



Identifikasi Konsentrasi Logam pada Air di Perairan Sekitar Tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah

Identification Of Metals Concentrations In Surrounding Waters Adjacent To Shrimp Farms In Tayu Sub District, Regency Of Pati, Central Java

Ruzkiah Asaf^{1*}, Admi Athirah² dan Hasnawi³

¹⁻³Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan

E-mail : qiaasaf@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Tayu merupakan kawasan peruntukan perikanan, dengan sumber air yang dibutuhkan bagi tambak sangat tergantung terhadap kondisi kualitas perairan disekitarnya. Pemasukan limbah yang terus-menerus akan mempengaruhi kualitas lingkungan perairan dan apabila jumlah limbah melebihi daya dukung perairan, maka akan terjadi pencemaran yang berakibat buruk kepada komoditas perikanan, baik yang alami maupun yang dibudidaya. Tujuan daripada penelitian adalah mengetahui kandungan logam pada perairan yang merupakan sumber air untuk kegiatan budidaya yang akan berpengaruh terhadap produksi. Pengambilan sampel logam dilakukan pada 18 titik dengan metode pengujian yang dilakukan menggunakan AAS untuk K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, dan Cr, sedangkan untuk As, Hg, B dan Mo menggunakan metode MP-AES, sampel logam diambil dari air sumur bor, sawah, air sekitar Tempat Pelelangan Ikan (TPI), muara, depan muara, batas laut, laut dan sungai. Hasil penelitian terhadap 17 kandungan logam menunjukkan bahwa kandungan logam Cr, Cu, Zn, B dan Mo berada pada batas normal, sedangkan kandungan logam lainnya yaitu K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Pb, Co, Ni, As, dan Hg, menunjukkan nilai yang melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup 2010 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 pada beberapa titik pengambilan yaitu muara, sungai, laut dan sawah.

Kata Kunci: Kecamatan Tayu, Konsentrasi logam, Perairan, Tambak.

Abstract

Tayu Subdistrict is a fishery allotment area, with the air source needed for ponds very dependent on the appropriate quality. Continuous inclusion of waste will affect the quality of the environment and increase the amount of waste for carrying capacity, pollution will occur which has a negative impact on fisheries partnerships, both natural and cultivated. The purpose of this study is to discuss metals containing water sources for aquaculture activities that will involve production. Metal sampling was carried out at 18 points using the testing method using AAS for K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, and Cr, performed for As, Hg, B, Mo uses the MP-AES method, metal samples are taken from drill wells, rice fields, air around the Fish Auction Place (TPI), estuary, estuary front, sea, sea and river boundaries. The results of the study of 17 metal content Cr, Cu, Zn, B, Mo depend on the normal limit, while the other metal content, namely K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Pb, Co, Ni, As, and Hg, determine the value which exceeds the threshold set by the Office of the State Minister of Environment 2010 and Government Regulation No. 82 of 2001 concerning several points of extraction, namely estuary, river, sea and rice fields.

Keywords: *Tayu District, Metal concentration, Waters, Ponds.*

PENDAHULUAN

Kecamatan Tayu terdiri dari 21 desa dengan luas wilayah 56,042 km² (5.604,28 Ha) dari luas wilayah tersebut 125 Ha adalah wilayah berupa tambak. Salah satu faktor kegagalan dalam melakukan budidaya adalah kemunduran mutu lingkungan dalam hal ini adalah media air yang digunakan dalam budidaya. Air merupakan media yang sangat penting untuk kegiatan usaha tambak baik dari segi kualitas dan kuantitas, kondisi kualitas air yang baik dapat menjamin pertumbuhan dan perkembangan komoditas yang dipelihara, air merupakan sumber daya alam yang diperlukan oleh semua makhluk hidup, dengan sifatnya yang sangat penting memerlukan upaya untuk menjaga kualitas dan kuantitas yang layak bagi kehidupan.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo., *et al* (2009) mengenai perkembangan budidaya bandeng di Pantai Utara Jawa tengah mengatakan bahwa, pengairan tambak wilayah pantai utara Jawa Tengah, memiliki sumber air yang kualitasnya kurang baik karena sumber air tawarnya merupakan air irigasi untuk lahan pertanian yang umumnya memiliki unsur anorganik tinggi, yang telah terkontaminasi dengan residu pestisida dan limbah beberapa industri serta limbah domestik yang berada di bagian hulu, letak saluran masuk dan saluran buang sangat berdekatan, sehingga air buangan belum sampai ke laut lepas sudah digunakan lagi pada petak tambak, selain itu kedua saluran tersebut bermuara pada satu sungai yang akan menimbulkan dampak sama, kondisi pendangkalan juga merupakan masalah dalam memperoleh air yang berkualitas karena pergerakan air buangan akan lambat ke arah laut lepas, sehingga air tersebut masih dimanfaatkan lagi bersama air pasang. Sumber air di bumi relatif tetap namun jumlah yang dapat dimanfaatkan cenderung menurun, penyebab utama keadaan tersebut adalah pertumbuhan penduduk serta semakin bervariasinya aktivitas manusia, termasuk dalam memanfaatkan air.

Pentingnya mengetahui kondisi sumber air dalam penggunaan untuk kegiatan pertambakan merupakan hal yang utama, apalagi dengan kondisi era industrialisasi telah terjadi penurunan kualitas air atau pencemaran perairan dan penambahan komposisi air alami yang meningkat drastis, akibat sungai, danau, pantai dan laut telah dijadikan sebagai tong pembuangan limbah industri yang ada di sekitarnya, sehingga menimbulkan pencemaran perairan. Elemen-elemen metalik (logam) secara alami berasal dari pelapukan batuan-batuan bumi, Masuknya elemen-elemen atau ion-ion logam berat ke badan air khususnya dalam konsentrasi yang sangat tinggi semakin diperparah oleh kegiatan industri.

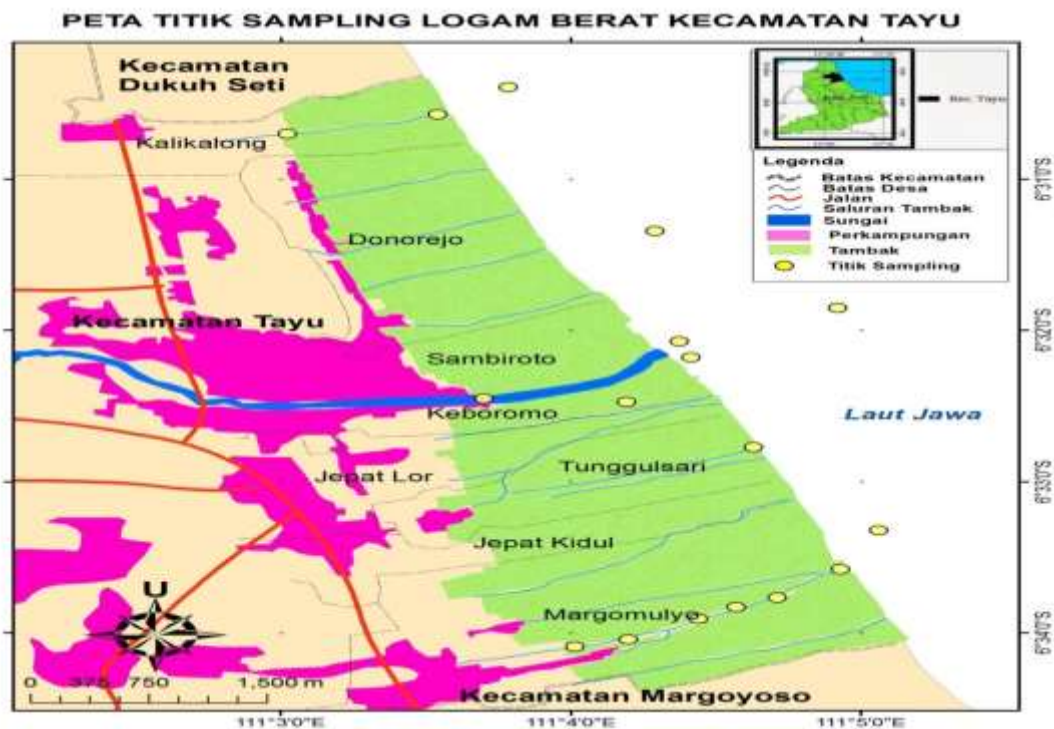
Pencemaran tanah dan perairan oleh komponen logam berat dapat menyebabkan terjadinya toksemia (keracunan) pada ikan yang mungkin menyebabkan kematian seketika, akumulasi biologis, keracunan kronis dan perubahan-perubahan fungsi fisiologis yang akan mengurangi kemampuan ikan dalam bertahan hidup. Tingkat asam/basa (pH) air merupakan faktor yang sangat berperan mengarahkan apakah bentuk kimiawi logam terlarut tersebut beracun atau tidak. Pada pH yang tinggi, beberapa logam akan berbentuk hidrosida atau karbonat yang relatif sukar terlarut.

Senyawa-senyawa ini cenderung terpresipitasi atau tetap berbentuk partikulat-partikulat yang tidak beracun yang terlarut dalam air. Sebagian logam-logam lainnya cenderung akan berbentuk komponen yang mudah terlarut dalam pH yang tinggi. Oleh karena adanya beberapa hal yang dapat menimbulkan adanya logam yang berdampak negatif dalam kegiatan budidaya maka dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi logam dalam air di perairan sekitar tambak Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati, pada bulan Juni dan September 2014. Berikut ini peta lokasi titik pengambilan sampel logam berat kecamatan kayu.



Gambar 1. Peta Titik Pengambilan Sampel Air Logam Di Kecamatan Tayu

Prosedur Penelitian

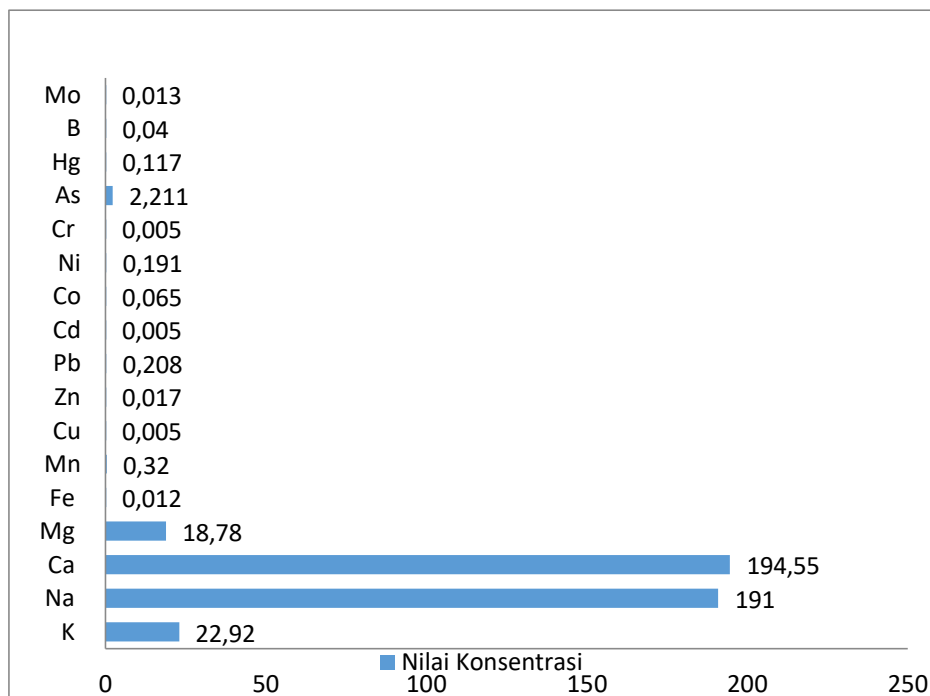
Pengambilan sampel logam dilakukan pada 17 titik yang merupakan titik sumber air yang digunakan untuk kegiatan budidaya dan air disekitarnya yang akan berpengaruh terhadap aktivitas budidaya, dengan pengambilan sampel pada air sumur bor, sawah, air sekitar Tempat Pelelangan Ikan (TPI), muara, depan muara, batas laut, laut dan sungai. Pengambilan contoh air diambil dengan menggunakan Water Sampler yang volumenya lebih dari 5 liter, selanjutnya dimasukkan ke dalam botol polietylen yang volumenya lebih kurang 1 liter, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring yang pori-porinya 0,45 mm. Di laboratorium air yang sudah disaring ini kemudian diawetkan dengan HNO₃ pekat, dan diekstraksi dengan menggunakan bahan pengompleks APDC, NaDDC dan MIBK. Selanjutnya diekstraksi lagi ke fase air dengan HNO₃ pekat. Kadar logam berat K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Hg, Pb, Cd, Co, Cr, Zn, dan Ni diukur dengan menggunakan alat AAS. Untuk mengetahui konsentrasi logam As, Hg, B, Mo, dilakukan uji dengan menggunakan MP-AES.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Logam pada Air Sumur Bor

Salah satu sumber air yang dapat diolah untuk mendapatkan air bersih adalah sumur dangkal, sumur dangkal hasil pengeboran merupakan salah satu akses untuk mengatasi kekurangan air bersih, namun kualitas air yang menunjukkan mutu dan kondisi air dalam pemanfaatan air sumur bor tersebut harus tetap sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Air permukaan adalah air sungai dan air danau, sedangkan air tanah berupa air sumur dangkal (sumur gali), air sumur dalam (sumur bor), maupun mata air (Mulia, 2005). Air mengandung zat-zat terlarut seperti mineral-mineral yang memegang peranan penting untuk berbagai aktivitas di dalam sel-sel tubuh. Menurut Kosizek (2004) air minum yang mengandung mineral dengan kadar rendah memiliki efek langsung terhadap kesehatan. Air yang tidak mengandung mineral akan menyerap mineral dari makanan yang masuk ke dalam tubuh, begitu juga mineral dari tubuh sehingga tubuh akan kekurangan mineral. Oleh karena itu, air yang digunakan harus mengandung mineral utama seperti kalsium, magnesium, dan kalium. Kalium merupakan ion intraselular dan dihubungkan dengan mekanisme pertukaran dengan natrium, Kalium memegang peranan dalam pemeliharaan keseimbangan cairan dan elektrolit serta keseimbangan asam basa.

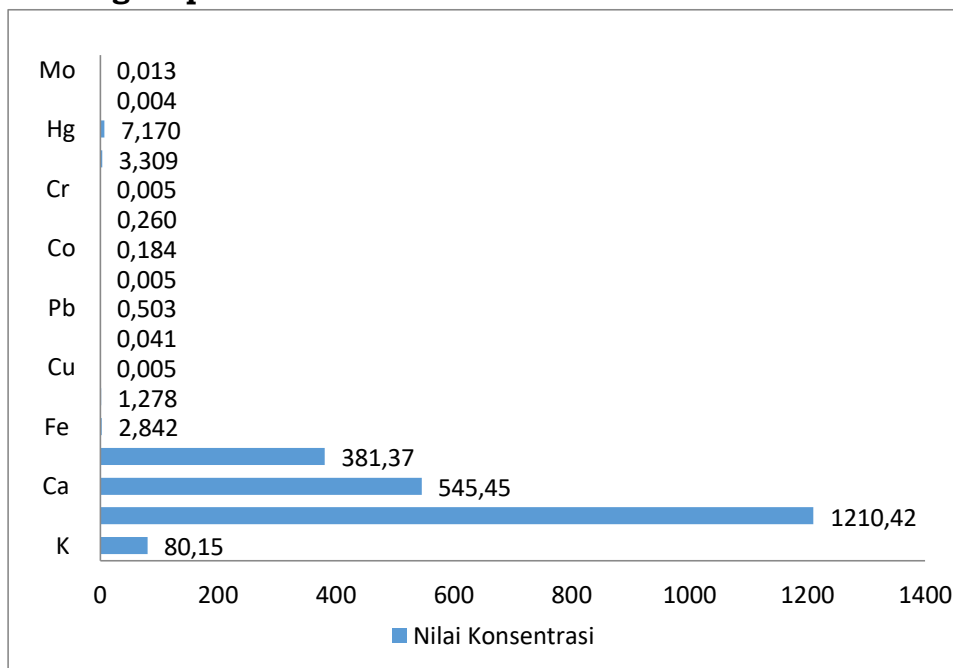


Gambar 2. Konsentrasi Logam pada Sumur Bor

Berdasarkan hasil pengukuran sampel pada air sumur bor (Gambar 2) menunjukkan bahwa kandungan logam K, Ni, As dan Hg melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dan Permenkes No 416/Men Kes/Per./IX/1990 tentang standar baku mutu air pada air sumur. Untuk unsur logam K yang merupakan komposisi zat terlarut dalam kelompok unsur sekunder dengan kandungan 0,01-10 mg/l (Danaryanto dan Hadipurwo, 2006) telah melebihi ambang batas, kandungan unsur logam K pada komposisi kimia air tanah akan memberikan pengaruh pada berbagai kegiatan dalam memanfaatkan sumber air tersebut. Beberapa hal yang dapat menjadi penyebab dari pencemaran yang terjadi dalam air tanah, yaitu adanya keberadaan tanah sebagai medium dimana air tanah berada diantara butir tanah atau mengalir dalam pori tanah. Di dalam proses pencemaran, selain faktor karakter zat pencemaran itu sendiri, faktor lain yang berpengaruh ialah sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah seperti diameter partikel, tanah, luas permukaan butiran tanah, dan porositas dapat mempengaruhi pergerakan dan keberadaan zat pencemaran di dalam tanah dan air tanah. Kandungan kontaminan anorganik seperti logam yang bersifat asam akan melarutkan zat-zat yang membentuk struktur tanah, terutama bila tanah tersebut mengandung banyak liat. Logam-logam yang berupa hidroksida atau yang berada dalam struktur kristal alumunium, besi, logam alkali dan alkali tanah dapat larut oleh asam. Bila air tanah mengandung asam, nilai konduktifitas akan meningkat (Notoatmojo, 2005).

Hasil pengukuran pH pada air sumur bor tersebut adalah 8,55, pH tersebut telah melebihi ambang batas sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 492/MENKES/PER/IV/2010. Kadar arsen (As) yang tinggi dapat merusak klorofil. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan pertanian, kadar arsen sebaiknya kurang dari 0,1 mg/liter. Konsentrasi arsen yang mematikan bagi *microalgae* berkisar antara 2,0 – 10,0 mg/liter. Kadar arsen yang melebihi 10 mg/liter bersifat toksik bagi ikan. Kadar arsen (As) yang aman pada perairan laut adalah sekitar 0,01 mg/liter (McNeely *et al*, 1979 dalam Effendi, 2003). Adanya permasalahan kandungan logam pada air sumur bor dapat diketahui dari adanya proses keterdapatan air tanah yang sangat erat kaitannya dengan komponen-komponen lingkungan lainnya dalam siklus, seperti iklim, vegetasi serta jenis lapisan tanah dan batuan. Kondisi tersebut menyebabkan potensi air tanah setiap daerah akan berbeda, perubahan-perubahan yang terjadi pada komponen lingkungan akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas sumberdaya air tanah . Dari gambar tersebut (gambar 2) terlihat bahwa kadar logam Na dan Ca yang tinggi, hal tersebut dapat dijelaskan bahwa rata-rata air permukaan dari air sumur mengandung bahan-bahan logam terlarut seperti Na, Mg, Ca dan Fe dan jika mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi maka disebut air sadah, Tingkat kesadahan di berbagai tempat perairan berbeda-beda, pada umumnya air tanah mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi, hal ini terjadi karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air (Marsidi, R. 2001).

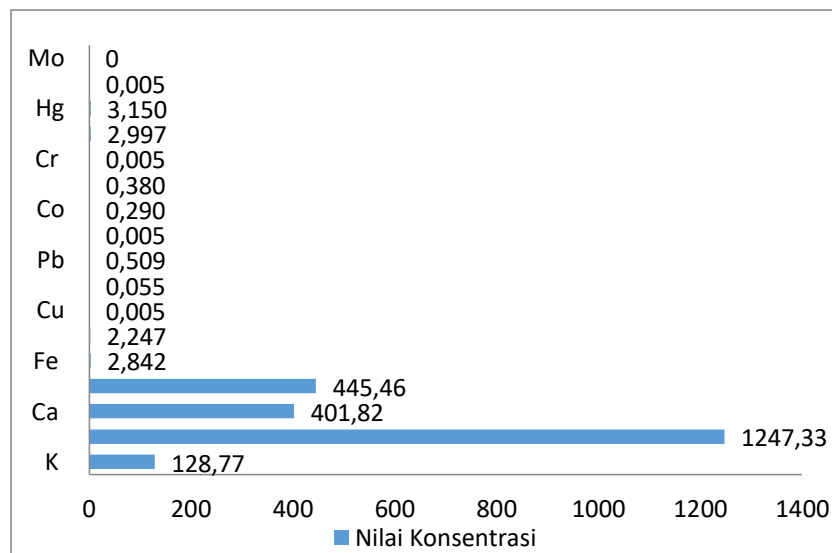
Konsentrasi Logam pada Saluran Air diantara Tambak



Gambar 3. Konsentrasi Logam pada Saluran Air diantara Tambak

Pada gambar tersebut terlihat bahwa kandungan logam K, Na, Ca, Mg, Fe, Pb, Ni, As, Hg memiliki nilai konsentrasi yang melebihi ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Pencemaran yang terjadi pada tanah, air tanah, badan air, atau sungai, udara dapat menyebabkan terganggunya ekosistem. Tingginya kandungan logam tersebut dapat disebabkan karena sumber pengairan tambak yang digunakan merupakan air irigasi untuk lahan pertanian yang mengandung unsur anorganik tinggi, karena adanya kontaminasi residu pestisida, limbah industri dan limbah domestik dari hulu, selain permasalahan tersebut hal lain yang menjadi penyebab adalah rata-rata tambak di daerah Pati banyak ditemukan saluran masuk dan saluran buang yang berdekatan, sehingga air buang yang belum sampai ke laut lepas, akan tersedot kembali untuk digunakan ulang, atau dengan adanya muara yang sama dari dua saluran sungai pada satu saluran sungai. Beberapa hal yang menyebabkan adanya kandungan logam yang tinggi yaitu adanya pencemaran limbah yang terjadi di sungai yang masuk ke lahan melalui sistem irigasi, dan residu pestisida dan pupuk sintetis dari usaha pertanian di daerah sekitar lahan maupun dari lahan lain yang terbawa air irigasi (Undang Kurnia *et al.*, 2003). Terputusnya rantai dalam satu tatanan lingkungan atau matinya organisme yang menyebabkan terganggunya ekosistem (Soemarwoto, 1991).

Konsentrasi Logam pada Sawah

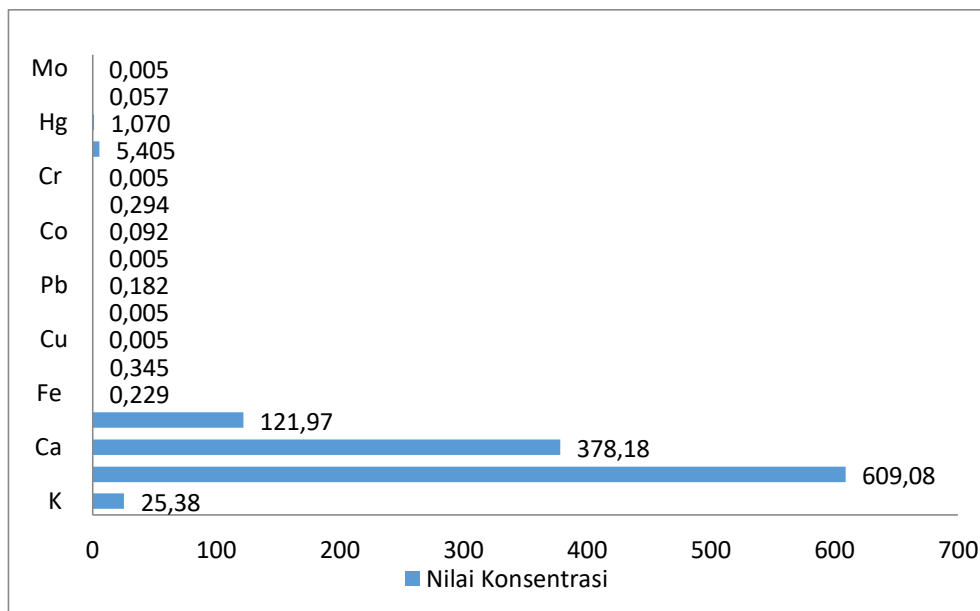


Gambar 4. Konsentrasi Logam pada Sawah

Lahan sawah mempunyai sifat dan ciri tanah yang spesifik. Perlakuan penggenangan menyebabkan terjadinya perubahan pH, turunnya potensial redoks dan perubahan perilaku unsur hara (Indriana, 2008). Berbagai sumber dan penyebab pencemaran pada sawah diantaranya adalah penggunaan bahan-bahan agrokimia dan

masuknya beberapa limbah industri pada lahan sawah. Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Pb, Ni, As dan Hg memiliki nilai konsentrasi yang melebihi ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Hal yang merupakan penyebab dari tingginya kandungan logam pada sawah terutama konsentrasi Na yaitu, pada umumnya Industri di Indonesia dibangun pada kawasan pertanian yang subur, dan diketahui bahwa ada beberapa industri terdapat di kecamatan Tayu kabupaten Pati tersebut. Selain mengurangi luas lahan pertanian, hal tersebut menimbulkan permasalahan, yaitu terjadinya pencemaran B3 dan logam berat melalui limbahnya yang dibuang ke badan air/sungai. Setiap industri menggunakan bahan baku utama dan bahan pembantu yang berbeda dalam proses produksinya. Di antara bahan baku yang digunakan ada yang mengandung bahan-bahan kimia berbahaya, sehingga limbah yang dihasilkan dapat mengandung unsur-unsur yang sama seperti bahan bakunya. Para pelaku industri biasanya membuang limbah ke dalam badan air atau sungai dengan atau tanpa melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu, dari buangan kedalam air sungai tersebut dimanfaatkan untuk mengairi lahan pertanian atau sawah, sejumlah unsur B3 dan logam berat, seperti Na, NH₄, SO₄, Fe, Al, Mn, Co, dan Ni yang potensial menyebabkan pencemaran, terutama bila air limbah tersebut masuk ke dalam badan air atau sungai dan airnya digunakan sebagai sumber air irigasi.

Konsentrasi Logam pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

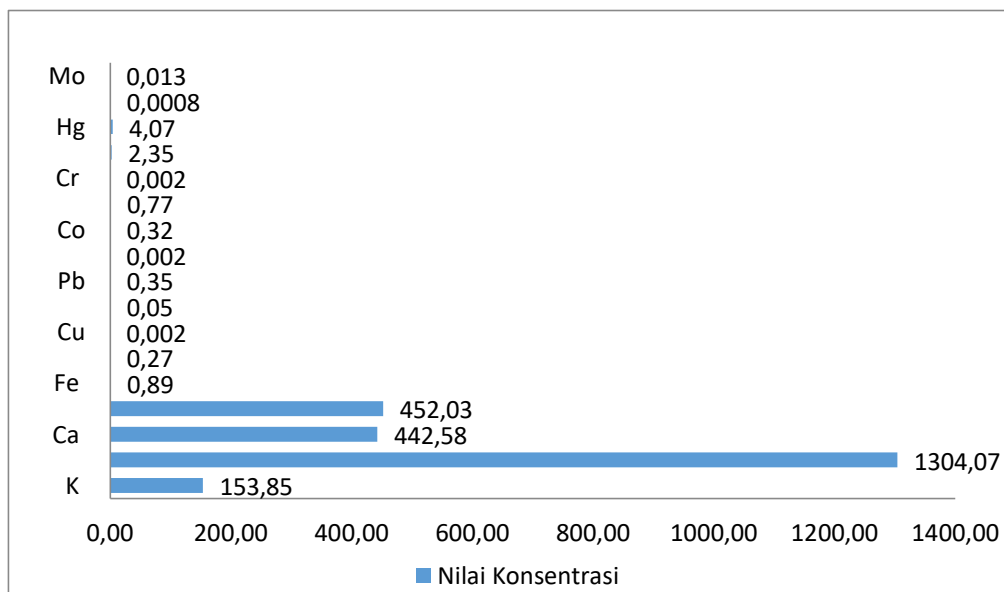


Gambar 5. Konsentrasi Logam pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

Hasil penelitian kandungan logam pada daerah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) menunjukkan bahwa logam K, Na, Ca, Ni, dan As memiliki nilai yang melebihi ambang

batas yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Pencemaran yang terjadi pada daerah Tempat Pelelangan Ikan (TPI) adalah adanya cemaran air oleh berbagai limbah B3 telah masuk dalam aliran tambak rakyat dan secara perlahan terkontaminasi logam berat, dari data terlihat bahwa unsure kandungan logam Na adalah yang tertinggi, hal tersebut dapat disebabkan oleh hasil buangan limbah dari beberapa industri yang memiliki kandungan Na tinggi, beberapa penyebab logam lain yang tinggi dapat diketahui dari hasil penelitian Balitbang Provinsi Jawa Tengah tahun 2006, yang menjelaskan bahwa di 12 kabupaten/kota pantai utara Jawa Tengah telah mengandung logam berat (Hg, Cd, Co, Pb, Cr, Ni, Zn, dan As) pada air, sedimen dan jaringan lunak kerang, kandungan logam berat tersebut sebagian besar telah melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004; Surat Keputusan Dirjen POM Nomor. 3725/B/SKNTI/89; WHO dalam US FDA (1993); maupun Ontario Ministry of Enviroment (1998). Penelitian Bappeda Provinsi Jawa Tengah dan PPLH Universitas Diponegoro tentang kualitas estuaria di Jawa Tengah menunjukkan 5 sungai dan estuaria yang tercemar logam berat melebihi ambang batas salah satunya adalah sungai Juwana Pati. beberapa wilayah estuaria yang berdekatan dengan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) ikan-ikan telah tercemar lecheate (air lindi) yang di dalamnya terkandung logam yang sangat berbahaya, ada dua TPI di Kecamatan Tayu yang kemungkinan pencemaran akibat pengaruh dari TPA yang telah tercemar.

Konsentrasi Logam pada Laut



Gambar 6. Konsentrasi Logam pada Laut

Limbah industri menjadi sumber utama pencemaran lingkungan dari industri yang dapat terjadi pada berbagai komponen lingkungan baik air, tanah maupun udara, tetapi yang paling berbahaya bagi kehidupan adalah yang terjadi di perairan (Manik, 2009). Cepat atau lambat sebagian zat-zat pencemar tersebut yang terbawa aliran sungai akan bermuara ke lautan. Hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran pantai dan laut sekitarnya. Menurut Palar (2008), pada limbah industri seringkali terdapat bahan pencemar yang sangat membahayakan seperti logam berat. Adanya perkembangan industri yang pesat dan kegiatan pertambangan yang ekstraktif serta meningkatnya urbanisasi terutama pada daerah pesisir tanpa menggunakan fasilitas penanganan limbah menambah dampak buruk terhadap lingkungan terutama pesisir dan lautan, sehingga pencemaran yang terjadi menyebabkan penurunan kualitas lingkungan pesisir dan laut. Laut juga merupakan tempat pembuangan langsung sampah atau limbah dari berbagai aktivitas manusia dengan cara yang murah dan mudah. Dengan demikian maka di laut akan dijumpai berbagai jenis sampah dan bahan pencemar terutama logam (Siahainenia, 2001).

Dari hasil penelitian dengan pengambilan sampel pada laut dengan 5 (lima) titik pengambilan sampel yaitu pada batas laut, depan muara batas laut dengan kedalaman 1.5 m, laut dengan kedalaman 3 m, kedalaman laut 1.5 m dengan dua lokasi yang berbeda, diperoleh nilai rata-rata dengan nilai konsentrasi yang tinggi pada logam Mg, Ca, Na dan K, Keetiga unsure logam ini adalah merupakan elemen makro pada perairan. Elemen makro disuatu perairan jumlahnya sangat banyak dan bersifat sangat konservatif atau keberadaanya dilaut sangat tetap, dan konsentrasi tidak berkurang ataupun tidak bertambah dengan semakin dalam suatu perairan, unsure kimia ini terdapat dilaut dalam kadar yang besar, yaitu terdapat dalam jumlah lebih dari 31,67 miligram elemen dalam 1 liter air laut atau 21,5 g / l maka dan dinamakan sebagai unsur kimia utama. Nilai konsentrasi Pb, Ni, As dan Hg yang diperoleh telah melebihi ambang batas. Nilai kandungan logam K, Pb, Ni, As dan Hg pada semua titik pengambilan sampel telah melebihi ambang batas. Kandungan logam Ca yang melebihi ambang batas terdapat pada titik pengambilan sampel pada batas laut, depan muara batas laut dengan kedalaman 1,5 m, dan pada pengambilan sampel stasiun II dengan kedalaman 1,5 m. Untuk kandungan logam Mn, pengambilan sampel pada stasiun II dengan kedalaman 1,5 m memiliki kandungan logam melebihi ambang batas, untuk kandungan logam Co, pengambilan sampel pada batas laut, depan muara batas laut dengan kedalaman 1,5 m, laut dengan kedalaman 3 m, laut pada stasiun I dengan kedalaman 1,5 m yang memiliki kandungan logam Co melebihi ambang batas, berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, dan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

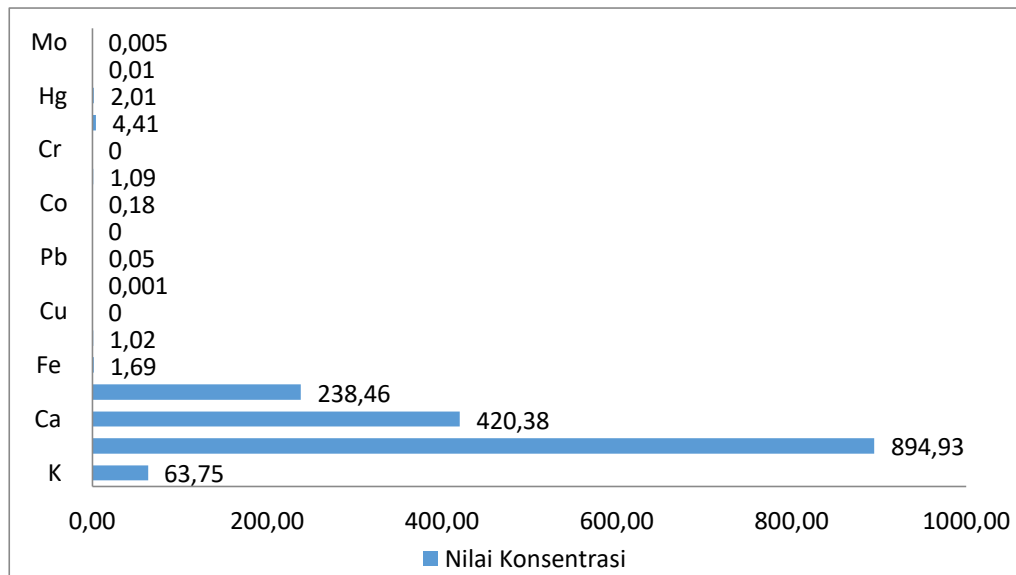
Salah satu penyebab tingginya konsentrasi unsure As adalah As di saluran pasang surut air berasal dari air tanah yang mengalir ke saluran pasang surut, mungkin dengan irigasi air tanah sawah di hulu, karena konsentrasi As paling tinggi di air tanah. Konsentrasi As yang lebih tinggi dalam air saluran pasang surut pada musim kemarau dapat disebabkan oleh proporsi air tanah yang lebih besar daripada air saluran pasang surut pada musim hujan ketika limpasan permukaan dan debit sungai tinggi. Gradien head yang lebih tinggi di musim kemarau juga dapat menyebabkan pembuangan yang lebih besar dari pengurangan air tanah yang kaya-As ke saluran pasang surut sebagai aliran dasar (Datta S., *et al*, 2009), hal tersebut juga dijelaskan bahwa konsentrasi arsenik umumnya lebih tinggi di air tanah daripada semua jenis air permukaan (Islam MR., *et al*, 2000). Sebagaimana kita ketahui bahwa perairan permukaan ditemukan pada titik-titik rendah pada daerah aliran sungai, yang merupakan wilayah daratan yang mengalir ke badan air permukaan. Air hujan yang jatuh di daerah tangkapan air yang tidak meresap ke tanah dapat mengalir menuruni permukaan ke sungai atau danau pada titik rendah. Badan air permukaan juga bisa diperoleh dari air tanah dan mengalir, selalu menurun, menuju laut. Karena air permukaan mengalir di atas tanah, air dapat mengambil dan membawa bahan kimia, partikel, atau organisme apa pun yang cukup kecil untuk ikut dalam aliran atau yang dapat larut dalam air. Itu berarti bahwa serpihan tanah, batang, bahan kimia terlarut, dan mikroorganisme semuanya dapat dibawa dari tanah ke perairan permukaan. Tanah yang tidak tertahan oleh akar tanaman, bakteri, pupuk kandang atau pestisida yang tersebar di ladang, debu jalan, minyak dari mobil, cat yang lebih tipis dibuang ke tanah - semua hal ini dapat tersapu oleh air hujan ke sungai, danau dan laut. Dari hal tersebut jelas menunjukkan pengaruh lingkungan perairan serta aktivitas manusia di sekitarnya pada titik waktu tertentu dapat berkontribusi terhadap akumulasi logam berat dalam produk perikanan (Zhang *et al.*, 2007). Akumulasi logam berat di lingkungan perairan telah dikaitkan dengan limpasan perkotaan, pabrik pengolahan limbah, limbah industri dan limbah, operasi penambangan, kegiatan berperahu, pembuangan sampah domestik dan limpasan fungisida pertanian (Alemdaroglu *et al.*, 2003).

Konsentrasi Logam pada Sungai

Sungai merupakan tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terutama disebabkan oleh adanya kegiatan manusia disekitar sungai. Kualitas air sungai dapat diketahui dengan pemantauan faktor kimia-fisik air sungai dan biologi sungai. Masukan buangan ke dalam sungai akan mengakibatkan terjadinya perubahan

faktor fisika, kimia, dan biologi di dalam perairan. Perubahan ini dapat menghabiskan bahan-bahan yang penting dalam perairan sehingga dapat mengganggu lingkungan perairan. Air yang telah tercemar dapat mengakibatkan kerugian yang besar bagi manusia. Kerugian yang disebabkan oleh pencemaran air dapat berupa air menjadi tidak bermanfaat lagi yaitu antara lain: air tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan rumah tangga, air tidak dapat untuk keperluan industri, air tidak dapat digunakan untuk keperluan pertanian. (Wardhana, 2004).

Berikut ini grafik konsentrasi logam pada sungai berdasarkan hasil penelitian.



Gambar 7. Konsentrasi Logam pada Sungai

Pencemaran air merupakan persoalan yang terjadi di sungai dari badan air di Indonesia. Dari beberapa penelitian terakhir mengindikasikan sebagian besar sungai utama di Indonesia telah tercemar baik oleh limbah industri maupun limbah domestik, bahkan di beberapa tempat seperti di sebagian wilayah kota industri tingkat pencemaran air permukaan sudah melebihi ambang batas yang diperkenankan untuk konsumsi bahkan untuk irigasi pertanian (Prayitno, 2008).

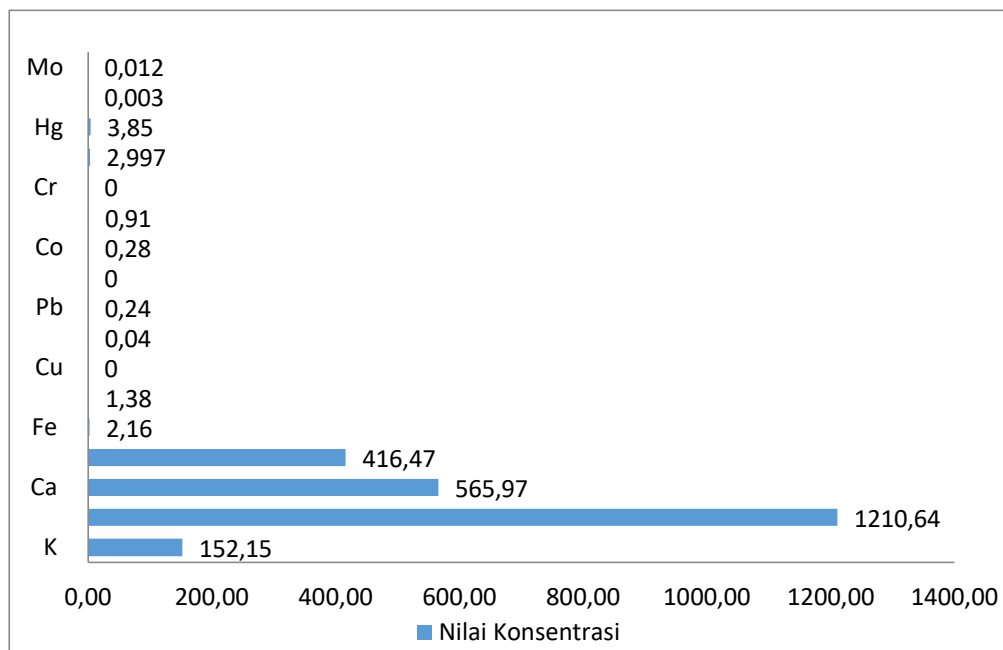
Lokasi pabrik gula terdapat di Desa Pakis Kecamatan Tayu, limbah dari pabrik gula tersebut dibuang ke sungai sehingga kualitas airnya menurun. Semakin banyak industri yang mengalirkan air limbah ke dalam aliran-aliran sungai di sekitarnya maka aliran sungai semakin tercemar dan tidak layak lagi sebagai penyediaan air. Hasil penelitian kandungan logam pada sungai menunjukkan bahwa kandungan logam K, Na, Ca, Fe, Ni, As, dan Hg telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Logam berat Fe, As, Ni dan Hg umumnya masuk melalui limbah industri seperti limbah cair yang merupakan senyawa asam atau garam logam (Palar, 2008), hal lain yang

merupakan penyebab salah satu logam tersebut tinggi yaitu diketahui bahwa secara umum, konsentrasi arsenik tinggi di air tanah (Ayers JC, 2017). Salah satu sumber arsenik potensial adalah pencucian dari batu selama pelapukan kimia. Besi ferro yang dilepaskan dioksidasi untuk membentuk ferric oxyhydroxides yang menyimpan As dan memungkinkannya untuk diangkut oleh sungai, yang menyimpan endapan kaya As di dataran banjir. Arsenik dapat larut dari sedimen ini ke dalam air di kolam air tawar, kolam udang, atau sawah. Arsenik di sungai juga bisa terurai dari sedimen tepi sungai yang memiliki konsentrasi arsenik yang tinggi karena pembuangan air tanah yang kaya dan berkurang selama musim kemarau (Datta S., et al, 2009; Mukherjee A., et al, 2008) pada akhirnya, arsenik dapat berasal dari air tanah yang digunakan untuk irigasi hulu. Untuk logam Ni, sifat toksisitas tergantung pada kesadahan airnya. Kandungan logam Mg pada sungai pengamatan I,IV,V dan VI melebihi ambang batas, kandungan logam Pb pada sungai III dan IV melebihi ambang batas, Logam Pb yang masuk ke dalam perairan sebagai dampak aktivitas manusia, di antaranya dalam air buangan (limbah) industri yang berkaitan dengan timbal (Pb) yang jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak sungai dan terbawa menuju laut, Umumnya jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang menggunakan Pb akan merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya (Palar, 2008). Kandungan logam Co pada pengamatan sungai VI telah melebihi ambang batas. Logam Mg dan Co merupakan logam transisional, logam yang esensial pada konsentrasi rendah, tetapi dapat menjadi toksik pada konsentrasi tinggi. Logam-logam berbahaya yang dibuang oleh industri dapat langsung masuk ke badan air atau yang berbentuk senyawa gas-gas dapat masuk keperairan melalui interaksi antara air, udara atau melalui *run-off* air permukaan akibat hujan. Selain hal tersebut diatas dapat diketahui bahwa, sungai membawa ion terlarut yang mereka terima dari air tanah dan limpasan permukaan ke laut. Ion terlarut meliputi HCO_3^- , Ca^{++} , SO_4^- , H_4SiO_4 , Cl^- , Na^+ , Mg^{++} , K^+ , PO_4^{3-} . Total padatan terlarut di sungai sekitar 100 mg / liter, kira-kira 20 kali konsentrasi dalam air hujan. Sebagian besar peningkatan ini disebabkan oleh pelapukan mineral. Sungai juga membawa pecahan batu kecil dan mineral yang dihasilkan dalam reaksi pelapukan seperti lempung. Partikel-partikel ini, sebagian besar dibawa dalam suspense yang mengandung unsur Al, Fe, Si, Ca, K, Mg, Na dan P.

Konsentrasi Logam pada Muara

Muara didefinisikan sebagai badan air yang menghubungkan daratan dan lautan dan meluas dari kondisi laut sepenuhnya ke batas efektif pasang surut, dan di mana air laut diencerkan oleh aliran air tawar (Hobbie, 2000).

Berikut ini konsentrasi logam pada muara sunga berdasarkan hasil penelitian.



Gambar 8. Konsentrasi Logam pada Muara

Muara merupakan tempat segala kegiatan manusia yang secara intens, banyak kegiatan ekosistem seperti pasokan air tawar, perikanan, regulasi iklim, akses ke air pantai, perlindungan pantai, pemurnian air, dan pengolahan limbah (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), Muara juga berfungsi sebagai area pembibitan untuk beberapa spesies, habitat bagi keanekaragaman organisme yang tinggi untuk seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya, dan ditandai oleh produktivitas biologis yang tinggi. Namun, muara juga digunakan untuk pengenceran dan pembuangan limbah di seluruh (Kennish, 1991; Spencer et al., 2006b) yang berkontribusi terhadap kemunduran kualitas air yang lebih besar. Aliran air sungai membawa sejumlah komponen, termasuk logam berat dalam bentuk terlarut dan partikulate ke daerah estuari. Di estuari material partikulate dapat bertindak sebagai sumber bagi komponen yang terlarut, dan sebaliknya komponen yang terlarut dapat menjadi sumber bagi komponen partikulate. Selain itu material dalam bentuk partikulate ini juga akan mengalami penenggelaman membentuk sedimen di dasar. Sedimen ini tidak bersifat statis karena adanya berbagai proses fisika, kimia dan biologi, sehingga komponen tersebut dapat kembali ke kolom air. Dengan adanya proses tersebut muara merupakan salah satu tempat yang dapat mengandung kandungan logam yang berbahaya karena merupakan tempat aliran yang akhirnya dapat masuk ke tambak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi rata-rata kandungan logam K, Na, Ca, dan Mg memiliki nilai konsentrasi yang tinggi dari tiga titik muara yang diukur. Nilai konsentrasi logam Mn, Co, Ni, As dan Hg telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Kandungan logam Fe dan Pb pada muara I dan II yang

diukur menunjukkan nilai konsentrasi yang telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Hal-hal yang merupakan penyebab tingginya konsentrasi logam pada muara adalah sebagaimana diketahui bahwa air yang mengalir di benua sering bertemu dengan laut di muara. Transisi dari air tawar ke air asin memengaruhi muatan partikel yang dibawa sungai. Zat besi dan partikel tersuspensi yang kaya aluminium sebagian besar dihilangkan dari air ketika mereka bertemu dengan air muara asin. Di sini konsentrasi tinggi kation, terutama Na, menetralkan muatan negatif pada partikel-partikel sungai, yang memungkinkan mereka untuk berkumpul bersama (berflokulasi) dan tenggelam kedalam sedimen. Penghapusan terjadi dengan cepat ketika salinitas meningkat hingga 5% setelah pencampuran air sungai dan laut dan hampir selesai pada salinitas 15%. Di sebagian besar muara, air laut, yang lebih padat daripada air tawar, memasuki muara di bagian bawah dan air yang lebih segar meninggalkan muara di permukaan. Namun, di daerah kering di mana penguapan melebihi curah hujan, salinitas muara dapat melebihi lautan dan, dalam hal ini, air laut memasuki muara dari atas dan air muara mengalir di bagian bawah.

Kesimpulan

1. Beberapa konsentrasi logam dari 17 titik pengamatan di Perairan sekitar tambak kecamatan Tayu Kabupaten Pati yaitu air sumur bor, sawah, air sekitar Tempat Pelelangan Ikan (TPI), muara, depan muara, batas laut, laut dan sungai telah melebihi ambang batas.
2. Kandungan logam pada air sumur bor yang telah melebihi ambang batas adalah K, Ni, As dan Hg, pada saluran diantara tambak, logam K, Na, Ca, Mg, Fe, Pb, Ni, As, dan Hg, pada sawah logam K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Pb, Ni, As dan Hg, pada TPI (Tempat Pelelangan Ikan) adalah logam K, Na, Ca, Ni, dan As.
3. Kandungan logam pada laut dengan lima titik pengamatan, kandungan logam K, Pb, Ni, As dan Hg pada semua titik pengambilan sampel telah melebihi ambang batas, sedangkan logam Ca pada batas laut, depan muara batas laut dengan kedalaman 1,5 m, dan pada stasiun II dengan kedalaman 1,5 m. Logam Mn, pada stasiun II dengan kedalaman 1,5 m, logam Co, pada batas laut, depan muara batas laut dengan kedalaman 1,5 m, laut dengan kedalaman 3 m, laut pada stasiun I dengan kedalaman 1,5 m.
4. Kandungan logam pada sungai, logam K, Na, Ca, Fe, Ni, As, dan Hg telah melebihi ambang batas, logam Mg pada sungai pengamatan I,IV,V dan VI, logam Pb pada sungai III dan IV, logam Co pada sungai VI.

5. Kandungan logam pada muara, logam K, Na, Ca, Mn, Co, Ni, As dan Hg telah melebihi ambang batas. logam Fe dan Pb pada muara I dan II telah melebihi ambang batas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alemdaroglu T., Onur E., Erkakan F., 2003. Trace metal levels in surface sediments of lake Manyas, Turkey and Tributary River. *International Journal of Environmental Studies*, 60, 287-298
2. Ayers JC, Goodbred S (2017) Arsenic contamination in south and southeast Asia. In: *Oxford Bibliogr Environ Sci*
3. Danaryanto, dan Hadipurwo, S. 2006. **Konservasi Sebagai Upaya Penyelamatan Air Tanah di Indonesia**, disampaikan pada: Seminar Nasional Hari Air Dunia 2006. Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
4. Datta S, Mailloux B, Jung H-B, et al. Redox trapping of arsenic during groundwater discharge in sediments from the Meghna riverbank in Bangladesh. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009;106:16930–16935. doi: 10.1073/pnas.0908168106.
5. Effendi H. 2003. **Telaah kualitas air**. Kanisius. Yogyakarta.
6. Hobbie, J.E., 2000. *Estuarine Science: A Synthetic Approach to Research and Practice*. Island Press, Washington, DC.
7. Indriana, R., 2008. **Karakteristik Beberapa Sifat Kimia Tanah Lahan Sawah Kabupaten Jember**. <http://digilib.unej.ac.id/go>. [diakses 05 Desember 2017].
8. Islam MR, Salminen R, Lahermo PW. Arsenic and other toxic elemental contamination of groundwater, surface water and soil in Bangladesh and its possible effects on human health. *Environ Geochem Health*. 2000;22:33–53. doi: 10.1023/A:1006787405626
9. Kennish, M.J., 1991. *Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects*. CRC Press, Florida.
10. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.
11. Manik, K.E.S., 2009. **Pengelolaan Lingkungan Hidup**. Penerbit Djambatan. Jakarta.
12. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC. USA.
13. Mukherjee A, Fryar AE. Deeper groundwater chemistry and geochemical modeling of the arsenic affected western Bengal basin, West Bengal, India. *Appl Geochem*. 2008;23:863–894. doi: 10.1016/j.apgeochem.2007.07.011

14. Palar, H. 2008. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta.
15. Peraturan Pemerintah No 82, 2001. **Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air**.
16. Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang : **Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air**.
17. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 492/MENKES/PER/IV/2010.
18. Marsidi, R. 2001. Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. Jurnal Teknologi Lingkungan. Volume 2, No. 1, 1-10
19. Notoatmodjo, s, 2005. **Promosi kesehatan teori dan Aplikasi**. PT Rineka Cipta. Jakarta.
20. Soemarwoto, O. 1991. **Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global**. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
21. Spencer, K.L., Mac Leod, C.L., Tuckett, A., Johnson, S.M., 2006b. Source and distribution of trace metals in the Medway and Swale estuaries, Kent. Mar. Pollut. Bull. 52, 226–231
22. Undang Kurnia, J. Sri Adiningsih, dan A. Abdurachman. 2003. **Strategi Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Pertanian**. Prosiding Seminar Nasional. Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian. Pertanian Produktif Ramah Lingkungan Mendukung Ketahanan dan Keamanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : 41 – 61.
23. Prayitno. BA. 2008. **Dampak Penggunaan Air Tercemar Untuk Irigasi Pertanian dan Rekomendasi Penanganannya**. CV Rajawali. Jakarta.
24. Siahainenia. 2001. **Pencemaran Laut, Dampak dan Penanggulangannya**. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana. IPB Bogor.
25. Wardhana, W.A. 2004. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Cetakan keempat : Penerbit ANDI. Yogyakarta.
26. Zhang I., Wong M.H., 2007. Environmental mercury contamination in China: Sources and impacts. Environmental International, 33, 108-121