

Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo

Listin Fitriyah^{1*} dan Agus Rachmad Purnama²

Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia^{1*}

Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia²

*listin_fitri.tkl@unusida.ac.id

OPEN ACCESS

Citation: Listin Fitriyah dan Agus Rachmad Purnama. 2021. Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo. *Journal of Research and Technology* Vol VII (2021): Page 41–50.

Abstract

Bebek Industrial Estate is the largest industrial area in Sidoarjo Regency. Industrial activities have a positive and negative impact on the environment. One of the negative impacts on the environment because of industrial activities is decreased water quality. The water quality around the Berbek industries suffers decreased water quality. This study aims to mapping and analysing the spatial distribution patterns of cadmium which are expected to provide information patterns in the area. The sample taken is river water in the area of the Berbek Industrial, Waru District, Sidoarjo Regency. The methods used are surveys and laboratory tests. The distribution pattern of cadmium in the waters was carried out by spatial analysis used in ArcGis 10.1 Kriging Interpolation method. The highest cadmium concentration was found at the river location in Wedoro, namely 0.18 ppm, while the lowest cadmium concentration was found at the river location in Gedongan, namely 0.10 ppm. The patterns of cadmium spread in river area of Berbek Industrial showed that cadmium which was came from Wedoro river was higher compared to other river spreads.

Keywords: Cadmium, Industrial Area, Mapping, River, Spatial.

Abstrak

Kawasan Industri Berbek merupakan kawasan industri terbesar di Kabupaten Sidoarjo. Kegiatan industri mengakibatkan dampak positif maupun negatif. Dampak negatif pada lingkungan dari aktifitas industri salah satunya dari kualitas perairan. Kualitas sungai di sekitar industri Berbek mengalami penurunan kualitas air. Penelitian ini bertujuan memetakan dan menganalisis pola sebaran spasial kadmium yang diharapkan dapat memberikan informasi pola sebaran di wilayah tersebut. Sampel yang analisa adalah air sungai pada areal Kawasan Industri Berbek Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. Metode yang digunakan adalah survey

dan uji laboratorium. Pola sebaran kandungan kadmium di perairan dilakukan dengan analisa spasial dengan Metode Interpolasi Kriging program ArcGis versi 10.1. Kandungan Kadmium tertinggi ditemukan pada lokasi sungai Wedoro yaitu 0,18 ppm sedangkan kandungan kadmium terendah ditemukan pada lokasi sungai di Gedongan yaitu 0,10 ppm. Pola sebaran logam berat kadmium di sungai Kawasan Industri Berbek menunjukkan bahwa kadmium berasal dari sungai Wedoro kandungan lebih tinggi dibandingkan dengan sebaran sungai yang lain.

Kata Kunci: *Kadmium, Kawasan Industri, Pemetaan, Sungai, Spasial.*

1. Pendahuluan

Kemajuan Kabupaten Sidoarjo dibidang industri sangat pesat. Kabupaten Sidoarjo merupakan wilayah pendukung bagi perekonomian kota Surabaya. Banyak industri besar berdiri di Kabupaten Sidoarjo serta menjadi bagian dari industri berskala besar. Berdasarkan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029 terdapat kawasan industri terbagi dua yaitu Kawasan Industri Berbek di Kecamatan Waru dan Kawasan Industri Jabon di Kecamatan Jabon.

Kawasan Industri Berbek merupakan kawasan industri terbesar di Kabupaten Sidoarjo. Sebagian industri besar dan berat berada di Kawasan Industri Berbek. Adanya perkembangan industri mengakibatkan dampak kegiatan baik positif maupun negatif. Dampak positif berasal kegiatan industri yang meningkat dan perekonomian masyarakat sekitar yang meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan akibat dari kegiatan industri di sekitarnya. Salah satu pencemaran lingkungan yang terjadi yaitu tercemarnya perairan akibat kegiatan di sekitar sungai.

Keberadaan industri tersebut pada akhirnya berpotensi negatif terhadap lingkungan yaitu terjadinya akumulasi logam berat pada sungai di sekitar kawasan industri. Keberadaan logam berat yang tercemar di kawasan industri jika tidak dikelola secara baik pada akhirnya akan berpengaruh pada kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Beberapa industri berpotensi menimbulkan limbah logam berat maupun non logam berat. Kegiatan yang menimbulkan logam berat berbahaya di sepanjang sungai seperti pencemaran kadmium. Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme yang hidup di perairan dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama.

Kandungan logam berat yang paling dominan di kawasan industri adalah kadmium pada air sungai yang mengakibatkan dampak negatif pada manusia. Hal ini karena sungai merupakan tempat berkembangnya organisme air termasuk ikan yang dikonsumsi warga sekitar. Kadmium termasuk logam berat yang dapat merusak lingkungan dan mempunyai dampak pada seluruh sistem di dalam tubuh. Logam berat salah satu komponen yang ada di limbah akibat kegiatan industri yang tidak terdegradasi dalam lingkungan. Proses inhalasi pada logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia, termasuk makanan dan juga proses absorpsi. Penelitian Palar

(1994) menjelaskan dalam tubuh manusia terjadi akumulasi logam berat seperti kadmium berpengaruh terhadap gangguan kesehatan, hal ini karena logam berat ini termasuk bahan kimia yang tidak dibutuhkan sama sekali pada tubuh.

Besarnya dampak yang dapat ditimbulkan dari keberadaan logam berat di kawasan industri, maka diperlukan penelitian yang diharapkan dapat memberikan informasi terkait sebaran logam berat kadmium pada air di sungai di wilayah Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo. Sebaran nantinya akan dijabarkan dengan pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG adalah suatu sistem basis data yang berupa data yang bereferensi keruangan (spasial) secara geografis. Disamping itu, SIG juga berperan pada yang digabungkan, mengatur data dari beberapa data yang ada, dan analisis data dilakukan sehingga menciptakan *output* yang dapat digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

Permodelan pemetaan secara SIG dalam penerapan penelitian pada bidang lingkungan, metode yang dimaksud yaitu interpolasi *Invers Distance Weighted* (IDW). Proses interpolasi untuk mendapatkan nilai titik sampel dalam penyajian pemetaan. Penelitian Pramono (2008) menjelaskan hasil pemetaan sedimen tersuspensi, menunjukkan teknik interpolasi yang digunakan dalam analisa hasil kualitas sampel air yang dipetakan.

Analisa spasial merupakan analisa dan beberapa data yang dibentuk secara geografis berdasarkan faktor-faktor lingkungan serta hubungan antar variabel di lingkungan. Kegiatan proses pengolahan data dan analisis data secara spasial tersebut digunakan pada salah satu metode interpolasi dari SIG. Interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah maupun daerah yang tidak terukur, sehingga membentuk sebaran nilai pada seluruh bagian wilayah. Salah satu teknik dalam metode interpolasi yaitu teknik Kriging. Kriging merupakan interpolasi dengan perhitungan secara statistik dalam menampilkan gambar spasial (Prahasta, 2005). Metode Kriging digunakan untuk metode khusus yang dimunculkan keutamaannya dalam *moving* terbobot mengurangi dan bahkan yang meminimalkan variansi data dari hasil estimasi. Metode perhitungan ini untuk estimasi dari suatu variabel ter-regional yang membutuhkan pendekatan kalau data yang dianalisis dianggap sebagai suatu bentuk realisasi dari suatu variabel acak dan keseluruhan variabel acak yang dianalisis akan membentuk fungsi acak sehingga struktural variogram digunakan dalam metode ini (Puspita, 2013). Kelebihan metode Kriging memberikan bobot pada sampel dengan jarak yang terdekat dengan sampel atau titik dengan jarak yang lebih jauh sehingga data dan karakter variabel yang diestimasi yang lebih besar.

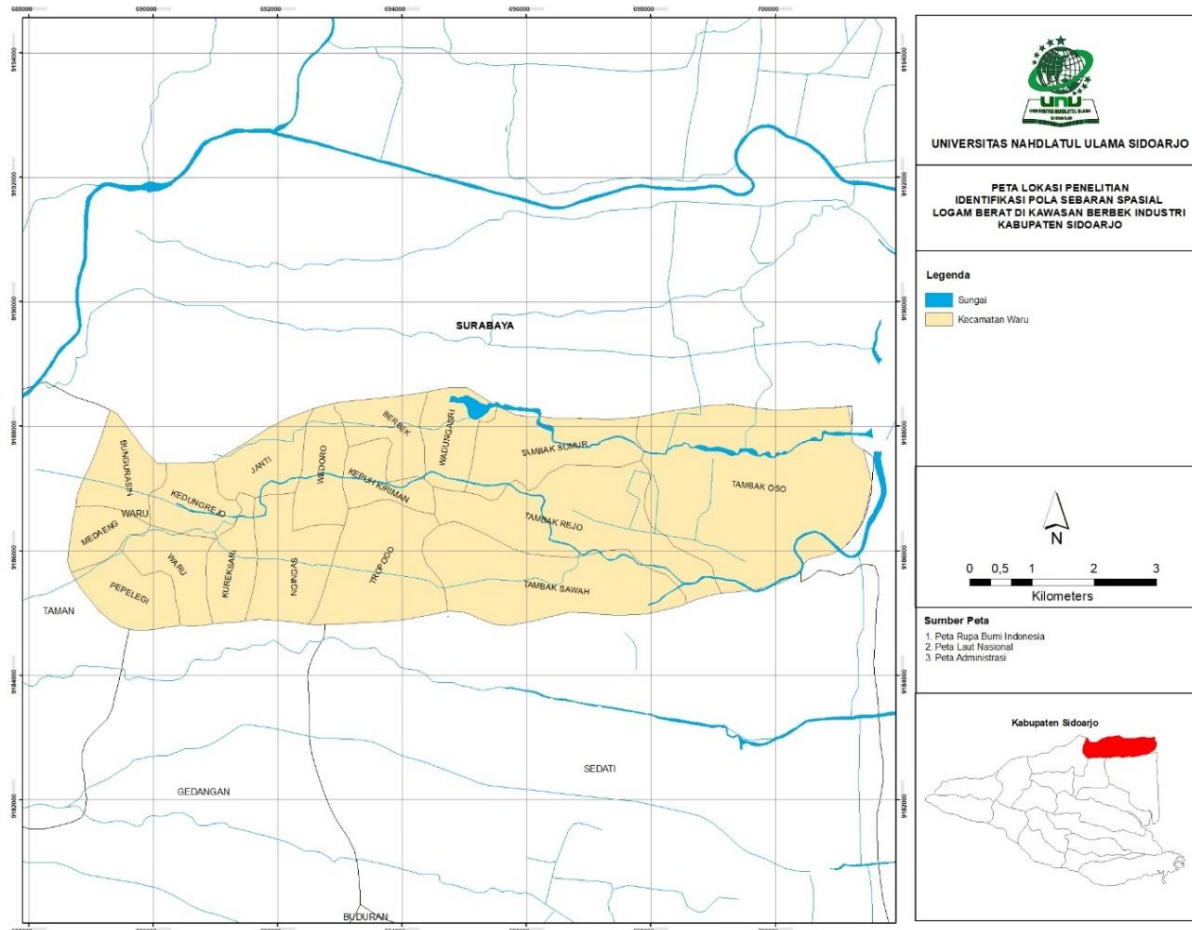
Pemantauan secara spasial ini bertujuan dalam mengelola lingkungan secara berkelanjutan di perairan yang berdekatan dengan industri. Lingkungan perairan yang tercemar dari aktifitas kegiatan sekitar menimbulkan permasalahan lingkungan terhadap sumber daya alam. Mengingat pencemaran terus menerus dari waktu ke waktu dengan banyaknya keberadaan industri di Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan uraian yang dikemukakan, maka diperlukan penelitian dalam topik tersebut.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi lokasi penelitian, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, teknik pemasukan data, dan teknik analisis data.

2.1 Tempat Penelitian

Wilayah penelitian yaitu sepanjang sungai di Kawasan Industri Berbek Waru Kabupaten Sidoarjo (Gambar 1).



Gambar 1. Wilayah Penelitian

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan ini meliputi data spasial maupun data atribut. Data spasial meliputi rekaman titik koordinat pengambilan sampel di sepanjang sungai untuk tujuan letak posisi geografis. Data spasial terdiri dari peta administrasi Kabupaten Sidoarjo dan Kecamatan Waru, peta penggunaan lahan dari RBI dan data citra satelit. Data atribut meliputi data hasil laboratorium laboratorium sampel air dari hasil *survey* di sungai Kawasan Industri Berbek.

2.3 Pengelolaan Data

Pengelolaan data meliputi interpretasi analisis pada semua data penelitian hasil *survey* dan hasil laboratorium. Pada teknik ini meliputi tahap pemasukan data dari titik kordinat dan hasil *survey* di lokasi penelitian dan tahap analisa.

2.4 Pemasukan Data SIG

Bagian dari metode ini menggunakan software ArcGIS versi 10.1. *Software* ini digunakan dalam proses analisa dan menunjukkan interpretasi hasil analisa. Metode *on screen* digitasi digunakan dalam proses data spasial yang dimasukkan dalam *software* tersebut. Data yang dimaksud dibedakan antara data raster maupun data vektor untuk digitasi. Fasilitas *database* digunakan dalam analisa atribut non spasial. Penjelasan Prahasta (2005) proses manajemen data diolah menjadi basis data atribut dan basis data spasial.

2.5 Teknik Analisis Data

Tahapan teknik analisa data terdiri dari beberapa analisis lanjutan yaitu:

- Analisis Kandungan Kadmium

Analisis kandungan kadmium didasarkan hasil laboratorium kandungan logam berat kadmium dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metode yang digunakan adalah interpolasi secara Kriging. Metode Kriging ini menganalisis data hasil uji laboratorium, kandungan kadmium yang diinterpolasikan dengan spasial atau geografi dan statistika untuk menggambarkan informasi kandungan kadmium pada setiap daerah gambaran yang diteliti. Persamaan 1 adalah persamaan metode interpolasi dengan Kriging:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i) \quad (1)$$

dimana:

$Z(S_i)$ = nilai terukur pada lokasi ke-i

λ_i = berat tidak diketahui untuk nilai terukur pada lokasi ke-i

S_0 = lokasi prediksi

N = jumlah nilai terukur

- Analisis Sebaran Kadmium

Tahapan analisis sebaran kadmium ini digunakan untuk menggambarkan daerah dan pola sebaran dari kandungan kadmium di wilayah penelitian, yaitu perairan sungai Kawasan Industri Berbek. Analisis spasial dengan cara *overlay* yaitu tumpang tindih pada data kandungan kadmium dan data spasial administrasi wilayah perairan tersebut pada peta administrasi Kabupaten Sidoarjo. Hasil yang diperoleh pada analisis ini yaitu berupa peta sebaran kandungan kadmium setiap daerah masing-masing desa yang ada di perairan wilayah tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian sampel air sungai didapatkan kandungan kadmium pada tiap lokasinya. Kandungan kadmium pada air sungai Kawasan Industri Berbek pada beberapa lokasi terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kadmium pada Air Sungai di Kawasan Industri Berbek

No.	Sampel	Lokasi	Koordinat	Kandungan Kadmium (ppm)
1.	A	Wedoro	S 7° 20' 59,5" – E 112° 44' 52,5"	0,18
2.	B	Kepuh Kiriman	S 7° 21' 4,1" – E 112° 45' 20,4"	0,11
3.	C	Berbek	S 7° 20' 58,4" – E 112° 45' 46,8"	0,12
4.	D	Gedongan	S 7° 21' 2,3" – E 112° 46' 1,8"	0,10
5.	E	Tambak Rejo	S 7° 21' 8,6" – E 112° 46' 32,4"	0,14
6.	F	Tambak Sari	S 7° 21' 12,6" - E 112° 46' 42,3"	0,11

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, 2020

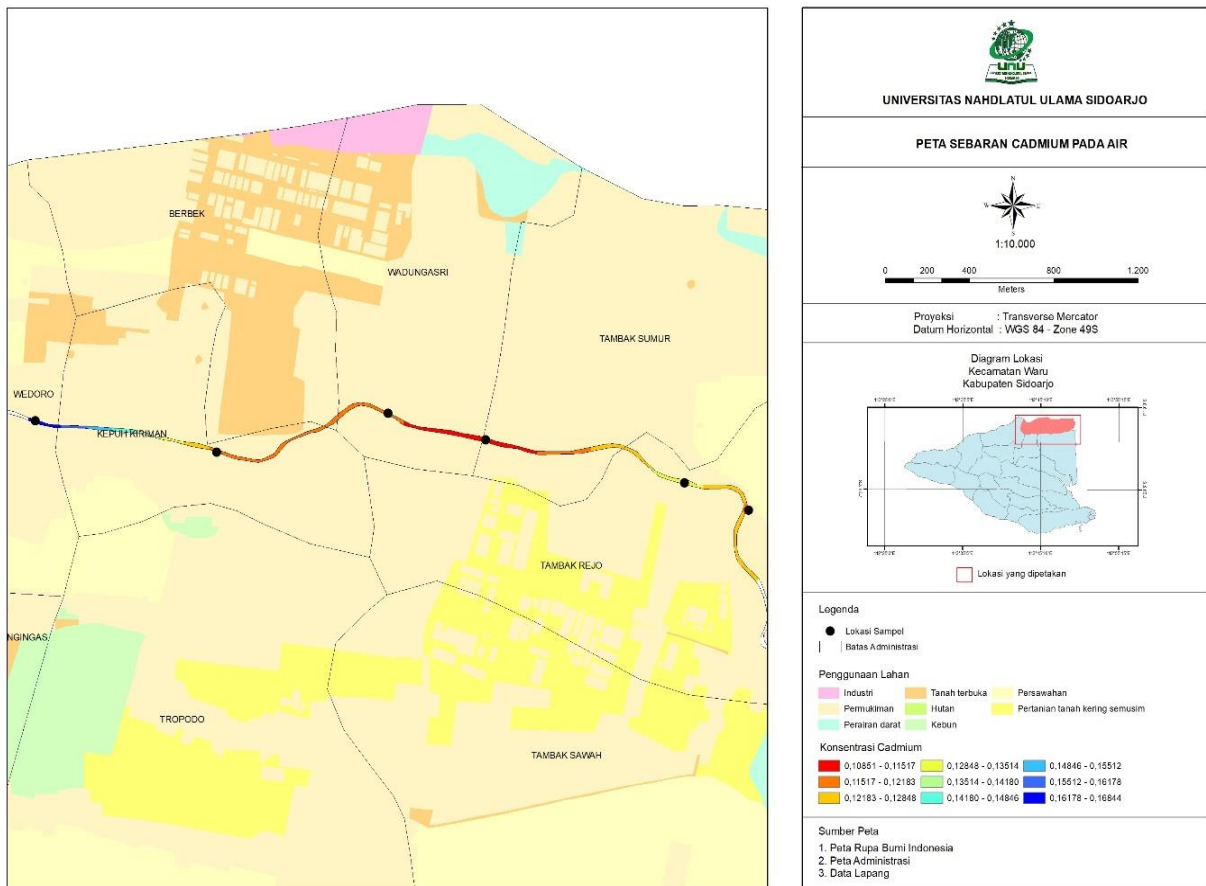
Kandungan kadmium dari keenam lokasi tersebut diantaranya adalah lokasi A sebesar 0,18 ppm, pada lokasi B sebesar 0,11 ppm, lokasi C kandungan kadmium 0,12 ppm, lokasi D kandungannya 0,10 ppm, lokasi E kandungannya 0,14 ppm, dan lokasi F sebesar 0,11 ppm.

Parameter hasil laboratorium kandungan kadmium pada sampel air di perairan sungai sepanjang Kawasan Industri Berbek ditunjukkan dengan nilai yang bervariasi. Pengambilan sampel air dilakukan pada air permukaan sungai Kawasan Industri Berbek. Kandungan Kadmium tertinggi ditemukan pada lokasi A, yaitu Desa Wedoro, sedangkan kandungan terendah ditemukan pada lokasi D, yaitu Desa Gedongan.

Hasil laboratorium parameter pada kandungan logam berat kadmium semakin berkurang, yaitu dari Sungai Gedongan menuju lokasi sungai yang ke arah tambak dan laut. Hal ini sejalan dengan penelitian Sanusi (2006) dijelaskan kandungan logam berat kadmium semakin menurun ditunjukkan pada hasil parameter logam berat yang jauh dari daratan. Sampel lokasi A di Desa Wedoro menunjukkan nilai kandungan kadmium lebih tinggi dibandingkan dengan keenam sampel yang lokasinya berbeda. Lokasi sampel A di Sungai Wedoro disebabkan karena lokasi pengambilan sampel tersebut terletak dengan muara. Muara merupakan lokasi yang diperoleh dari limpasan beban pencemar polutan cukup tinggi, bisa berasal dari limbah organik ataupun dari limbah anorganik. Perairan Desa Gedongan merupakan hilir dari sepanjang sungai Kawasan Industri Berbek yang aktivitas kegiatan industri baik kegiatan UKM maupun kegiatan industri besar.

Semua rata-rata sampel kandungan kadmium ini melebihi batas baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 yang menjelaskan baku mutu air laut yaitu kandungan kadmium 0,001 ppm, sedangkan kandungan parameter kadmium di semua sampel diatas 0,10 ppm. Besaran yang signifikan yang melebihi batas baku mutu. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Barus (2017), kandungan rata-rata pada kandungan kadmium pada sampel air di setiap lokasi menunjukkan kandungan 0,001 ppm, dijelaskan menurut US EPA (2000) yang menunjukkan logam berat kategori bahaya seesar 0,043 ppm.

Hasil penelitian juga memberikan gambaran geografis yang menyajikan informasi terkait peta sebaran. Sebaran pemetaan pada kandungan kadmium di perairan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Sebaran Kadmium pada Air Sungai di Kawasan Industri Berbek

Sebaran peta pada pengolahan permodelan data geografi terdapat beberapa *range* konsentrasi yang terdiri dari sembilan *range* kandungan kadmium dan dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Range* Konsentrasi Kadmium

<i>Range</i> ke-	<i>Range</i> Konsentrasi Kadmium (ppm)
I	0,108 – 0,115
II	0,115 – 0,121
III	0,121 – 0,128
IV	0,128 – 0,135
V	0,135 – 0,141
VI	0,141 – 0,148
VII	0,148 – 0,155
VIII	0,155 – 0,161
IX	0,161 – 0,168

Sumber: Hasil Olah Data Spasial

Sebaran kadmium paling rendah pada perairan sungai di sebagian Desa Kepuh Kiriman, Desa Wadung Asri dan sebagian Desa Tambak Sumur. Sebaran kandungan kadmium *range*

kedua dan ketiga pada perairan sungai di Desa Tambak Rejo. Sebaran kandungan kadmium range keempat dan kelima pada perairan sungai di sebagian Desa Tambak Rejo juga. Sebaran kandungan kadmium range keenam sampai kedelapan pada Desa Kepuh Kiriman. Sebaran kandungan kadmium tertinggi pada range kesembilan di Desa Wedoro.

Berdasarkan Gambar 2, peta pola sebaran logam berat kadmium di sungai Kawasan Industri Berbek menunjukkan bahwa logam berat kadmium berasal dari Sungai Wedoro, kandungan lebih meningkat dari sebaran sungai yang lain. Hasil ini disebabkan oleh masukan air dari sungai yang masuk di Kecamatan Waru yang mengarah ke sungai Kawasan Industri Berbek. Dari uraian tersebut, menunjukkan bahwa logam berat kadmium bersumber dari aliran Sungai Wedoro, hulu Sungai Wedoro tersebut berada di lingkungan wilayah Kabupaten Sidoarjo yang padat penduduk. Desa Wedoro merupakan lokasi terbanyak aktivitas perekonomian yang dilakukan masyarakat sekitar, seperti kerajinan sandal sepatu dan banyaknya pencucian mobil dan motor. Hal ini sejalan dengan penelitian Andriati dan Budi (2010) menunjukkan daerah tercemar pada permukiman maupun industri meningkat sebesar empat kali lipat daripada daerah penelitian bagian penutup lahan lain pada ketiga tingkatan pencemaran yang lain.

Gambar peta sebaran (Gambar 2) menunjukkan perairan sungai Kawasan Industri Berbek terdapat daerah yang akan menjadi prioritas dalam penanganan pencemaran air maupun sepanjang perairan di Desa Wedoro dan membutuhkan penelitian lebih lanjut pada daerah prioritas tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk memperoleh informasi lebih lanjut terkait daerah sungai yang berpengaruh dan berdampak sebagai sumber pencemaran di perairan Kawasan Industri Berbek.

4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian dengan metode *Interpolasi Kriging* menunjukkan pencemaran kadmium tertinggi ada di perairan Desa Wedoro sebesar 0,18 ppm dan paling rendah pada perairan Desa Gedongan 0,10 ppm. Hal ini sejalan dengan peta sebaran tertinggi pada perairan Desa Wedoro. Kandungan kadmium sampel air setiap lokasi daerah sungai Kawasan Industri Berbek menunjukkan kandungan yang melebihi batas baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,001 ppm sehingga diperlukan pengelolaan pencemaran perairan lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Skema Penelitian Dosen Pemula tahun pelaksanaan 2020.

DAFTAR PUSTAKA

Andriati dan Budi. 2010. Distribusi Spasial Tingkat Pencemaran Air di DAS Ciatrum. Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca, 11 (2), hal 1-9.

- Barus, Beta Susanto. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) pada Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Banyuasin. *Maspari Journal*, 9 (1), hal 69-76.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut*. Jakarta.
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sanusi, Harpasis S. 2006. *Kimia Laut Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dalam Lingkungan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prahasta, Eddy. 2005. *Sistem Informasi Geografis Konsep Dasar Perspektif Geodesi dan Geomatika*. Bandung: Informatika.
- Pramono, Gatot H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal)*, 22 (1), hal 145- 158.
- Puspita, Wira. 2013. *Analisis Data Geostatistik Menggunakan Metode Ordinary Kriging*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. *Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assesment, Status and Needs, Chemicalspecific, Summary Tables*. Washington: USEPA Bioaccumulation Analysis Workgroup. 801p.

