

## SEBARAN TIMBAL PADA AIR PERSAWAHAN DI KABUPATEN SIDOARJO

Listin Fitriyah<sup>1\*</sup> dan Agus Rachmad Purnama<sup>2</sup>

Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo<sup>1</sup>

Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo<sup>2</sup>

\*E-mail: listinfitri.tkl@unusida.ac.id

### Abstract

Sidoarjo Regency as an industrial base in East Java certainly has a positive impact on economic improvement. The existence of this industry has a potential of negatively impact to the environment, it causes the accumulation of heavy metals in rice fields. If the presence of heavy metals that are concentrated in rice fields doesn't managed properly, then it will ultimately causes health problems in humans. The magnitude of impact that can be caused by the presence of lead heavy metals, so this research is needed to provide information related to the concentration and distribution of water lead in the Region of Sidoarjo Regency. The distribution will later be elaborated with mapping by using Geographic Information Systems. The purpose of this research is to identify the potential distribution of lead heavy metals in land and water in the rice fields of Sidoarjo and the potential impact of lead accumulation on the environment. The taken sample was land and water in the rice field area, with 18 location points. The method used to identify lead distribution in rice fields in Sidoarjo Regency is surveying and laboratory testing, where the pattern of lead content distribution in rice fields is carried out by using spatial analysis with the spline with barrier method Arcgis 10.1. The highest distribution of lead content in rice field water in Taman sub-district was 0.23 ppm, the next were Krian and Wonoayu. The three districts contributes high role of industrial activities. Industrial activities that are side by side with community rice fields and gives an impact on the lead content of water flowing through the rice fields.

**Keywords:** Water, Industry, Pollution, Rice Fields, Lead.

### Abstrak

*Kabupaten Sidoarjo sebagai wilayah yang menjadi basis industri di Jawa Timur, tentunya memberikan dampak positif terhadap peningkatan ekonomi. Keberadaan industri tersebut pada akhirnya berpotensi negatif terhadap lingkungan yaitu terjadinya akumulasi logam berat pada areal persawahan. Keberadaan logam berat yang terkonsentrasi di areal persawahan jika tidak dikelola secara baik pada akhirnya akan menyebabkan terjadi gangguan kesehatan pada manusia. Besarnya dampak yang dapat ditimbulkan dari keberadaan logam berat timbal, maka diperlukan penelitian yang diharapkan dapat memberikan informasi terkait konsentrasi dan sebaran dari timbal air di Wilayah Kabupaten Sidoarjo. Sebaran nantinya akan dijabarkan dengan pemetaan menggunakan Sistem Informasi Geografis. Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi potensi sebaran logam berat timbal pada tanah dan air di areal persawahan Sidoarjo serta potensi dampak akumulasi timbal terhadap lingkungan. Sampel yang diambil adalah tanah*

*dan air di areal persawahan, dengan 18 titik lokasi. Metode yang digunakan pada identifikasi sebaran timbal pada areal persawahan di Kabupaten Sidoarjo adalah survei dan uji laboratorium, dimana pola sebaran kandungan timbal di persawahan dilakukan dengan menggunakan analisis spasial dengan Metode Spline with Barrier Program Arcgis 10.1. Sebaran kandungan timbal pada air persawahan tertinggi pada kecamatan Taman sebesar 0,23 ppm, yang dibawahnya yaitu Krian dan Wonoayu. Ketiga kecamatan tersebut dalam peran kegiatan industri sangat tinggi. Kegiatan industri yang berdampingan dengan persawahan warga yang memberikan dampak pada kandungan timbal air yang mengalir persawahan.*

***Kata kunci:*** Air, Industri, Pencemaran, Sawah, Timbal.

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sidoarjo sebagai wilayah yang menjadi basis industri di Jawa Timur, tentunya memberikan dampak positif terhadap peningkatan ekonomi. Keberadaan industri tersebut pada akhirnya berpotensi negatif terhadap lingkungan yaitu terjadinya akumulasi logam berat pada areal persawahan. Keberadaan logam berat yang terkonsentrasi di areal persawahan jika tidak dikelola secara baik pada akhirnya akan menyebabkan terjadi gangguan kesehatan pada manusia.

Konsentrasi logam berat yang ada pada tanah dan air pada areal persawahan berpotensi dapat memberikan dampak negatif pada manusia, hal ini dikarenakan sawah merupakan tempat budidaya dan tempat tumbuh bagi tanaman pangan. Hasil produksi dari aktivitas budidaya tersebut akan dikonsumsi oleh manusia, sehingga lambat laun timbal akan masuk kedalam tubuh. Timbal merupakan bahan yang dapat meracuni lingkungan dan mempunyai dampak pada seluruh sistem di dalam tubuh. Timbal masuk ke tubuh melalui inhalasi, makanan, dan minuman serta absorpsi melalui kulit.

Akumulasi logam berat (timbal) yang masuk kedalam tubuh akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia, karena logam

berat merupakan bahan kimia golongan logam tidak dibutuhkan oleh tubuh. Keberadaan logam berat dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan efek negatif terhadap fungsi fisiologis tubuh, yang pada akhirnya akan memberikan efek negatif dan gangguan kesehatan (Palar, 1994).

Besarnya dampak yang dapat ditimbulkan dari keberadaan logam berat timbal, maka diperlukan penelitian yang diharapkan dapat memberikan informasi terkait konsentrasi dan sebaran dari timbal pada tanah dan air di Wilayah Kabupaten Sidoarjo. Sebaran nantinya akan dijabarkan dengan pemetaan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

SIG adalah suatu sistem informasi yang di rancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja. Disamping itu, SIG juga dapat menggabungkan, mengatur, dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan luaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

Pencemaran air di persawahan berasal dari beberapa faktor. Sungai yang melintasi sawah memberikan dampak terhadap sawah irigasi. Kadar timbal air sawah didapat pada sore hari yaitu 0.0327 ppm serta kadar timbal air sawah pada pagi hari yaitu 0.0788 ppm, kadar timbal pada air sawah pagi hari berada di atas nilai ambang maksimal timbal (Pb), sedangkan pada air sawah sore hari masih berada di bawah nilai ambang maksimal timbal (Pb). Hal ini membuktikan bahwa ada aktivitas senyawa timbal di industri dilihat dari proses penyerapan air pada sawah kadar timbal pada pagi hari yang lebih besar daripada sore hari. Kadar limbah pada air di Daerah Leuwigajah bervariasi. Untuk kualitas air selokan yang merupakan aliran limbah industri didapat hasil kadar timbal air selokan pada sore hari yaitu 0,1132 ppm serta kadar timbal air selokan pada pagi hari yaitu 0,0345 ppm. Kadar timbal pada air selokan pagi dan sore hari masih berada di bawah nilai ambang, akan tetapi pada air selokan tersebut membuktikan adanya aktivitas senyawa timbal di industri tersebut. Dilihat terjadinya perubahan kadar 5x lipat dari kadar timbal pada pagi hari ke sore hari tetapi itu masih berada dibawah nilai ambang maksimal, dimana nilai ambang maksimal timbal (Pb) menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, no.3/MEN.LH/2010 yaitu 1 mg/L atau 1 ppm.

Kadar logam berat di perairan sungai Jawa Tengah memberikan dampak terhadap kualitas air yang berdampingan dengan industri sekitar. Rerata kadar logam Pb dari semua sampel sebesar 13,89 ppm. Nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO sebesar 0,1 ppm, sedangkan KLH sebesar 0,05 ppm. Badan perairan yang telah terkontaminasi senyawa atau ion-ion Pb, jumlah Pb-nya akan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga dapat

menyebabkan kematian bagi biota yang terdapat dalam perairan. Rerata kadar logam berat tertinggi pada limbah industri obat sama dengan limbah rumah tangga. Pada limbah industri obat, logam tertinggi yaitu logam Zn (211,65 ppm) dan Pb (57,40 ppm). (Susanti R. 2014).

Hal ini pada akhirnya akan bermanfaat dalam upaya pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Atas dasar hal tersebut, maka topik dalam penelitian ini “Pemetaan Sebaran Timbal pada Air Persawahan di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Sistem Informasi Geografis”.

Analisis spasial merupakan suatu analisis dan uraian data secara geografi yang berdasar pada faktor-faktor lingkungan dan hubungan antar variabel di lingkungan. Untuk mengolah dan menganalisis data secara spasial tersebut digunakan Metode Interpolasi dari SIG. Interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak terukur, sehingga terbentuklah sebaran nilai pada seluruh wilayah. Salah satu teknik dalam Metode Interpolasi yaitu Teknik Kriging. Kriging adalah interpolasi dengan perhitungan secara statistik (Prahasta, 2005).

Pemetaan kerentanan air tanah dilakukan dengan menggunakan Metode DRASTIC dengan analisis *overlay* menggunakan SIG. Data yang digunakan dalam Metode DRASTIC meliputi peta kedalaman air tanah, peta curah hujan wilayah, peta media akuifer, peta tekstur tanah, peta kemiringan lereng, peta media akuifer tidak jenuh dan peta konduktivitas hidraulik. Risiko pencemaran air tanah dihasilkan dari *overlay* peta penggunaan lahan sebagai gambaran bahaya pencemaran dan peta kerentanan airtanah yang dihasilkan dari tujuan pertama. Hasil penelitian ini adalah (1) kerentanan air tanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat tidak rentan sampai dengan

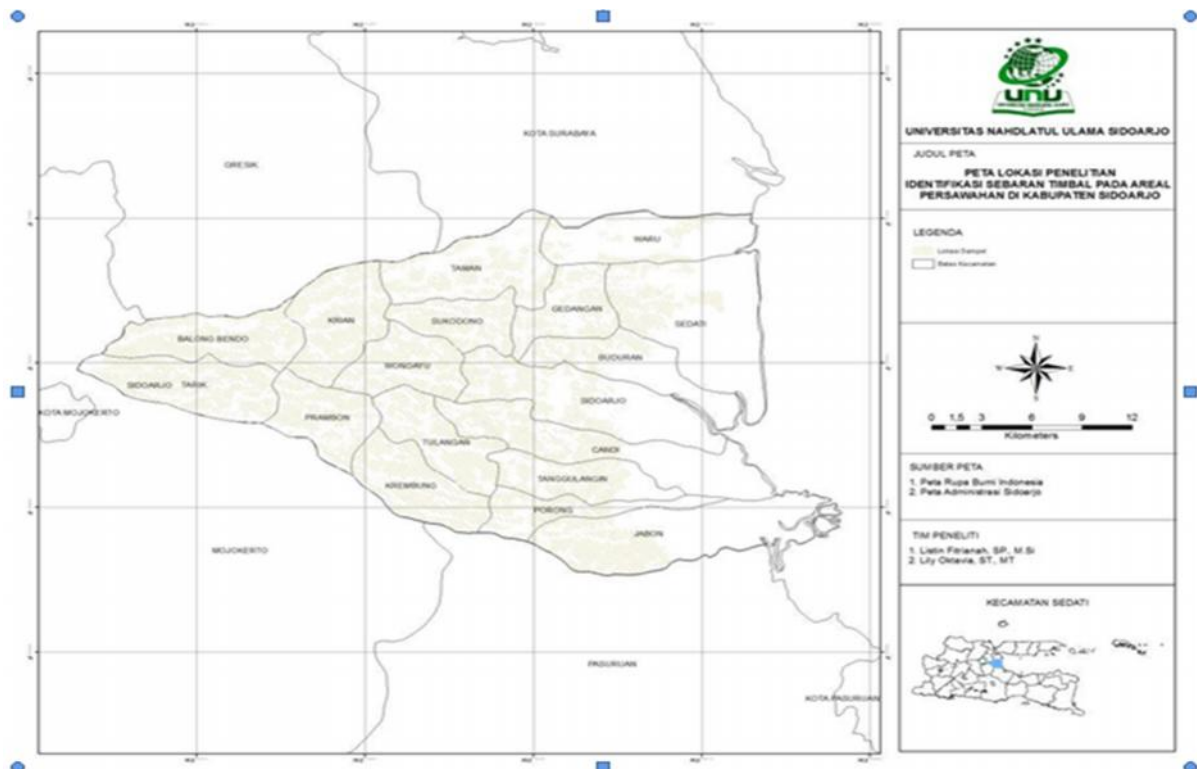
kerentanan air tanah sangat tinggi. Wilayah yang tergolong tidak rentan adalah wilayah bukan akuifer yang menempati perbukitan dengan batuan vulkanik tersier yang kedap air, sedangkan kerentanan sangat tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi bagian Timur Laut Kecamatan Piyungan. (2) risiko pencemaran air tanah di Kecamatan Piyungan terdiri atas tingkat risiko sangat rendah sampai dengan risiko tinggi, dimana

risiko tinggi terdapat pada dataran aluvial Merapi yang terletak di bagian Timur Laut (Cahyadi dan Hartoyo, 2011).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah areal persawahan yang ada di Kabupaten Sidoarjo yang meliputi 18 kecamatan (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data spasial dan non spasial (atribut). Data spasial merupakan data yang memiliki posisi geografis yang berkaitan dengan lokasi dalam ruang bumi, sedangkan data non spasial adalah data yang tidak memiliki koordinat geografis. Data spasial peta administrasi, peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan data citra satelit. Untuk data non spasial yang akan digunakan berupa data kandungan timbal yang terdapat pada

tanah dan air. Data kandungan timbal diperoleh dari hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah dan air yang diambil pada areal persawahan di masing-masing kecamatan.

### 2.3 Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahapan terpenting dari penelitian ini, dimana hasil dari kegiatan ini merupakan interpretasi dari hasil analisis terhadap semua data penelitian. Secara umum pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini terbagi dalam

dua tahapan kegiatan, yaitu; tahap pemasukan dan persiapan data, dan tahap analisa dan manipulasi data.

Pemasukan dan pemasukan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.1. *software* ini berguna dalam melakukan proses analisa hingga interpretasi hasil. Proses pemasukan data yang berbasis data spasial dilakukan dengan metode *on-screen* digitasi, dimana penggunaan metode ini dimaksudkan untuk mempermudah proses digitasi dan dapat langsung dilakukan di depan monitor komputer. Sedangkan untuk data non spasial (atribut) menggunakan fasilitas *database*, kemudian dilanjutkan dengan proses manajemen basis data (*data base management system*) sehingga sehingga diperoleh basis data atribut dan basis data spasial (Prahasta, 2005).

## 2.4 Teknik Analisa Data

Presentasi berupa tabel-tabel adalah cara termudah meringkas dan menjelaskan tulisan. Basis data atribut dan basis data spasial yang dihasilkan pada tahap selanjutnya kemudian dilakukan analisa lebih lanjut dengan tahapan sebagai berikut:

### 1. Analisa Konsentrasi Timbal

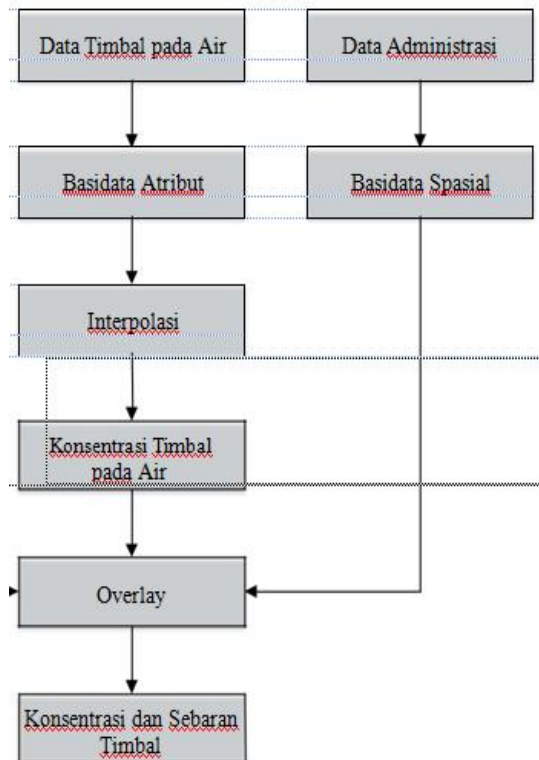
Analisa konsentrasi timbal dilakukan pada tanah dan air yang didasarkan pada hasil uji laboratorium menggunakan Metode Kriging. Kriging merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis data geostatistik nilai kandungan timbal pada masing-masing sampel. Persamaan yang digunakan dalam interpolasi data dengan kriging sebagai berikut:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Dimana:  
 $Z(s_i)$  = nilai terukur pada lokasi ke-i  
 $\lambda_i$  = berat tak diketahui untuk nilai terukur pada lokasi ke-i  
 $s_0$  = lokasi prediksi  
 $N$  = jumlah nilai terukur

Analisa dilakukan dengan cara interpolasi terhadap hasil uji pada parameter tanah dan air.

### 2. Analisa Sebaran Timbal



**Gambar 2.** Langkah Penelitian

Analisa yang dilakukan pada tahap ini adalah untuk mengetahui sebaran kandungan timbal yang ada di Kabupaten Sidoarjo. Analisa dilakukan dengan melakukan *overlay* antara data konsentasi timbal dengan data administrasi, sehingga akan diperoleh informasi sebaran dan konsentrasi timbal pada masing-masing kecamatan.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil analisis kandungan timbal pada air areal persawahan pada Tabel 1. Kandungan timbal pada air awal tanam tertinggi terdapat pada areal sawah sisi utara dari jalan dengan jarak 1000 m dari ruas jalan (0,0034 mg/L), dan yang terendah terdapat pada areal sawah sisi selatan dari jalan dengan jarak 2000 m (0,0025 mg/L). Sedangkan kandungan timbal pada air akhir tanam tertinggi terdapat pada

areal sawah sisi utara dari jalan dengan jarak 1000 m dari ruas jalan (0,070 mg/L), dan yang terendah terdapat pada areal sawah sisi selatan dari jalan dengan jarak 100 m dari ruas jalan (0,008 mg/L).

**Tabel 1.** Kandungan Timbal pada Air di Persawahan di Kabupaten Sidoarjo

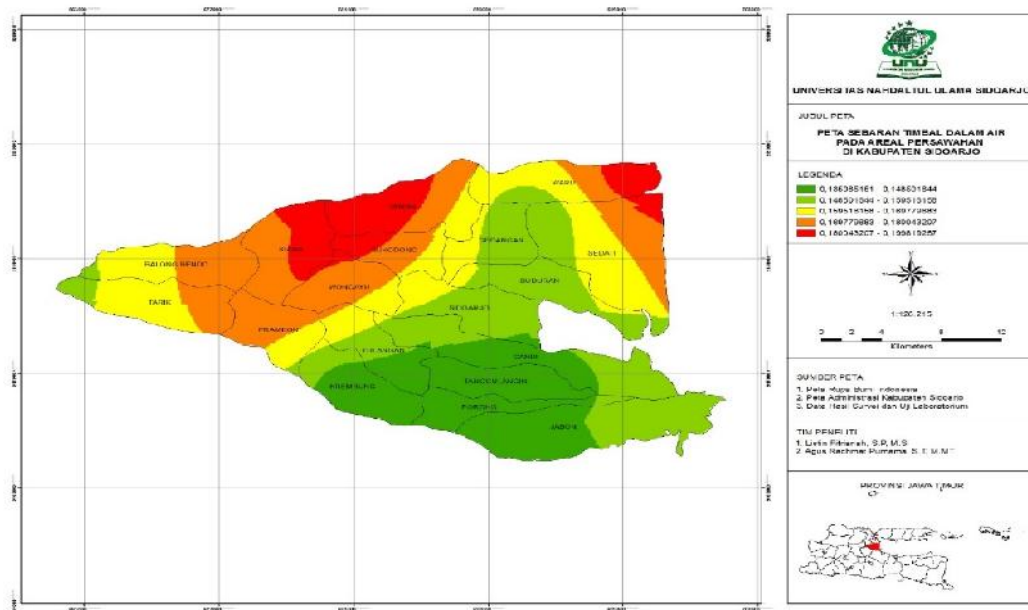
No.	Desa	Kecamatan	Timbal (ppm)
1	Klurak	Candi	0,15
2	Semambung	Gedangan	0,13
3	Bringin Bendo	Taman	0,23
4	Mliriprowo	Tarik	0,15
5	Waruberon	Balungbendo	0,17
6	Semambung	Wonoayu	0,19
7	Kalidawir	Tanggulangin	0,12
8	Barengkrajan	Krian	0,17
9	Besuki	Jabon	0,15
10	Tambakoso	Waru	0,21
11	Sedatiagung	Sedati	0,14
12	Pesawahan	Porong	0,14
13	Kloposepuluh	Sukodono	0,17
14	Kepadangan	Tulangan	0,16
15	Pejakungan	Prambon	0,18
16	Wonomlati	Krembung	0,12
17	Siwalanpanji	Buduran	0,17
18	Sumput	Sidoarjo	0,16

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2019

Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan timbal pada air di awal dan di akhir berbeda nyata. Kandungan timbal pada air awal tanam berdasarkan lokasi (sisi utara dan selatan) dari ruas jalan berbeda nyata, dan kandungan timbal pada air dari ruas jalan tidak menunjukkan perbedaan nyata sebaran kandungan timbal pada akhir tanam (Gambar

3). Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan tingginya kandungan timbal yang terdapat pada Kecamatan Taman. Lokasi sampel di wilayah tersebut diambil diantara sisi jalan raya. Sawah sisi utara pada saat awal musim tanam dapat diartikan bahwa kandungan timbal yang terdapat di air berasal dari sumber pencemar kendaraan bermotor. Hal ini dikarenakan sumber pencemar timbal yang dibuang ke atmosfer akan mengendap tidak jauh dari ruas jalannya, dimana emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor sebanyak 20 – 60 % tetap tertinggal 25 m dari jalan raya. Lebih lanjut dijelaskan Nriagu (1979) jumlah timbal yang dilepas ke atmosfer hanya 20 % yang terdispersi secara luas dengan jarak dan sebarannya sangat tergantung pada ukuran partikel. Partikel yang berukuran 3  $\mu$ m akan mengendap secara gravitasi dalam radius 6 – 8 m, sedangkan partikel berdiameter 5 - 50  $\mu$ m mengendap secara gravitasi dalam radius 12 m.

Berdasarkan hasil analisis, pada kandungan timbal di air diperoleh informasi bahwa kandungan timbal berbeda dengan awal tanam, hal ini dikarenakan terdapatnya aktivitas yang berbeda pada saat pengambilan sampel. Pada saat awal musim tanam, kondisi air belum maksimal dialirkan ke petak-petak sawah yang akan ditanam, sehingga timbal yang terakumulasi dalam air belum tersebar ke area persawahan. Sedangkan pada saat akhir tanam, air hampir setiap mengalir ke petak-petak sawah, sehingga timbal yang terakumulasi terbawa dan tersebar sesuai arah aliran air menuju petak sawah sampai empat bulan.



**Gambar 3.** Peta Sebaran Timbal pada Air Persawahan di Kabupaten Sidoarjo

Kandungan timbal air pada akhir tanam tertinggi terdapat pada persawahan lokasi utara dengan besaran nilai yang hampir sama pada jarak 100, 1000, dan 2000 m dari jalan raya. Hasil analisis tersebut menunjukkan kandungan timbal di air tersebar merata ke seluruh areal sawah. Sebaran kandungan timbal yang merata dapat disebabkan oleh aktivitas budidaya yang dilakukan, dimana dalam proses budidaya tanaman padi, air merupakan kebutuhan utama dalam menunjang pertumbuhan tanaman, sehingga bahan pencemar (timbal) yang ada di air dapat tersebar mengikuti arah aliran air. Curah hujan mempengaruhi penyebaran timbal yang masuk ke dalam tanah, karena adanya proses air mengalir pada areal persawahan.

Kandungan timbal pada air yang paling tinggi sebesar 0,23 ppm, hasil ini lebih kecil jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kadar ambang batas baku mutu air untuk kelas IV (untuk keperluan kegiatan pertanian) logam berat timbal (Pb)

yaitu sebesar 1 ppm. Air irigasi yang digunakan dalam kegiatan pertanian tidak terlepas dari unsur kimia. Logam berat timbal (Pb) yang berada pada kadar batas baku mutu air dalam sumber air irigasi apabila digunakan untuk mengairi tanaman akan terserap oleh akar tanaman, sehingga nantinya akan tersimpan di dalam tubuh tanaman. Tanaman yang mengandung logam berat timbal dapat mengakibatkan keracunan apabila dikonsumsi oleh manusia (Yunita 2011). Hasil penelitian menurut Singh (2011), tanaman yang dialiri dengan air irigasi yang tercemar timbal (Pb) dengan kadar 1 mg/L tidak dapat dikatakan aman jika dikonsumsi secara terus menerus. Penelitian Hoshika *et al.* (1991) mengemukakan keberadaan logam berat dalam air dipengaruhi oleh pola arus air. Darmono (1995) menyatakan logam dalam air biasanya berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada tempat logam tersebut berada. Tingkat kandungan logam pada setiap tempat sangat bervariasi, bergantung pada lokasi dan tingkat pencemarannya.

Timbal yang berukuran kecil sebelum jatuh ke air, tanah, dan tanaman akan melayang beberapa saat di udara bebas. Jatuhnya timbal disebabkan oleh proses sedimentasi akibat gaya gravitasi dan pengendapan karena hujan. Logam berat pada air akan terakumulasi dalam tanah dan bercampur dengan unsur hara lainnya.

Serapan tanaman terhadap ion logam berat dalam tanah secara luas ditentukan oleh jumlah total ion logam berat dalam tanah. Timbal di air yang kemudian masuk dalam tanah akan terserap oleh akar dan akan disebarkan ke bagian tanaman lainnya. Logam berat yang menembus endodermis akar menyebabkan logam lain terbawa aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem) menuju bagian tanaman yang lainnya. Menurut Priyanto dan Prayitno (2007), menunjukkan pada sel dan jaringan tanaman logam berat timbal akan mengalami mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menyimpan logam di dalam organ tertentu seperti buah, daun, dan akar tanaman.

#### 4. KESIMPULAN

Sebaran tertinggi rata-rata kandungan timbal tertinggi berada di Wilayah Utara Kabupaten Sidoarjo.

#### Saran

Diperlukan memperbanyak sampel di setiap kecamatan yang terdapat areal persawahan.

#### Penghargaan/Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Perguruan Tinggi yang telah mendanai penuh dalam penelitian ini melalui Hibah PDP Pelaksanaa tahun 2019.

#### DAFTAR PUSTAKA

Cahyadi A dan Hartoyo F. A., 2011, Pemetaan Sistem Informasi Geografis

(SIG) Untuk Pemetaan Imbuhan Airtanah dan Kerentanan Airtanah di Kawasan Karst (Studi Kasus di Kecamatan Paliyan dan Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunung Kidul., Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2011 (SNATI 2011), Yogyakarta.

Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Makhluk Hidup. UI-Press, Jakarta.

Hoshika AT, Shiozawa K, Kawana, Tanimoto T. 1991. Heavy Metal Pollution in Sediment from the Seto Island, Japan. Marine pollution. *Bull.* 23: 101 – 105

Nriagu JO. 1979. Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. *Nature.* 279: 409-411.

Palar H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta (ID): Rineka Cipta.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri. [http://hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh2010\\_3.pdf](http://hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh2010_3.pdf) diakses pada [25 Juli 2019].

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. [http://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201\\_KualitasAir.pdf](http://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201_KualitasAir.pdf) diakses pada [22 Juli 2019].

Prahasta E. 2005. Sistem Informasi Geografis Konsep Dasar Perspektif Geodesi dan Geomatika. Bandung (ID): Informatika.

Priyanto B dan Prayitno J, 2007. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran Khususnya Logam Berat. <http://ltdl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.html>. Diakses pada [13 April 2019]



- Singh J, Upadhyaya SK, Pathaka RK, Guptab V. 2011. Accumulation of Heavy Metals in Soil and Paddy Crop (*Oryza sativa*), Irrigated with Water of Ramgarh Lake, Gorakhpur, Up, India. India (IN): Avadh University.
- Susanti R, Muskaningtyas D dan Sasi FA. 2014. Analisis Kadar Logam Berat pada Sungai di Jawa Tengah. *Sainteknologi* 12(01): 35-40.
- Yunita N, 2011. Evaluasi Penggunaan Air Irigasi yang Mengandung Logam Berat Timbal (Pb) pada Ambang Batas Kualitas Air Pertanian Terhadap Kadar Timbal pada Tanaman Bayam (*Amarantus sp.*). Skripsi. Universitas Andalas: Padang.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN