, sehingga diperlukan suatu kajian untuk mengetahui aspek abiotik (parameter fisika dan kimia air) dan biotik (organisme plankton dan benthos) perairan muara Sungai Siak.

Perumusan Masalah

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa penurunan kualitas perairan Sungai Siak yang akan berdampak terhadap ekologi perairan muara Sungai Siak akibat adanya akumulasi bahan-bahan pencemar dari limbah aktivitas masyarakat, pertanian/perkebunan dan industri di sepanjang DAS Siak. Hal ini merupakan masalah yang perlu segera ditangani secara serius dan sistematis agar tidak meluas dan semakin parah dikemudian hari. Sehingga dengan demikian dirasa perlu mengkaji aspek-aspek ekologi muara Sungai Siak yang meliputi parameter fisika, kimia dan biota perairan muara Sungai Siak. Kajian aspek-aspek ini di muara Sungai Siak masih kurang intensif karena selama ini penekanan penelitian lebih difokuskan pada perairan sungainya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengumpulkan data dan informasi kondisi fisika dan kimia perairan muara Sungai Siak.

- Melakukan identifikasi dan menghitung kelimpahan organisme plankton (fitoplankton dan zooplankton) di muara Sungai Siak.
- Mengetahui kondisi perairan muara Sungai Siak berdasarkan parameter fisik-kimia dan plankton.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi fundamental bagi pihak-pihak yang berkaitan dalam menentukan kebijakan pemanfaatan maupun pengelolaan perairan muara Sungai Siak. Secara khusus untuk menentukan kebijakan pemanfaatan ruang dan jenis kegiatan di DAS Siak dan kawasan sekitar muaranya.

Informasi tentang ekologi perairan muara Sungai Siak merupakan suatu hal yang penting, khususnya bagi masyarakat yang menggantungkan kehidupannya dari sumberdaya estuari Sungai Siak. Bagi pemerintah daerah, informasi ini sebagai bahan pertimbangan dalam memformulasikan kebijakan pengendalian, pemanfaatan DAS dan ekosistem muara Sungai Siak.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2010 di kawasan muara Sungai Siak Provinsi Riau (Lampiran 1). Penelitian dilakukan melalui observasi dan pengukuran berbagai parameter lingkungan perairan muara sungai Siak.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air dan sedimen muara Sungai Siak, bahan kimia untuk pengawetan dan analisis sampel. Sedangkan alat yang digunakan adalah alat tulis,

dokumentasi (camera digital dengan kapasitas micro disk 1 Gb), Komputer, dan alat untuk penyamplingan dan penyimpanan sampel air, biota dan susbrat dasar Sungai Siak. Parameter yang diamati dan diukur serta dikumpulkan untuk analisis laboratorium meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus, salinitas, padatan terlarut dan padatan tersuspensi untuk parameter fisika. Oksigen terlarut, karbondioksida, pH, COD, Total N, Total P, Cd, Cr, Zn dan Pb. Sedangkan untuk parameter biologi adalah plankton dan benthos.

Prosedur Penelitian

• Penentuan Lokasi Sampling

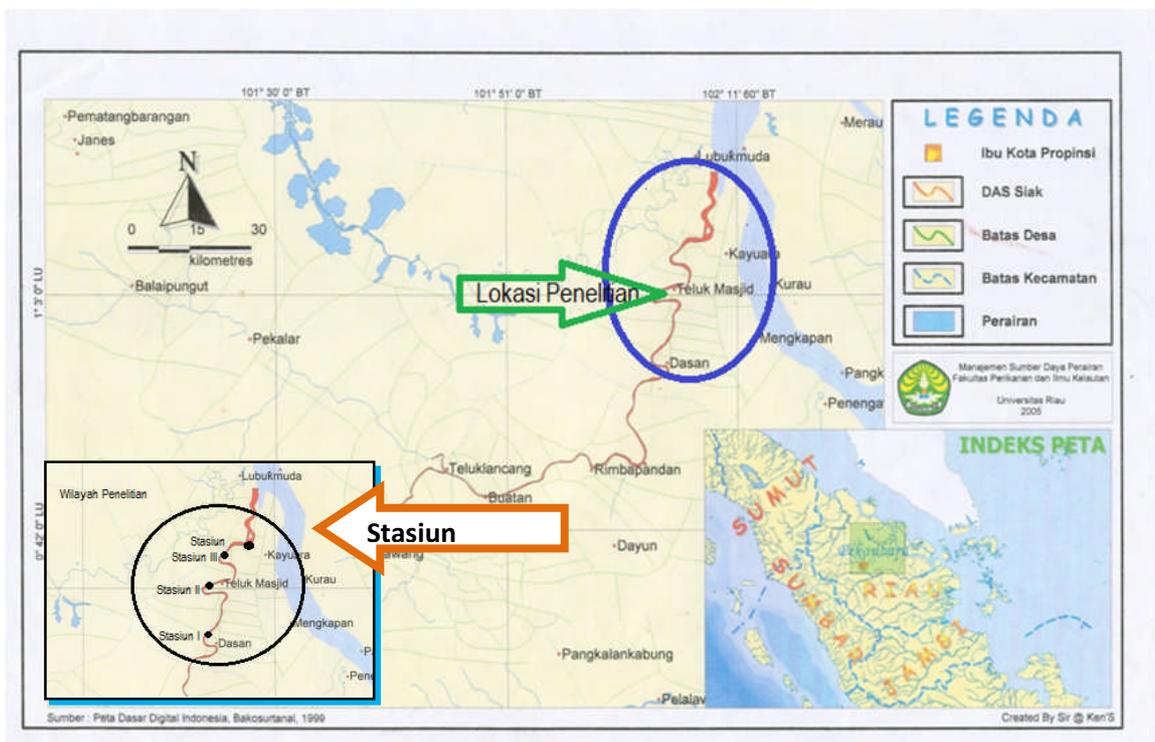
Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan cara *purposive sampling* dan ditetapkan lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi empat stasiun adalah sebagai berikut (dari muara ke arah hulu Sungai Siak) (Gambar 1) :

Stasiun 1 : Desa Sungai Apit
Kabupaten Bengkalis

Stasiun 2 : Desa Belading
Kabupaten Siak

Stasiun 3 : Desa Teluk Masjid
Kabupaten Siak

Stasiun 4 : Desa Sungai
Mempura Kabupaten Siak



Gambar 1. Lokasi dan Stasiun Penelitian

• Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel untuk mendapat kualitas fisika – kimia air dengan menggunakan water sampler, sebagian sampel langsung dianalisis di lokasi, sedangkan untuk analisis

laboratorium, dipindahkan ke dalam botol sampel dan diberi label. Sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Ekologi dan Manajemen Lingkungan Perairan untuk dianalisis.

Pengambilan sampel untuk mendapatkan jenis dan kelimpahan plankton dilakukan dengan menyaring air sebanyak 100 liter dengan menggunakan plankton net no. 25 pada setiap stasiun. Air yang tersaring tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberi larutan lugol sebanyak 3 tetes. Kemudian setiap sampel diberi label sesuai stasiun serta dibawa ke laboratorium untuk diamati dan dikelompokkan berdasarkan genusnya serta diidentifikasi menurut buku Sachlan (1980).

• **Perhitungan Plankton**

Pengamatan jenis fitoplankton dilakukan di bawah mikroskop binokuler dengan metode sapuan dan diidentifikasi menurut Belcher dan Swale (1979) dan Sachlan (1982). Untuk menghitung kelimpahan fitoplankton digunakan rumus :

$$N = \left[\frac{X}{Y} \times \frac{1}{V} \right] \times Z$$

Keterangan :

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel/l)
- V = Volume air yang disaring (100 l)
- X = Volume air yang tersaring (25 ml)
- Y = Volume 1 tetes pipet (0,05 ml)
- Z = Jumlah individu yang ditemukan (sel)

Rumus ini merupakan modifikasi dari rumus Sachlan (1982) yaitu :

$$N = \left[\frac{\text{Luas cover glass}}{\text{Luas lapang pandang}} \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V} \right] \times Z$$

Keterangan :

- Luas cover glass = 484 mm²
- Luas lapang pandang = 18,82 mm²

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel/l)
- V = Volume air yang disaring (100 l)
- X = Volume air yang tersaring (25 ml)
- Y = Volume 1 tetes pipet (0,05 ml)
- Z = Jumlah individu yang ditemukan (sel)

Pengamatan jenis dan kelimpahan zooplankton juga dilakukan di bawah mikroskop binokuler dan diidentifikasi menurut buku Sachlan (1980), maka perhitungan kelimpahan zooplankton menggunakan rumus :

$$N = \left[\frac{X}{Y} \times \frac{1}{V} \right] \times Z$$

Keterangan :

- N = Kelimpahan zooplankton (ind/l)
- V = Volume air yang disaring (100 liter)
- X = Volume air yang tersaring (25 ml)
- Y = Volume satu tetes (0,05 ml)
- Z = Jumlah individu yang ditemukan (sel)

Analisis Data

Indeks keragaman jenis (H') plankton digunakan rumus Shannon-Weiner (dalam Odum, 1993) yaitu:

$$H' = - \sum_{i=1,2,3,\dots}^s (p_i \log_2 p_i)$$

Keterangan :

- H' = Indeks keragaman jenis
- p_i = Proporsi individu jenis i terhadap jumlah semua jenis
- (p_i = n_i / N), Log₂ = 3,321928
- n_i = Jumlah spesies ke - i
- N = Total individu semua spesies

Dengan kriteria :

- $H' < 1$: Keragaman jenis rendah dengan jumlah individu tidak seragam dan tidak ada satu jenis yang mendominasi
- $1 \leq H' \leq 3$: Keragaman jenis sedang dengan jumlah individu tiap spesies seragam dan tidak ada yang mendominasi
- $H' > 3$: Keragaman jenis tinggi dengan jumlah individu tiap spesies tinggi

Indeks dominansi organisme digunakan rumus Simpson (*dalam* Odum, 1993) yaitu:

$$C = \sum_{i=1,2,3,\dots}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

- C = Indeks dominansi jenis
 n_i = Jumlah spesies ke - i
 N = Total individu semua spesies

Apabila nilai indeks dominansi (C) mendekati nol, maka tidak ada jenis organisme yang mendominasi, sedangkan jika nilai C mendekati 1, maka ada jenis organisme yang mendominasi perairan tersebut.

Selanjutnya aspek ekologi muara Sungai Siak yaitu parameter biotik dan abiotik perairan dibahas secara deskriptif, sehingga dapat disimpulkan kondisi ekologis perairan muara Sungai Siak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Daerah

Sungai Siak merupakan salah satu sungai terpanjang di Propinsi

Riau yang memiliki potensi sumberdaya perairan cukup besar, terletak pada $100^{\circ}28'$ BT – $102^{\circ}12'$ BT dan $0^{\circ}20'$ LU – $1^{\circ}13'$ LU. Beberapa Kabupaten/Kota dilewati oleh sungai ini yaitu diantaranya Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Kampar, Kota Pekanbaru, Kabupaten Siak serta Kabupaten Bengkalis. Perairan Sungai Siak dimanfaatkan sebagai jalur transportasi lintas kabupaten, lintas negara, sumber air minum, sumber air bagi kawasan industri, serta tempat pembuangan limbah masyarakat yang berada di pinggir sungai, termasuk dari kota Pekanbaru. Hal ini tentu saja dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan perairan terutama kondisi fisika kimia serta akumulasi biota.

Daerah aliran Sungai Siak juga dipengaruhi oleh rawa - rawa dan gambut, sehingga pada bagian hulu pH sungai lebih rendah dibandingkan bagian hilir. Peningkatan pH di bagian hilir disebabkan adanya pengaruh masukan air laut pada saat pasang. Topografi sungai yang landai dengan substrat dasar liat dan berlumpur menyebabkan perairan di bagian muara Sungai Siak cenderung keruh. Sepanjang DAS Siak di sebelah hulu dalam kawasan Kabupaten Bengkalis hingga ke muara masih ditemukan beberapa vegetasi mangrove seperti bakau (*Rhizophora sp*) serta Api-api (*Avicennia sp*), meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak. Hal ini disebabkan penebangan yang dilakukan oleh masyarakat sehingga terjadi pengikisan dan abrasi yang menyebabkan terancamnya fauna dan keragaman hayati di perairan muara sungai Siak ini.

Parameter Fisika

Parameter lingkungan perairan merupakan salah satu faktor pendukung keberlangsungan hidup makrozoobentos dan dapat juga memberikan gambaran kondisi perairan tersebut. Parameter fisika

lingkungan perairan yang diukur selama penelitian di perairan muara Sungai Siak meliputi : suhu, kecepatan arus, kedalaman, kecerahan, salinitas dan TSS (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter fisika yang diukur selama penelitian

Parameter	Satuan	Stasiun dan Lokasi			
		I	II	III	IV
		Sungai Apit	Belading	Teluk Mesjid	Mempura
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	30,92	31,11	30,59	30,42
Kec. Arus	m/det	1,71	1,30	0,19	0,17
Kedalaman	m	7,31	8,15	7,97	8,11
Kecerahan	cm	32,53	26,54	22,16	30,06
Salinitas	$^{\circ}/_{00}$	9,15	5,23	2,70	0,00
TSS	mg/l	34,24	32,27	33,04	11,56

Suhu perairan Muara Sungai Siak selama penelitian berkisar 30,42 – 31,11 $^{\circ}\text{C}$. Adanya variasi nilai suhu disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran, cuaca yang cukup panas pada waktu pengukuran, serta lokasi sampling yang agak dangkal, sehingga memberikan pengaruh pada pemanasan cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan. Menurut Efriyeldi (2005), dangkalnya perairan menyebabkan pengaruh pemanasan cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan.

Dibandingkan dengan hasil – hasil penelitian sebelumnya, kisaran nilai suhu di Muara Sungai Siak tidak jauh berbeda, misalnya hasil pengukuran Surya (2010) berkisar 28,1 $^{\circ}$ – 29,0 $^{\circ}\text{C}$, Purnamasari (2010) berkisar 28 $^{\circ}$ – 29 $^{\circ}\text{C}$ dan Muharram (2008) berkisar 28,6 $^{\circ}$ – 30,6 $^{\circ}\text{C}$. Meskipun demikian, jika dibandingkan dengan Baku Mutu Kualitas Air menurut PP No. 82 Tahun 2001, maka perairan Muara Sungai Siak masih tergolong alami bagi kehidupan biota air.

Kedalaman perairan selama penelitian di Perairan Muara Sungai Siak berkisar 7,31 – 8,15 m. Perbedaan kedalaman pada masing – masing stasiun penelitian diduga karena perbedaan topografi dasar perairan serta pengaruh pasang dan surut. Semakin dangkal suatu perairan maka kecepatan arus perairan semakin tinggi, dan daya akumulasi logam juga semakin tinggi.

Kecepatan arus perairan pada tiap stasiun penelitian berkisar 0,17 – 1,71 m/det. Nilai tertinggi diperoleh pada stasiun IV (Sungai Apit) (1,34 m/det) dan nilai terendah pada stasiun I (0,17 m/det). Kecepatan arus Muara Sungai Siak sangat bervariasi. Menurut Harahap (1991), kecepatan arus dapat dibedakan menjadi empat kelompok yakni : 1) Kecepatan arus 0 – 25 cm/det berarus lambat, 2) kecepatan arus 25 – 50 cm/det berarus sedang, 3) kecepatan arus 50 – 100 cm/det berarus cepat dan 4) kecepatan arus > 100 cm/det sangat cepat. Jika

dibandingkan dengan hasil yang diperoleh, maka kecepatan arus di Muara sungai Siak tergolong perairan berarus sedang.

Kecerahan perairan pada masing – masing stasiun pengamatan berkisar 22,16 – 32,53 cm. Menurut Effendi (2003) faktor yang mempengaruhi nilai kecerahan adalah keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi serta ketelitian pengukuran. Kecerahan perairan Muara Sungai Siak tergolong rendah jika dibandingkan dengan baku mutu air laut yang diperuntukkan bagi biota laut (Kep No.51/MENLH/2004) yakni 5 m, namun masih mendukung kehidupan organisme akuatik. Jika dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya seperti Purba (2011) dengan nilai kecerahan berkisar 26,25 – 32,75 cm, Purnamasari (2010) berkisar 0,237 – 0,240 m dan Surya (2010) 26,30 – 33,50 cm, maka nilai kecerahan di perairan Muara Sungai Siak relatif tidak jauh berbeda.

Total Suspended Solid (TSS) merupakan salah satu parameter kualitas air yang memiliki keterkaitan erat dengan kekeruhan. Banyaknya partikel yang melayang – layang di perairan seperti tanah, lumpur, detritus, pasir, buangan limbah domestik dan lainnya yang dapat menghambat cahaya matahari masuk ke perairan sehingga mengurangi kemampuan fitoplankton untuk melakukan fotosintesis. Konsentrasi TSS hasil

sampling di Muara Sungai Siak berkisar 11,56 – 34,24 mg/l. Menurut Effendi (2003), penyebab utama tingginya nilai padatan tersuspensi adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa arus ke badan air. Jika dibandingkan dengan Kep.51/MENLH/2004, nilai TSS pada Stasiun II, Stasiun III dan Stasiun IV sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan.

Salinitas perairan selama penelitian berkisar 0,0 – 9,15 ‰. Salinitas ini merupakan salinitas yang mencirikan daerah perairan payau yang berada di muara sungai atau daerah muara. Variasi salinitas di daerah muara menentukan kehidupan organisme laut/payau. Hewan-hewan yang hidup di air payau (salinitas 0,5 – 30 ‰), hipersaline (salinitas 40 – 80 ‰) atau air garam (salinitas > 80 ‰), biasanya mempunyai toleransi terhadap kisaran salinitas yang lebih besar dibandingkan dengan organisme yang hidup di air laut atau air tawar (Effendi, 2003). Berdasarkan salinitasnya perairan muara ini masih merupakan perairan yang cocok dan baik bagi organisme payau untuk melakukan dan melangsungkan kehidupannya.

Parameter Kimia

Parameter kimia lingkungan perairan yang diukur selama penelitian di perairan muara Sungai Siak meliputi : pH, Oksigen terlarut, CO₂, COD, NO₃, dan PO₄ (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter kimia yang diukur selama penelitian

Parameter	Satuan	Stasiun dan Lokasi			
		I	II	III	IV
		Sungai Apit	Belading	Teluk Mesjid	Mempura
pH		6,74	6,45	5,11	5,00
Oksigen Terlarut	mg/l	3,11	4,69	10,52	4,44
CO ₂	mg/l	4,06	4,53	5,59	6,68
COD	mg/l	42,96	35,69	40,27	28,47
NO ₃	mg/l	0,44	0,34	0,73	0,55
PO ₄	mg/l	0,25	0,31	0,28	0,28

Derajat keasaman (pH) pada masing – masing stasiun pengamatan berkisar 5 – 6,74. Derajat keasaman (pH) suatu perairan memiliki pengaruh yang sangat besar terutama terhadap tumbuh – tumbuhan dan biota, antara lain berpengaruh terhadap respirasi, kandungan nutrisi dan produktivitas serta daya tahan organisme. Menurut Pescod (1973), toleransi organism air terhadap pH bervariasi, hal ini tergantung pada suhu air, oksigen terlarut, keberadaan anion dan kation serta jenis dan stadium organisme. Jika dibandingkan dengan Kep 51/MENLH/2004 serta PP No.82 Tahun 2001 nilai pH di perairan Muara Sungai Siak sebagian besar masih berada dalam ambang batas baku mutu.

Oksigen terlarut hasil pengukuran yang dilakukan selama penelitian berkisar 3,11 hingga 10,52 mg/l. Tingginya nilai oksigen terlarut pada Stasiun II (10,52 mg/l) diduga karena sedikitnya aktivitas manusia di kawasan ini, sehingga tidak memberikan pengaruh langsung pada kandungan oksigen terlarut. Selain itu pada Stasiun II ini masih banyak di jumpai vegetasi tumbuhan di sepanjang bibir sungai yang dapat mendukung berlangsungnya proses fotosintesis sehingga suplai oksigen ke dalam

perairan juga relatif tinggi. Kandungan oksigen terlarut di perairan Muara Sungai Siak tergolong masih baik, karena belum melewati ambang batas Baku Mutu seperti yang tertera dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.

Menurut Saeni (1989), gas karbondioksida yang terdapat dalam air dihasilkan dari penguraian bahan – bahan organik oleh bakteri. Bahkan ganggang mempergunakan karbondioksida dalam fotosintesis dan menghasilkannya melalui proses metabolisme dalam keadaan tanpa cahaya. Hasil pengukuran karbondioksida di perairan Muara Sungai Siak berkisar 4,06 – 6,68 mg/l dengan nilai tertinggi terdapat pada Stasiun I yakni 6,68 mg/l, sedangkan nilai terendah pada Stasiun III yakni 4,06 mg/l. Tingginya konsentrasi karbondioksida bebas pada Stasiun I disebabkan organisme banyak melakukan respirasi di perairan tersebut, sehingga banyak membutuhkan oksigen terlarut.

Menurut Boyd (1982), kandungan karbondioksida yang terdapat di dalam perairan merupakan hasil proses difusi karbondioksida dari udara dan proses respirasi organism akuatik dan di dasar perairan karbondioksida juga

dihasilkan dari proses dekomposisi. Asmawi (1986) menambahkan bahwa kandungan karbondioksida bebas di perairan tidak boleh > 12 mg/l dan tidak boleh < 2 mg/l. Dengan demikian, kandungan karbondioksida dalam perairan muara sungai Siak cukup baik bagi organisme akuatik.

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (MgO_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter air sampel, dimana pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen. Nilai COD dapat dijadikan petunjuk adanya pencemaran lingkungan (Mahida, 1984). Nilai COD di perairan Muara Sungai Siak berkisar $28,47 - 42,96$ mg/l. Boesc *et al.* (dalam Rambe, 1999) menyatakan tinggi rendahnya nilai COD menunjukkan wilayah tersebut banyak terdapat zat-zat organik yang terdiri dari komponen hidrokarbon ditambah sejumlah kecil oksigen, nitrogen, sulfur dan fosfor. Nilai COD perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan yang tercemar lebih dari 200 mg/l dan pada limbah industri dapat mencapai 600.000 mg/l. Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Kep. No. 51 Tahun 2004, nilai COD di perairan Muara Sungai Siak tidak disyaratkan, namun dalam PP No.82 Tahun 2001 nilai COD tidak boleh lebih dari 50 mg/l. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan Muara Sungai Siak masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan.

Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen yang diserap oleh mikroorganisme nabati yang kemudian diolah menjadi protein dan

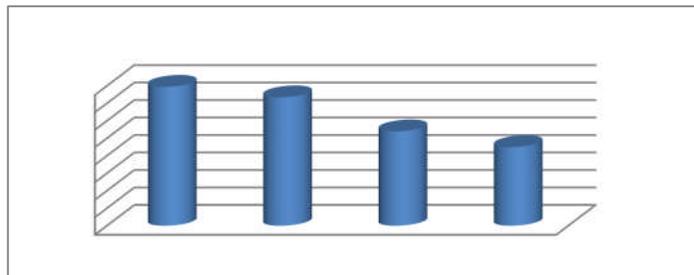
selanjutnya menjadi sumber makanan bagi hewan (Nurdin, 1999). Konsentrasi nitrat di perairan Muara Sungai Siak selama penelitian berkisar $0,34 - 0,73$ mg/l. Tingginya konsentrasi nitrat di sekitar muara diduga karena muara merupakan tempat terkumpulnya beberapa macam polutan baik yang berasal dari aktivitas manusia seperti kegiatan tambak, limbah rumah tangga, serta erosi dari daratan. Pada bagian hulu muara aktivitas heterotrofik lebih besar, sementara di bagian hilir muara aktivitas fotosintesis yang lebih besar. Hal ini berbanding lurus dengan meningkatnya kecerahan dari hulu ke hilir dan menurunnya kandungan bahan organik. Proses ini akan menyebabkan kandungan nitrat dan posfat lebih tinggi di bagian hulu, karena semakin kearah muara aktivitas bakteri semakin rendah sehingga unsur-unsur di atas semakin kecil. Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Kep. No 51 Tahun 2004, maka nilai konsentrasi NO_3 di perairan Muara Sungai Siak sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan.

Fosfat merupakan unsur kunci dalam kesuburan perairan dan nutrisi pertama yang menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Fosfat dalam bentuk terlarut berupa orthofosfat, sedangkan dalam bentuk padatan berupa mineral-mineral batuan dan dalam bentuk suspensi dalam sel organisme seperti bakteri, plankton, sisa tanaman, dan protein. Fosfat yang terdapat di perairan berasal dari hasil pelapukan mineral fosfat yang terbawa saat erosi, pupuk, deterjen serta limbah industri dan rumah tangga (Effendi, 2003).

Konsentrasi fosfat di perairan muara Sungai Siak berkisar 0,25 – 0,31 mg/l. Menurut Kep No. 51/MENLH/Tahun 2004 kandungan fosfat adalah sebesar 0,015 mg/l. Sementara itu Purnomo dan Hanafi (1982) menyatakan bahwa berdasarkan kesuburan perairan maka fosfat dapat diklasifikasikan sebagai berikut: konsentrasi fosfat 0,00 – 0,02 mg/l adalah perairan dengan kesuburan perairan rendah, konsentrasi 0,02 – 0,05 mg/l perairan dengan kesuburan perairan sedang, konsentrasi 0,05 – 0,10 mg/l kesuburan perairan baik, konsentrasi 0,10 – 0,20 mg/l kesuburan perairan baik sekali dan lebih dari 0,20 mg/l kesuburan perairan sangat baik sekali. Apabila dibandingkan dengan nilai baku mutu tersebut maka nilai kandungan fosfat yang diperoleh selama penelitian sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan dan tergolong ke dalam perairan sangat subur atau sangat baik sekali.

Plankton

Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton serta Nilai Indeks H', C dan E



Gambar 1. Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Siak

Stasiun IV merupakan stasiun yang memiliki rata-rata kelimpahan fitoplankton rendah (2250 sel/l). Hal ini diduga karena perbedaan waktu pengambilan sampel serta kondisi

Jenis fitoplankton yang ditemukan selama penelitian di perairan Muara Sungai Siak terdiri dari tujuh kelas yaitu Cyanophyceae (9 genus), Chlorophyceae (10 genus), Chrysophyceae (2 genus), Cryptophyceae (1 genus), Xanthophyceae (1 genus), dan Bacillariophyceae (3 genus). Rata – rata kelimpahan plankton di perairan Muara Sungai Siak berkisar 2250 – 3975 sel/l. Rata – rata kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun I (3975 sel/l), sedangkan rata – rata kelimpahan terendah terdapat pada Stasiun IV (2250 sel/l) (Gambar 1). Tingginya kelimpahan fitoplankton pada Stasiun I disebabkan oleh tingginya tingkat kecerahan di perairan serta konsentrasi nitrat dan posfat yang merupakan unsur-unsur penting yang sangat dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhannya. Menurut Sumich (1992) dan Tomascik *et al* (1997), bahwa peningkatan dan pertumbuhan populasi fitoplankton di perairan berhubungan dengan ketersediaan nutrient.

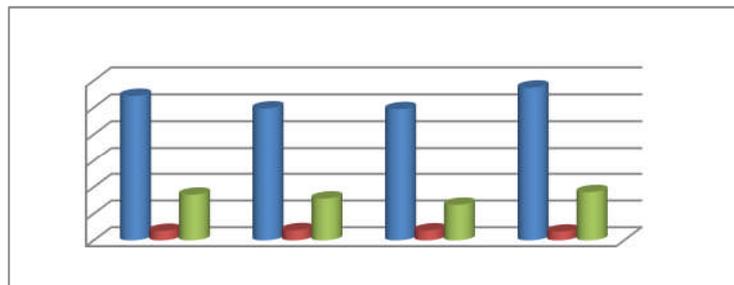
cuaca yang kurang cerah, sehingga intensitas cahaya yang masuk ke perairan berkurang, dan mempengaruhi keberadaan fitoplankton. Menurut Boney (1975), kelimpahan fitoplankton di perairan

dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, suhu, oksigen terlarut, karbondioksida bebas, pH, kedalaman, nutrient dan pemangsa. Rimper (2002) menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton dibagi atas tiga kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Kategori : 1) kelimpahan fitoplankton rendah < 12.500 sel/l, 2) kelimpahan fitoplankton sedang $12.500 - 17.000$ sel/l dan 3) kelimpahan fitoplankton tinggi > 17.000 sel/l. Berarti kelimpahan fitoplankton di perairan muara sungai Siak tergolong rendah.

Nilai indeks keragaman tertinggi di perairan Muara Sungai Siak terdapat pada Stasiun IV sebesar 2,868, sedangkan nilai keragaman terendah pada Stasiun III sebesar 2,468 (Gambar 2). Tingginya nilai indeks keragaman pada Stasiun IV (2,868) diduga karena kondisi lingkungan perairan di sekitar Muara Sungai Siak masih mendukung bagi kehidupan fitoplankton, sehingga keragaman jenisnya masih cukup baik, meskipun jumlah individu dari jenis yang ditemukan sedikit. Hal ini sesuai pendapat Siagian (1997) yang menyatakan bahwa suatu komunitas yang mengandung relatif sedikit individu dari banyak spesies mempunyai indeks keragaman yang

lebih tinggi dari pada komunitas yang mempunyai individu dari jenis yang lebih sedikit. Secara umum kondisi perairan Muara Sungai Siak sudah mengalami stress meskipun masih dalam tingkat sedang.

Wilhm (1975) menyatakan bahwa berdasarkan nilai indeks keragaman kualitas air dapat dikelompokkan menjadi : tercemar berat jika $0 < H' < 1$, setengah tercemar jika $1 < H' < 2$, tercemar ringan jika $2 < H' < 3$ dan tercemar sangat ringan jika $3 < H' < 4,5$. Selanjutnya Lee *et al.* (1978) (dalam Ardi, 2002) juga menambahkan bahwa nilai Indeks keragaman pada perairan tercemar berat lebih kecil dari 1 ($H' < 1$), tercemar sedang (1,0-1,5), tercemar ringan (1,6 – 2,0) dan tidak tercemar ($H' > 2$). Berdasarkan nilai indeks yang diperoleh selama penelitian maka kondisi perairan Muara Sungai Siak tergolong sudah tercemar ringan. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya seperti Purba (2011) yang menunjukkan nilai indeks keragamannya berkisar 3,963 – 4,204, maka nilai indeks keragaman telah mengalami penurunan, sehingga kondisi kualitas air jika ditinjau dari biota air juga mengalami tekanan.



Gambar 2. Nilai Indeks Keragaman, Indeks Dominansi dan Indeks Keseragaman Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Siak

Indeks Dominansi yang diperoleh selama penelitian berkisar 0,1644 – 0,1904 (Gambar 2). Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di Stasiun II (0,1904), sedangkan nilai terendah di Stasiun IV (0,1644). Secara umum semua nilai indeks dominansi mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa belum ada organisme yang mendominasi di stasiun penelitian tersebut. Sesuai pendapat Simpson (*dalam* Odum, 1993) bahwa jika nilai indeks dominansi yang diperoleh mendekati 0 maka tidak ada jenis yang dominan di perairan, namun jika nilai indeks dominansi mendekati 1 maka ada jenis yang mendominasi di perairan. Nilai indeks dominansi ini sejalan dengan nilai indeks keragaman fitoplankton

Indeks keseragaman bertujuan untuk melihat apakah individu atau spesies yang berada dalam suatu ekosistem berada dalam keadaan seimbang atau tidak. Berdasarkan nilai indeks keseragaman yang diperoleh selama penelitian berkisar 0,6672 – 0,9048 (Gambar 2). Nilai indeks keseragaman tertinggi diperoleh pada Stasiun IV (0,9048), sedangkan nilai keseragaman terendah terdapat pada Stasiun III (0,6672) (Gambar 14). Secara keseluruhan nilai indeks keseragaman selama penelitian menunjukkan bahwa kondisi perairan di Muara Sungai Siak masih dalam keadaan seimbang, karena nilai indeks yang diperoleh mendekati 1. Weber (*dalam* Siagian, 2005), menyebutkan bahwa apabila nilai E mendekati 1 ($>0,5$) berarti keseragaman organisme dalam suatu perairan berada dalam keadaan seimbang dan apabila nilai E berada di bawah 0,5 atau mendekati 0 berarti keseragaman jenis organisme

dalam perairan tersebut tidak seimbang.

Jenis dan Kelimpahan Zooplankton serta Nilai Indeks H', C dan E

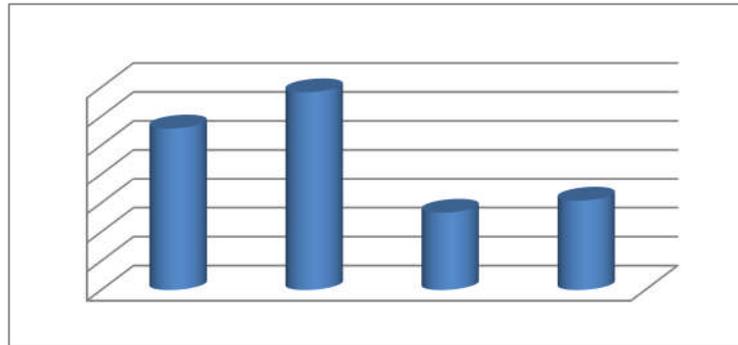
Davis (1955) menyatakan bahwa zooplankton adalah makanan sebagian besar organisme seperti ikan, udang, moluska dan sebagainya. Oleh karena itu zooplankton memegang peranan penting dalam rantai makanan di perairan. Disamping itu keberadaan zooplankton di perairan dapat dijadikan indikator tentang adanya gangguan terhadap stabilitas wilayah ini. Apabila kondisi tidak menguntungkan bagi kehidupan zooplankton dapat menyebabkan berkurangnya organisme pemakan zooplankton, karena makanannya berkurang.

Jenis zooplankton yang ditemukan selama penelitian di perairan Muara Sungai Siak terdiri dari tiga kelas yaitu Rotifera (4 genus yaitu : *Argonotholca* sp, *Paramaecium* sp, *Lapedella* sp, dan *Notholca* sp), Crustacea (1 genus yaitu : *Acartia* sp), dan Ciliata (1 genus yaitu : *Tintinnopsis* sp). Rata – rata kelimpahan zooplankton di perairan Muara Sungai Siak berkisar 433 – 517 ind/l. Rata – rata kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun II (517 ind/l) dan terendah pada Stasiun III (433ind/l) (Gambar 3).

Rendahnya kelimpahan zooplankton dibandingkan fitoplankton, karena saat sampling dilakukan kondisinya siang tengah hari, sehingga zooplankton umumnya akan menghindari cahaya yang kuat dan masuk kebagian dalam perairan. Welch (1952) menyatakan bahwa adanya perbedaan penetrasi cahaya matahari terhadap

zooplankton muda dan dewasa akan mempengaruhi distribusi vertikal zooplankton pada setiap stadia dalam spesies yang sama misalnya crustacea yang dewasa biasanya memiliki respon negatif terhadap

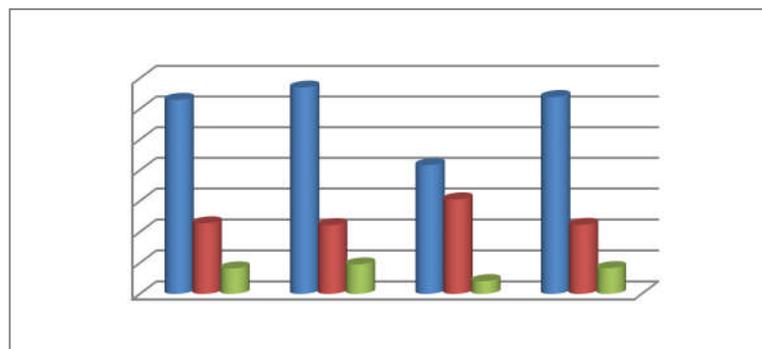
cahaya matahari sehingga berada jauh dari permukaan air, sedangkan crustacea muda memiliki respon positif terhadap cahaya sehingga berada di permukaan.



Gambar 3. Kelimpahan Zooplankton di Perairan Muara Sungai Siak

Nilai indeks keragaman zooplankton tertinggi di perairan Muara Sungai Siak terdapat pada Stasiun II sebesar 1,340, sedangkan nilai keragaman terendah pada Stasiun III sebesar 0,834 (Gambar 4). Tingginya nilai indeks keragaman pada Stasiun II diduga karena kondisi lingkungan perairan di sekitar Muara Sungai Siak masih mendukung bagi kehidupan zooplankton, sehingga keragaman jenisnya masih cukup baik, meskipun

jumlah individu dari jenis yang ditemukan sedikit. Seperti juga pada fitoplankton, menurut Siagian (2005) suatu komunitas yang mengandung relatif sedikit individu dari banyak spesies mempunyai indeks keragaman yang lebih tinggi dari pada komunitas yang mempunyai individu dari jenis yang lebih sedikit. Secara umum kondisi perairan Muara Sungai Siak sudah mengalami stress meskipun masih dalam tingkat sedang.



Gambar 4. Nilai Indeks Keragaman, Indeks Dominansi dan Indeks Keseragaman Zooplankton di Perairan Muara Sungai Siak

Wilhm (1975) menyatakan bahwa berdasarkan nilai indeks keragaman kualitas air dapat dikelompokkan menjadi : tercemar

berat jika $0 < H' < 1$, setengah tercemar jika $1 < H' < 2$, tercemar ringan jika $2 < H' < 3$ dan tercemar sangat ringan jika $3 < H' < 4,5$.

Selanjutnya Lee *et al.* (1978) (*dalam* Ardi, 2002) juga menambahkan bahwa nilai Indeks keragaman pada perairan tercemar berat lebih kecil dari 1 ($H' < 1$), tercemar sedang (1,0-1,5), tercemar ringan (1,6 – 2,0) dan tidak tercemar ($H' > 2$). Berdasarkan nilai indeks yang diperoleh selama penelitian maka kondisi perairan Muara Sungai Siak tergolong sudah tercemar ringan. Berdasarkan nilai indeks keragamannya maka perairan ini tergolong kepada perairan yang berada dalam kondisi yang telah mengalami tekanan yang kuat dari lingkungan sekitarnya.

Indeks Dominansi yang diperoleh selama penelitian berkisar 0,444 – 0,611 (Gambar 4). Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di Stasiun III, sedangkan nilai terendah di Stasiun II. Berdasarkan nilai indeks dominansinya maka di perairan ini telah dijumpai jenis yang mendominasi seperti *Nereis* sp dan tergolong kepada perairan yang telah mengalami tekanan. Simpson (*dalam* Odum, 1993) bahwa jika nilai indeks dominansi yang diperoleh mendekati 0 maka tidak ada jenis yang dominan di perairan, namun jika nilai indeks dominansi mendekati 1 maka ada jenis yang mendominasi di perairan.

Indeks keseragaman bertujuan untuk melihat apakah individu atau spesies yang berada dalam suatu ekosistem berada dalam keadaan seimbang atau tidak. Berdasarkan nilai indeks keseragaman yang diperoleh selama penelitian yang berkisar 0,083 – 0,191 (Gambar 4), menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai indeks keseragaman selama penelitian menunjukkan bahwa kondisi perairan di Muara Sungai Siak telah mengalami tekanan, karena nilai indeks yang diperoleh

mendekati 0. Menurut Weber (*dalam* Siagian, 2005), apabila nilai E berada di bawah 0,5 atau mendekati 0 berarti keseragaman jenis organisme dalam perairan tersebut tidak seimbang.

KESIMPULAN

Perairan muara sungai Siak merupakan perairan muara yang menampung berbagai materi yang masuk dari banyak kegiatan di DAS Siak (domestik, pertanian/perkebunan, industri, pertambangan, dan lainnya) maupun yang berasal dari perairan sendiri (transportasi, kegiatan bongkar-muat barang dari kapal, dan lainnya). Keseluruhan masukan ini cukup berpengaruh terhadap kualitas perairan.

Secara fisik, kualitas perairan muara sungai Siak ditandai dengan rendahnya tingkat kecerahan dan tingginya berbagai partikel yang melayang-layang dalam perairan (TSS), sehingga cukup berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH) dan terhadap produktivitas perairan yang ditandai dengan rendahnya kelimpahan plankton, walaupun dari kandungan fosfatnya cukup tinggi. Berhubung jangka waktu penelitian yang singkat, maka diperlukan penelitian lanjutan minimal dalam jangka waktu satu tahun dan secara periodik (misal sekali lima tahun). Berbagai temuan ini tentu sangat bermakna sebagai masukan dalam pemanfaatan dan pelestarian fungsi DAS Siak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas bantuan dana penelitian melalui Lembaga Penelitian Universitas

Riau. Kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau, serta Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan universitas Riau kami sampaikan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, 2002. Pemanfaatan Makrozoobenthos sebagai Indikator Kualitas Perairan Pesisir. Makalah Filsapat Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
http://www.rudycr.tripod.com/sem_2-012/asrdi:htm.
Dikunjungi Tanggal 20 mei 2010. Pukul 20.13 WIB.
- Asmawi, S., 1986. Budidaya Ikan dalam Keramba. Gramedia. Jakarta. 82 hal.
- Aziz, S. 1989. Sifat-sifat Fisik dan Kimiawi Perairan Estuari. *Pewarta Oseana*, 5 dan 6 : 4-7
- Belcher, H., and E. Swale, 1979. An Illustrated Guide to River Phytoplankton Culture Centre of Algae and Protozoa. Institute of Terrestrial Ecology, London. 64 p.
- Boney, A. D., 1975. Phytoplankton. Edward Arnold Ltd. London. 115 pp.
- Boyd, C E., 1982. Water Quality Management in Pond for Aquature. Departement of Fisherries and Allied Aquacultures, Agricultural. Experiment Station. Publishing Company Inc. New York.550 PP
- Darmono, 1995. Tingkat Pencemaran Air Kali Cekung ditinjau dari Sifat-sifat Fisika dan Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos. Tesis. Institut Pertanian Bogor.. 170 hal. Tidak diterbitkan.
- _____, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Indonesia. Jakarta. 179 hal.
- Davis, C. C., 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan States University Press, New York. 561 p.
- Efriyeldi, 2002. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Sekitar Budidaya Ikan Kakap dalam Keramba Jaring Apung. *Berkala Perikanan Terubuk* 29 (4) : 5-10.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta, 190 hal.
- Hadiwigeno. 1990. Petunjuk Praktis Pengelolaan Perairan Umum bagi Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 80 hal. (tidak diterbitkan).
- Harahap, S., 1991. Tingkat Pencemaran Perairan Pelabuhan Tanjung Balai Karimun Kepulauan Riau Ditinjau dari Komunitas Makrozoobenthos. Lembaga Penelitian Univesitas Riau. Pekanbaru. 26 hal.

- Mahida, U.N. 1984. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Diterjemahkan oleh G.A. Ticoalu. Rajawali, Jakarta
- MENLH., 2004. Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup; Kep No. 51/MENLH/2004. Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta. 10 hal.
- Muharram, E., 2008. Struktur Komunitas Makrozoobenthos dan Kaitannya dengan Sedimen di Perairan Muara Sungai Siak. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru, 74 hal (tidak diterbitkan).
- Nurdin, S., 1999. Kumpulan Bahan Pelatihan Sampling Kualitas Air di Perairan Umum. Laboratorium Fisiologi Lingkungan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru 131 hal.(tidak diterbitkan).
- Nybakken, J. W., 1988. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 259 hal.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-dasar Ekologi Umum. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 574 hal.
- Palar, 2004. Species – Specific Factors Affecting Predator Prey-Interacting of The Copepode *Acanthyocyclops Vernalis* With Its Natural Prey. *Limnologia Oceanica*, 24(4): 613.
- Pescod, M. B., 1973. Investigation of Ration Effluent and Stream Standard for Tropical Countries. A. I. T, Bangkok, 59 p.
- Poernomo, M. A. dan Hanafi., 1982. Analisa Kualitas Air untuk Keperluan Perikanan. Training Penyakit Ikan. Laboratorium Kimia, Balai Penelitian Perikanan Darat, Bogor. 49 hal (tidak diterbitkan).
- Purba, S. 2011. Kualitas Perairan dan Struktur Komunitas Plankton di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 125 hal (tidak diterbitkan).
- Purnamasari, I., 2010. Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Air, Sedimen, dan Udang Galah (*Macrobrachium sp*) di Perairan Sungai Siak Sekitar Desa Teluk Mesjid Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

- Pekanbaru. 87 hal (tidak diterbitkan).
- Rambe, S. B., 1999. Kualitas Air Sungai Kampar di Sekitar Kecamatan Bangkinang Barat Ditinjau dari Karakter Fisika, Kimia dan Struktur komunitas Fitiplankton. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.46 hal(tidak diterbitkan).
- Rimper, J. 2002. Kelimpahan Fitoplankton dan Kondisi Hidrooseanografi Perairan Teluk Manado. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS 702) Institut Pertanian Bogor. Pasca Sarjana. www.rudycf.com. (Diakses tanggal 28 Oktober 2010 pukul 13.35 WIB).
- Sachlan, M., 1982. Planktonologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 85 hal. (tidak diterbitkan).
- Saeni, M.S., 1989. Kimia Lingkungan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Penelitian Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 hal.
- Siagian, M., 2005. Diktat Mata Kuliah Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 25 hal.
- Sumich, J.L. 1992. An Introduction to the Biology of Marine Life. Fifth Edition. WCB Wm.C.Brown Publishers. Dubuque. 607 pp.
- Sunardi. 2006. 116 Unsur Kimia Deskripsi dan Pemanfatannya. Yrama Widya. Bandung. 200 hal.
- Surya, D. 2010. Kondisi Ekologi Makrozoobenthos di Perairan Muara Sungai Siak. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 112 hal (tidak diterbitkan).
- Tanjung, A., 1994. Distribusi Hewan Benthos di Zona Intertidal Pulau Rupat Kabupaten Bengkalis Riau. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru. 38 hal (tidak diterbitkan).
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji and M.K. Moosa. 1997. The Ecology of the Indonesian Seas. Part Two. The Ecology of Indonesian Series. Vol. VIII. Periplus Editions Ltd. Singapore. 567 pp.
- Wilhm, J. F., 1975. Biological Indicators of Pollution. Dalam Whitton B.A. (ed). River Ecology. Blackwell Scientific Publication. Oxford Melbourne. 735p.
- Welch, P. S., 1950. Limnology. Mc. Graw Hill Book. Company Inc., New York. 539 p.