

Analisis Beban Pencemaran Tambak Udang di Sekitar Sungai Kambung Kecamatan Bantan Bengkalis

Ronitua Saut Marito Harianja¹, Sofia Anita², Mubarak³

¹PT. Wastu Asrindoriau, Jl. Kelapapati Darat Bengkalis

²Fakultas FMIPA Universitas Riau Kampus Bina Widya Panam KM 12.5 Pekanbaru.

³Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru

Abstract: *Research on pollution load of shrimp ponds around Sungai Kambung in Bengkalis Island Riau Province cultivate shrimp with intensive cultivation technology. Feeding that is not appropriate for size can contribute nitrate and phosphate levels to nature that can trigger eutrophication. The purpose of this research is to analyze the pollution load BOD₅, DO, NO₃⁻ dan PO₄⁻³ at Sungai Kambung. The results showed that pollutant concentrations in the River Kambung had crossed the threshold according to KepMen LH No 51/Men-KLH/2004 which is destined for marine biota. The pollution load BOD₅ shows that Station 2 is the highest station receiving pollution loads equal to 16.094 tons/month. Nitrate pollution load on the Station 2 is the highest station to receive pollution load is equal to 39 tons/month. The pollution load of phosphate indicates that the Station 2 is the highest station to receive pollution load that is equal to 38 tons/month. The pollution load of DO indicates that the smallest contamination load (the most polluted) is on the Station 1 equal to 278 tons/month.*

Key words : *pollution load, nitrate, phosphate, shrimp ponds, eutrophication*

Sungai Kambung merupakan perairan estuari yang berada di Pulau Bengkalis Provinsi Riau. Salah satu aktifitas di sekitar Sungai Kambung adalah terdapatnya beberapa tambak udang yang membudidayakan udang jenis Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) dengan teknologi budidaya yang intensif. Kegiatan manusia seperti pertanian, industri, peternakan, perikanan dan perumahan mempunyai potensi yang besar dalam membebani pencemaran bahan organik ke sungai dan laut. Pemberian pakan yang tidak sesuai dengan ukuran dapat menyumbang kadar nitrat dan fosfor ke alam yang dapat memicu eutrofikasi.

Sisa pakan, kotoran dari budi daya organisme dan plankton yang mati serta material organik berupa padatan tersuspensi maupun terlarut yang terangkut lewat pemasukan air merupakan sumber bahan organik di lahan tambak sehingga hal ini akan berdampak pada pencemaran perairan di muara sungai (Ridwan *et al.*, 2016).

Budidaya teknologi intensif Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*), dicirikan dengan padat penebaran benih tinggi, mempergunakan pakan tambahan (pellet) sebagai pakan utama. (Boyd, 1990 dalam Romadhona *et al.*, 2015). Sisa pakan

merupakan faktor kunci yang mempengaruhi penurunan kualitas air tambak, sementara udang yang mati di tambak memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan sisa pakan maupun feses terhadap penurunan kualitas air (Hangsheng *et al.*, 2008 dalam Syah *et al.*, 2014).

Eutrofikasi merupakan efek dari pencemaran nitrat dan fosfat yang dapat merugikan masyarakat. Pengkayaan unsur hara ini dapat mengakibatkan *blooming algae* yang dapat membuat kadar oksigen di air menjadi sangat tipis sehingga dapat mengakibatkan ikan mengalami kematian massal.

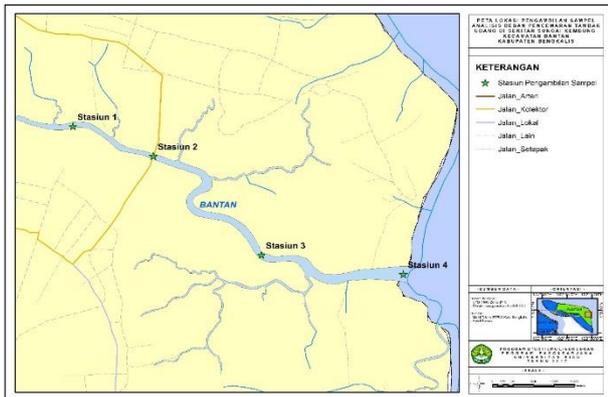
Tujuan penelitian ini adalah menganalisis beban pencemaran BOD₅, DO, NO₃⁻ dan PO₄⁻³ di Sungai Kambung dan menganalisis status pencemaran Sungai Kambung dengan menggunakan Indeks Pencemaran (IP).

BAHAN DAN METODE

Pendekatan penelitian adalah dengan metode survei, pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data secara langsung di lapangan. Sampel yang diambil adalah di badan Sungai Kambung dengan metode purposive sampling yaitu dengan menetapkan 4 station

pengamatan. Tempat melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia adalah di Laboratorium Ekologi dan Manajemen Lingkungan Perairan, Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Tempat penelitian adalah di Sungai Kembang Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Peta lokasi penelitian tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kawasan Sungai Kembang Kecamatan Bantan

HASIL

Kondisi Umum Daerah. Sungai Kembang merupakan estuari karena sungai ini adalah perairan semi tertutup di lingkungan pesisir Pulau Bengkalis yang berhubungan langsung dengan laut lepas di Selat Malaka, sangat dipengaruhi oleh efek pasang surut dan massa airnya merupakan campuran dari air laut dan air tawar.

Salinitas di Sungai Kembang hasil pengukuran pada saat surut di Stasiun 1 menunjukkan angka 24 ‰, pada saat surut air tawar memasuki perairan dan bercampur dengan air laut mengakibatkan salinitas turun. Pada saat pasang salinitas di stasiun 1 menjadi 28 ‰, karena masuknya air laut mengakibatkan salinitas naik. Stasiun 1 adalah daerah yang paling rendah salinitasnya dari pada stasiun-stasiun lainnya karena stasiun 1 berada pada bagian paling hulu dalam penelitian ini. Pada stasiun 4 salinitas 30 ‰ pada saat pasang dan saat surut. Hal ini karena stasiun 4 adalah muara sungai dimana massa airnya sudah didominasi oleh air laut.

Pada zona yang didominasi oleh pengaruh laut ini, selalu terjadi percampuran biota yang berasal dari lingkungan laut menuju

estuaria dan sebaliknya. Saluran utama berfungsi sebagai gerbang keluar/masuk bagi berbagai jenis ikan dan invertebrata bertaxa tinggi. Biota-biota tersebut memanfaatkan kekayaan nutrien di daerah estuari ini untuk melangsungkan pertumbuhannya yang melalui beberapa fase tersebut. Namun demikian ada pula beberapa estuari yang lebih didominasi oleh komponen air laut, akibat kurangnya aliran air tawar (Rositasari dan Rahayu, 1994).

Sebagian besar estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang merupakan endapan yang dibawa oleh air tawar dan air laut (Kamal dan Suardi, 2004). Pada wilayah pesisir berkembang berbagai ekosistem yang khas yang meliputi estuaria, hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang dan pantai intertidal (Nybakken, 1982 dalam Sari, 2010).

Jenis vegetasi yang ada pada bantaran Sungai Kembang adalah vegetasi hutan mangrove. Hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting dalam mempertahankan kelestarian siklus hidup biota laut. Bukan saja sebagai tempat penyediaan pakan alami biota laut, tapi mangrove juga berfungsi untuk tempat siklus generatif dan tempat biota laut berlindung dari pemangsa.

Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi tumbuhan pantai tropis di kawasan lembab dan berlumpur, dipengaruhi pasang surut air laut. Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem dengan produktifitas tinggi, karena adanya dekomposisi serasah. Mangrove memberikan kontribusi besar terhadap detritus organik yang sangat penting sebagai sumber energi bagi biota yang hidup di perairan sekitarnya (Susiana, 2015).

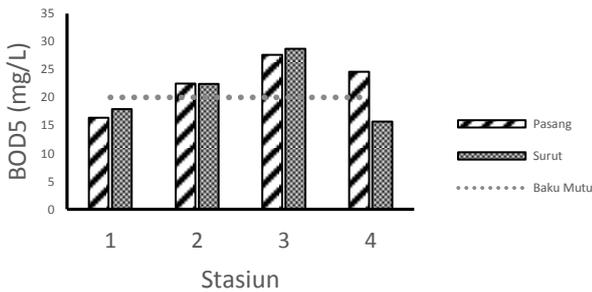
Kawasan muara sungai memiliki peran strategis dalam ekologi perairan diantaranya menjadi habitat bagi berbagai tahapan dalam stadia hidup ikan, berfungsi sebagai daerah pemijahan, pengasuhan, mencari makan dan ruaya (Mote, 2017). Pada ekosistem ini, ikan merupakan komponen biologis utama yang memanfaatkan estuari sebagai lumbung makanan, tempat melangsungkan proses reproduksi, bertumbuh, dan berlindung dari pemangsa (Raz-Guzmán dan Huidobro, 2002 dalam Zahid *et al.*, 2014).

Di sekitar Sungai Kembang terdapat beberapa pengusaha tambak udang jenis Udang Vanname (*Litopenaeus Vannamei*). Menurut

data dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Bengkalis terdapat 11 pengusaha tambak udang yang berada di sekitar Sungai Kambung meliputi 4 desa yaitu Desa Teluk Pambang, Pambang Baru, Kambung, dan Kambung Baru. (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2017).

Analisis Beban Pencemaran BOD₅

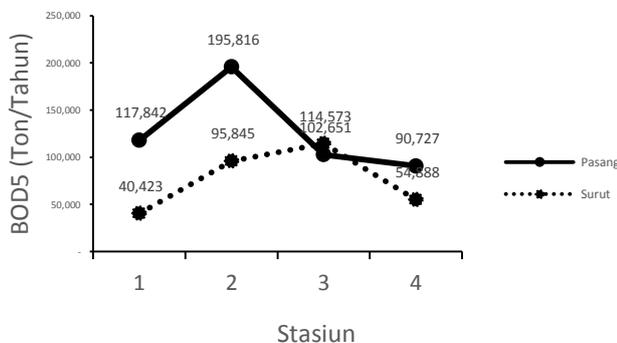
Hasil pengukuran untuk parameter BOD₅ dari sampel air menunjukkan data seperti Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengukuran BOD₅

Baku mutu air untuk biota laut sesuai Kepmen LH No 51 Tahun 2004 yaitu 20 mg/L. Stasiun 1 menunjukkan bahwa BOD₅ masih di bawah baku mutu. Pada stasiun 2 menunjukkan grafik meningkat menjadi 22,5 mg/L pada saat pasang dan 22,4 mg/L pada saat surut. Angka ini sudah melampaui batas baku mutu untuk biota laut yaitu lebih besar dari 20 mg/L. Pada stasiun 3 grafik meningkat lagi lebih tinggi sebesar 27,6 mg/L pada saat pasang dan 28,7 mg/L pada saat surut. BOD₅ menurun pada stasiun 4 yaitu 24,6 mg/L pada saat pasang dan 15,7 mg/L pada saat surut.

Hasil perhitungan beban pencemaran BOD₅ dari sampel air adalah seperti Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Beban Pencemaran BOD₅

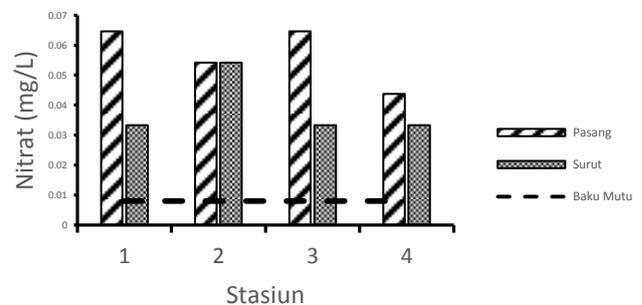
Hasil perhitungan beban pencemaran BOD₅ menunjukkan bahwa pada stasiun 2 merupakan stasiun yang paling tinggi beban pencemarannya terutama pada saat pasang yaitu sebesar 195.816 ton/tahun. Hal ini diduga karena kegiatan tambak udang dan kegiatan pertanian di sekitar Sungai Kambung yang memberikan beban pencemar yang sangat tinggi di sekitar areal ini.

Beban pencemaran BOD₅ pada stasiun 3 menunjukkan lebih tinggi dari pada pada saat pasang. Hal ini diduga karena pergerakan air dari stasiun 2 yang beban pencemarnya tinggi sudah bergerak ke arah hilir sungai yaitu pada stasiun 2.

Kandungan BOD yang tinggi dalam air limbah industri dapat menyebabkan turunnya oksigen perairan, keadaan anaerob (tanpa oksigen), sehingga dapat mematikan ikan dan menimbulkan bau busuk (Moertinah, 2010). Makin besar konsentrasi BOD suatu perairan menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air juga tinggi (Yudo, 2010).

Analisis Beban Pencemaran Nitrat (NO₃⁻)

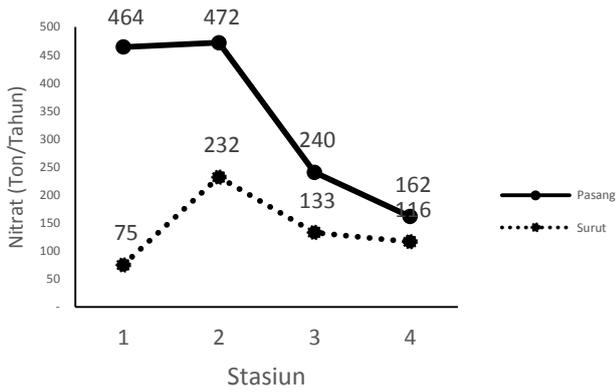
Hasil pengukuran Nitrat (NO₃⁻) dari sampel air menunjukkan data seperti Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Nitrat (NO₃⁻)

Baku mutu nitrat untuk untuk biota laut adalah 0,008 mg/L. Konsentrasi nitrat terlihat sangat tinggi melewati baku mutu pada semua stasiun. Konsentrasi nitrat paling tinggi pada stasiun 1 dan 3 pada kondisi air pasang yaitu 0,0646 mg/L. Konsentrasi nitrat paling rendah adalah pada Stasiun 1, 2 dan 4 pada kondisi air surut yaitu sebesar 0,333 mg/L.

Hasil perhitungan beban pencemaran Nitrat (NO₃⁻) dari sampel air adalah seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Beban Pencemaran Nitrat

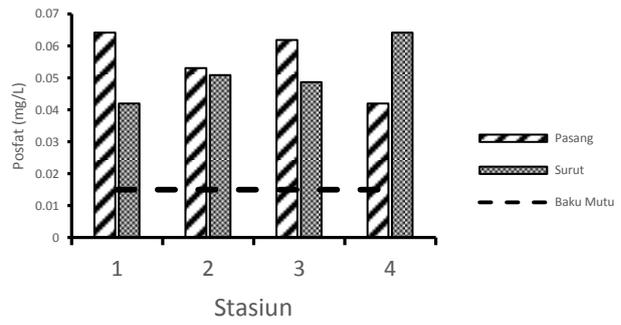
Hasil perhitungan beban pencemaran Nitrat menunjukkan bahwa grafik pencemar yang tinggi pada stasiun 2. Angka tertinggi yaitu pada stasiun 2 kondisi pasang yaitu sebesar 472 ton/tahun. Dari grafik di atas dapat dinilai bahwa kondisi perairan Sungai Kembang menerima beban pencemar paling tinggi di stasiun 2 hal ini diduga karena kegiatan tambak dan kegiatan pertanian perkebunan di sekitar areal stasiun 2.

Kadar Nitrat di perairan sangat dipengaruhi oleh asupan nitrat dari buangan pertanian, rumah tangga, termasuk feses dan urine ikan (Widyastuti *et al.*, 2015). Menurut Brodie (1995) dalam Mustafa dan Tarunamulia (2009) limbah yang berasal dari budidaya perikanan dengan sumber yang tergolong sedang jumlahnya adalah nutrisi dan bahan-bahan penyebab turunnya oksigen terlarut, sedangkan limbah dengan sumber yang tergolong kecil jumlahnya adalah sedimen, zat kimia toksik, pestisida dan organisme eksotik.

Sumber nitrogen lainnya dapat berasal dari pakan yang tersisa maupun dari kotoran organisme yang dibudidayakan. Ikan mengekskresikan produk akhir dari metabolisme protein pakan terutama dalam bentuk NH_2 (Poxton, 2003 dalam Mustafa dan Tarunamulia, 2009).

Analisis Beban Pencemaran Posfat (PO_4^{3-})

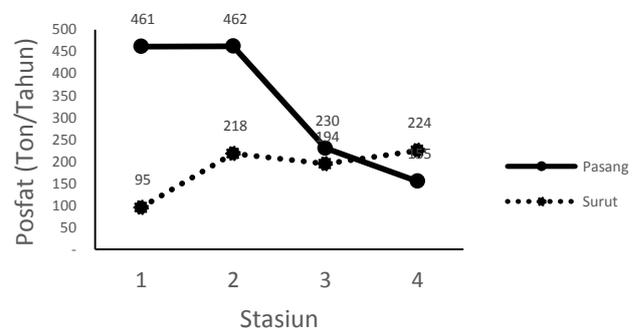
Hasil pengukuran Posfat (PO_4^{3-}) dari sampel air menunjukkan data seperti Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Posfat (PO_4^{3-})

Berdasarkan data pengukuran posfat menunjukkan bahwa semua stasiun pengamatan telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam baku mutu lingkungan untuk biota laut yaitu sebesar 0,015 mg/L. Konsentrasi posfat tertinggi pada Stasiun 1 kondisi pasang sebesar 0,0642 mg/L dan Stasiun 4 kondisi surut yaitu sebesar 0,0642 mg/L. Konsentrasi posfat terendah adalah pada Stasiun 1 kondisi surut sebesar 0,042 mg/L dan Stasiun 4 kondisi pasang yaitu sebesar 0,042 mg/L.

Hasil perhitungan beban pencemaran Posfat (PO_4^{3-}) dari sampel air adalah seperti Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Beban Pencemaran Posfat (PO_4^{3-})

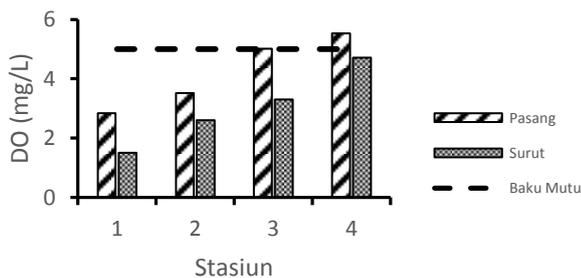
Hasil perhitungan beban pencemaran menunjukkan bahwa titik tertinggi berada pada Stasiun 2 kondisi pasang yaitu sebesar 462 ton/tahun. Dari grafik dapat dilihat bahwa beban pencemaran menunjukkan Stasiun 2 menerima beban pencemaran yang lebih tinggi dari stasiun yang lainnya. Hal ini diduga karena limpasan limbah dari kegiatan masyarakat di sekitar Stasiun 2 yaitu kegiatan tambak udang dan pertanian masyarakat.

Posfat terdapat dalam perairan alami dalam jumlah yang sangat sedikit dan berperan sebagai senyawa mineral dan senyawa organik, bila jumlahnya meningkat akan berbahaya bagi

biota aquatik yang hidup dalam perairan tersebut (Jenie BSL, 1993 dalam Simbolon, 2016). Senyawa Posfat umumnya berasal dari penguraian limbah organik, limbah industri, pupuk, dan limbah domestik (Widyastuti *et al.*, 2015)

Analisis Beban Pencemaran DO

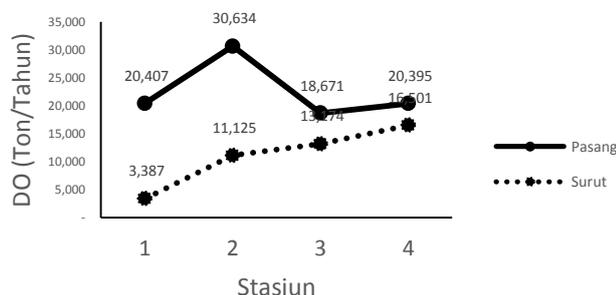
Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) dari sampel air menunjukkan data seperti gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengukuran DO

Baku mutu lingkungan untuk biota laut untuk parameter DO adalah >5 mg/L. Dari semua stasiun pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi DO yang masih memenuhi syarat baku mutu hanya pada Stasiun 3 dan Stasiun 4 kondisi pasang yaitu sebesar 5,02 mg/L dan 5,53 mg/L. Pada stasiun lainnya berada di atas baku mutu yang ditetapkan. Konsentrasi DO terendah pada Stasiun 1 kondisi surut yaitu sebesar 1,5 mg/L.

Hasil perhitungan beban pencemaran DO dari sampel air adalah seperti Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Beban Pencemaran DO

Parameter DO adalah parameter yang nilainya semakin tinggi semakin baik. Bila konsentrasi sangat rendah dapat menimbulkan kematian bagi biota laut. Oleh karenanya beban pencemaran yang menunjukkan angka rendah justru menunjukkan bahwa Stasiun tersebut

telah tercemar lebih berat. Dari grafik pada Gambar 9 tersebut kondisi pencemaran terberat adalah pada Stasiun 1 kondisi surut dengan beban pencemaran sebesar 3.387 ton/tahun.

Kelarutan oksigen di dalam air (DO) berpengaruh terhadap kesetimbangan kimia perairan dan kehidupan biota, dan akan berkurang dengan adanya bahan organik yang mudah terurai. Sehingga dapat dikatakan, semakin sedikit konsentrasi oksigen terlarut di dalam air mencirikan adanya pencemaran bahan organik yang tinggi (Murdayu *et.al*, 2012 dalam Sudirman *et al.*, 2013).

Analisis Indeks Pencemaran Sungai Kumbang

Penentuan status pencemaran Sungai Kumbang dengan menggunakan Indeks Pencemaran (IP) adalah seperti yang ditetapkan dalam Kepmen LH No. 115 tahun 2003. Berdasarkan hasil perhitungan angka indeks adalah sebesar 4,33. Angka tersebut berada pada rentang 1-5 artinya Sungai Kumbang berstatus tercemar ringan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 tahun 2003).

PEMBAHASAN

Kepentingan dalam menjaga sungai untuk kelestarian alam merupakan hal yang penting. Sembel (2012) menyatakan bahwa sungai sangat penting dalam pengelolaan wilayah pesisir, karena fungsinya sebagai wadah transportasi, sumber air bagi masyarakat, tempat perikanan dan sebagai pemeliharaan dalam hidrologi.

Peran sungai sebagai titik penting dalam pengelolaan wilayah pesisir menjadi lebih besar karena sungai merupakan distributor utama pencemaran laut. Sungai merupakan wadah transportasi yang menampung dan membawa beban pencemaran ke laut. Fransisca (2011) menyatakan bahwa ketika sungai mengalir melalui lahan pertanian, sungai akan menampung limpahan air hujan yang jatuh di lahan pertanian dan mengalir ke sungai yang membawa residu dari pupuk, pestisida serta senyawa kotoran ternak.

Air yang bersih merupakan kebutuhan primer manusia. Bila tidak dilakukan pelestarian sumber-sumber air maka pada suatu saat air menjadi barang ekonomi yang mahal harganya

karena dibutuhkan biaya yang besar untuk mengolah air baku menjadi air bersih dan kemudian biaya mendistribusikannya. Harmayani dan Konsukartha (2007) menyatakan bahwa dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Karena untuk mendapatkan air yang bersih, sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya.

Kegiatan-kegiatan ekonomi masyarakat pesisir dan di bantaran sungai merupakan hal yang penting untuk mendorong kemajuan masyarakat. Semua masyarakat memiliki hak untuk memajukan ekonomi. Namun kepentingan ekonomi tidak boleh mengalahkan kepentingan ekologi. Bila suatu saat alam telah rusak maka akan terjadi efek balik yang merugikan ekonomi masyarakat.

Kegiatan ekonomi masyarakat di sekitar Sungai Kambung diantaranya adalah usaha tambak udang jenis udang vanammei (*Litopenaeus Vannamei*). Kegiatan ini adalah kegiatan yang menguntungkan karena harga udang yang sangat tinggi untuk pasaran ekspor. Investor tambak udang vaname mulai menjamur disekitar Sungai Kambung karena arealnya yang cocok untuk dijadikan tempat usaha tambak. Bila sungai sudah tercemar maka biaya pengelolaan usaha tambak menjadi tinggi karena mahal biaya untuk memperbaiki kondisi air baku sebelum digunakan sebagai air budi daya.

Sisa pakan akan menjadi sumber limbah utama bahan organik dan nutrien ke lingkungan perairan. Limbah tersebut dapat menyebabkan hipernutrifikasi yang diikuti oleh perubahan ekologi fitoplankton, peningkatan sedimentasi, siltasi, hipoksia, perubahan produktivitas. Jika tetap dibiarkan maka ekosistem perairan akan rusak. Rusaknya ekosistem perairan tersebut akan berdampak juga terhadap kehidupan biota air seperti bentos yang biasanya hidup di dasar perairan, dimana penurunan kelimpahan dan komposisi dari organisme tersebut biasanya merupakan indikator adanya gangguan ekologi yang terjadi pada suatu perairan sungai (Doni, 2010 dalam Ridwan *et al.*, 2016). Menurut

Mustafa dan Tarunamulia (2009) bahwa usaha budidaya tambak menghasilkan limbah yang selanjutnya dibuang ke laut melalui saluran tambak. Limbah tambak tersebut akan diencerkan oleh perairan sekitarnya.

Bila beban pencemaran semakin tinggi karena jumlah pengusaha yang semakin banyak dan tidak terkendali, maka akibatnya akan dirasakan oleh semua pihak termasuk pengusaha tambak itu sendiri. Air baku yang digunakan untuk usaha tambak tetap mengandalkan air sungai. Bila sungai sudah tercemar maka biaya produksi pasti menjadi tinggi untuk mengolah air baku. Maka kepentingan untuk menjaga dan mengendalikan beban pencemaran ke sungai juga demi kepentingan pengusaha tambak. Ini merupakan efek balik yang langsung dirasakan oleh pengusaha tambak. Sari *et al.* (2013) menyatakan bahwa kualitas kehidupan di dalam air sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan sebagai media hidup organisme.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan beban limbah budidaya di antaranya adalah: (1) meningkatkan efisiensi pakan yang tercermin pada rendahnya nilai Rasio Konversi Pakan (RKP). RKP merupakan tingkat kemampuan udang dalam memanfaatkan ransum pakan; (2) pengontrolan *feeding program* terkait dengan penentuan dosis dan frekuensi pemberian pakan yang tepat; (3) meningkatkan pemahaman tentang keterpaduan antara praktek budidaya yang diaplikasikan dengan *feeding behavior* serta *nutritional physiology* dari spesies atau komoditas yang dibudidayakan; (4) meminimalkan jumlah pakan yang hilang atau tidak termakan karena menjadi sumber utama limbah budidaya melalui aplikasi *automatic feeder*; dan (5) mengalokasikan kolam pengendapan yang berfungsi sebagai Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) agar buangan air limbah ke lingkungan berada pada standar yang diperkenankan; serta (6) memanfaatkan peran ekologi komoditas budidaya seperti rumput laut secara terintegrasi di perairan pesisir dalam upaya meminimasi potensi limbah nutrien dari budidaya (Syah *et al.*, 2014).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis bahwa konsentrasi pencemar di Sungai Kambung telah

melewati ambang batas menurut KepMen LH No 51/Men-KLH/2004 yang diperuntukkan untuk biota laut untuk parameter BOD₅, Nitrat, Posfat dan DO. Beban pencemaran BOD₅ menunjukkan bahwa pada Stasiun 2 merupakan stasiun yang paling besar menerima beban pencemaran yaitu 195.816 ton/tahun. Beban pencemaran Nitrat menunjukkan bahwa pada Stasiun 2 adalah stasiun yang paling besar menerima beban pencemaran yaitu sebesar 472 ton/tahun. Beban pencemaran Posfat menunjukkan bahwa Stasiun 2 merupakan stasiun yang paling besar menerima beban pencemaran yaitu sebesar 462 ton/tahun. Beban pencemaran DO menunjukkan bahwa beban pencemaran terkecil (yang paling tercemar) adalah pada stasiun 1 yaitu 3.387 ton/tahun. Berdasarkan hasil perhitungan angka indeks adalah sebesar 4,33 (tercemar ringan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Bengkalis dan masyarakat di sekitar kawasan Sungai Kembang yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Bengkalis, 2017.
- Fransisca A., 2011, Tingkat Pencemaran Perairan Ditinjau Dari Pemanfaatan Ruang Di Wilayah Pesisir Kota Cilegon, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 22 No. 2, Agustus 2011, hlm.145 – 160.
- Harmayani K.D., dan Konsukartha. I.G.M, Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung, *Jurnal Permukiman Natak*, Vol. 5 No. 2 Agustus 2007: 62–108.
- Kamal E. dan Suardi M. L., 2004, Potensi Estuaria Kabupaten Pasaman Barat Sumatera Barat, *Jurnal Mangrove dan Pesisir*, Vol. IV No. 3/2004.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- Moertinah S., 2010, Kajian Proses Anaerobik sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi, *Jurnal Riset Pencegahan dan Pencemaran Industri*, Vol.1, No.2, November 2010:104-114.
- Mote N., 2017, Biodiversitas Iktiofauna di Muara Sungai Kumbe Kabupaten Merauke, *Journal of Biology*, Vol 10(1), 2017.
- Mustafa A., dan Tarunamulia, 2009, Analisis Daya Dukung Lahan Tambak Berdasarkan pada Kuantitas Air Perairan di Sekitar Kecamatan Balusu Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan, *Jurnal Riset Akuakultur* Vol. 4 No. 3, Desember 2009: 395-406.
- Ridwan M., Fathoni R., Fatimah I., Pangestu D. A., 2016, Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten, *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, Vol 9(1), 2016.
- Romadhona B., Yulianto B., Sudarno, 2015, Fluktuasi Kandungan Amonia dan Beban Cemar Lingkungan Tambak Udang Vaname Intensif dengan Teknik Panen Parsial dan Panen Total, *Jurnal Sainstek Perikanan* Vol.11 No.2: 84-93, Februari 2016.
- Rositasari R., dan Rahayu S. K., Sifat-Sifat Estuari dan Pengelolaannya, *Jurnal Oseana*, Volume XIX, Nomor 3: 21-31; ISSN 0216-1877.
- Sari A. E. M., Purnomo T., Winarsih, 2013, Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos, *Jurnal LenteraBio* Vol. 2 No. 1 Januari 2013:81–85.
- Sari D. S. P., 2010, Ekosistem Pesisir, *Jurnal Sainstek*, Vol. 02- No.03, September 2010, ISSN No. 2086-9681.
- Sembel L., 2012, Analisis Beban Pencemar dan Kapasitas Asimilasi di Estuari Sungai

- Belau Teluk Lampung, *Maspari Journal* Vol. 4 No. 2 Tahun 2012.
- Simbolon A. R., 2016, Pencemaran Bahan Organik Dan Eutrofikasi Di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang, *Jurnal Pro-Life*, Vol 3 Nomor 2, Juli 2016.
- Sudirman N., Husrin S., Ruswahyuni, Baku Mutu Air Laut untuk Kawasan Pelabuhan dan Indeks Pencemaran Perairan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Kejawanan, Cirebon, *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol. 9, No. 1, 2013: 14-22.
- Susiana, 2015, Analisis Kualitas Air Ekosistem Mangrove di Estuari Perancak, Bali, *Jurnal Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)*, Volume 8 Edisi 1 (Mei 2015).
- Syah R., Makmur, Undu M. C., 2014, Estimasi Beban Limbah Nutrien Pakan dan Daya Dukung Kawasan Pesisir untuk Tambak Udang Vaname Superintensif, *Jurnal Ris. Akuakultur* Vol. 9 No. 3 Tahun 2014: 439-448.
- Widyastuti E., Sukanto, Setyaningrum N., 2015, Pengaruh Limbah Organik terhadap Status Tropik, Rasio N/P serta Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Panglima Besar Soedirman, Kabupaten Banjarnegara, *Jurnal Biosfera* Vol 32 No 1 Januari 2015.
- Yudo S., 2010, Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli, *Jurnal Air Indonesia* Vol. 6 No. 1 Tahun 2010.
- Zahid A., Syafei L. S. Susilowati R., 2014, Variasi spasio-temporal sebaran kumpulan ikan di Estuari Segara Menyan, *Jurnal Iktiologi Indonesia*, Vol 14(1):67-81, Tahun