

PENGUKURAN TIMBAL PADA AIR SUNGAI DAN BIOINDIKATOR LOKAL DI SUNGAI BRANTAS KOTA KEDIRI, PROVINSI JAWA TIMUR

Measuring Of Lead In River Water And Local Bioindicators in Brantas River Kediri City, East Java Province

Forman Novrindo Sidjabat¹, Vichy Alwi¹, Mahmudi¹, Yuli Puspitasari¹

¹Fakultas Ilmu Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

Email: sidjabat.fn@iik.ac.id

Diterima: 3 Juli 2020; Direvisi: 26 November 2020; Disetujui: 31 Desember 2020

ABSTRACT

Heavy metal contamination has become one of the priorities of global public health problems since it was first published in 1848 as a cause of disease. This study aims to obtain the latest conditions of lead (Pb) contamination along the Brantas River in Kediri City. Sampels were river water and local bio-indicators *Barbonymus gonionotus* (bader fish) and *Ipomoea aquatica* (water spinach). Data collected using SNI 6989.8: 2009 for river water, SNI 2354.5: 2011 *B. gonionotus* and SNI 01-2896-1998 for water spinach. The results of the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) examination at the BARISTAND Laboratory in Surabaya City were compared with the Pb threshold value according to PP No 82 of 2001 for river water, SNI 2729: 2013 for *B. gonionotus*, and SNI 7387: 2009 for *Ipomoea aquatica*. Pb contamination in Brantas River is caused by vehicle fuel discharges that cross the bridge before the sampling point, domestic waste, and agriculture. Therefore, river conservation policies and supervision of the industrial and domestic sectors around the Brantas River basin across sectors and across regions are needed. In addition, water treatment techniques for Brantas River water is needed so that in the future it can be consumed.

Keywords: Lead contamination, Brantas River, bioindicators, *B. gonionotus*, *Ipomoea aquatica*

ABSTRAK

Cemaran logam berat menjadi salah satu prioritas masalah kesehatan masyarakat secara global sejak dipublikasikan pertama kali di tahun 1848 sebagai penyebab penyakit. Penelitian deskriptif ini bertujuan mendapatkan kondisi terbaru cemaran timbal (Pb) di sepanjang Sungai Brantas Kota Kediri. Sampel adalah air sungai dan bioindikator lokal *Barbonymus gonionotus* (ikan bader) dan *Ipomoea aquatica* (kangkung air) yang dikumpulkan menggunakan SNI 6989.8:2009 untuk air sungai, SNI 2354.5:2011 untuk ikan bader, dan SNI 01-2896-1998 untuk kangkung air. Hasil pemeriksaan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) di Laboratorium BARISTAND Kota Surabaya, Kadar Pb melebihi ambang batas serta lokasi titik pengambilannya untuk sampel air sungai adalah 0,05 mg/L (sebelum), 0,25 mg/L (setelah), dan 0,33 mg/L (di Sungai Jong Biru); sampel ikan bader adalah 0,453 mg/kg (setelah Sungai Jong Biru), dan sampel kangkung air adalah 3,29 mg/kg (di bawah Jembatan Mrican). Kontaminasi Pb di Sungai Brantas disebabkan oleh buangan bahan bakar kendaraan yang melintas di jembatan sebelum titik pengambilan sampel, limbah domestik, dan pertanian. Diperlukan kebijakan konservasi perairan sungai dan pengawasan industri dan domestik disekitar DAS Brantas, serta perlu disiapkan teknik pengolahan air Sungai Brantas sehingga di masa depan dapat dikonsumsi.

Kata kunci: Kontaminasi timbal, Sungai Brantas, bioindikator, *Barbonymus gonionotus*, *Ipomoea aquatica*

PENDAHULUAN

Sungai Brantas adalah sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah Bengawan Solo yang bermata air di Kota Batu dan mengalir melewati Kota Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang dan

bercabang di Mojokerto. Panjang sungai utama ialah 320 km mengalir mengelilingi Gunung Kelud dengan luas daerah aliran sungai sebesar 11.800 km² atau seperempat luas Provinsi Jawa Timur termasuk didalamnya adalah Kota Kediri (Whitten, Soeriaatmadja dan Suraya, 1996 ; Ramu,

2004). Sungai Brantas yang ada di Kota Kediri digunakan masyarakat daerah aliran Sungai Brantas sebagai sumber pengairan pertanian, kebutuhan rumah tangga dan industri, tempat berjualan dan juga tempat mencari pasir serta memancing ikan. Walau aktivitas beberapa masyarakat lokal masih memanfaatkan Sungai Brantas namun Kota Kediri menempati posisi ketiga pada daftar kabupaten/kota dengan PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) terbanyak di Jawa Timur setelah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo dengan peningkatan PDRB atas dasar harga konstan ditahun 2018 sebesar 23,26% dari tahun 2014 (BPS, 2019).

Meningkatnya PDRB menunjukkan Kota Kediri sebagai daerah yang berkembang secara perekonomian dan industri. Berdasar pada model *Pressure-State-Response*, cemaran lingkungan merupakan dampak dari aktivitas manusia termasuk industri dan pertanian (Rötting *et al.*, 2014). Sumber pencemaran daerah aliran Sungai Brantas berasal dari limbah domestik, penggunaan pestisida didalam kegiatan usaha intensifikasi pertanian, MCK (mandi, cuci dan kakus) dan keperluan lainnya misalnya irigasi (Lusiana, Rahadi dan Anugroho, 2017). Perkembangan pada sektor industri telah mengakibatkan peningkatan pencemaran lingkungan terutama pada sungai dengan cemaran logam berat yang telah diidentifikasi sebagai bahan berbahaya lingkungan yang signifikan untuk ikan dan manusia seperti logam berat (Uluturhan and Kucuksezgin, 2007; Amirah dkk., 2013). Salah satu logam berat yang sering ditemukan sebagai pencemar area perairan akibat aktivitas manusia adalah timbal (Pb). Timbal merupakan salah satu logam berat *non esensial* yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Toksisitas ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup (Fardiaz, 2010). Logam berat akan terakumulasi dalam sedimen bawa perairan dan menjadi sumber kontaminan yang juga memiliki efek merusak pada keseimbangan ekologis lingkungan perairan di atasnya sehingga akumulasi dapat terjadi pada rantai makanan hingga sampai manusia (Amirah dkk., 2013).

Timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh manusia melalui proses absorpsi kulit, rantai makanan dan saluran pernapasan (Shah, 2005; Rötting *et al.*, 2014). Cemaran dan toksisitas logam berat menjadi salah satu prioritas permasalahan kesehatan masyarakat secara global karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dan menyebar dilingkungan secara cepat sejak dipublikasikan pertama kali dalam sejarah dunia kesehatan di tahun 1848 sebagai penyebab penyakit (Azizi dan Azizi, 2010; Habibollah Nemati Karimooy *et al.*, 2010; Aguilar *et al.*, 2012). Walau toksisitas Pb telah dikendalikan pada sektor industri namun di Amerika Pb masih menjadi toksik berbasis lingkungan, menjadi isu kesehatan di Iran dan tercatat oleh WHO sebagai penyumbang beban penyakit global seperti retardasi mental dan penyakit *cardiovascular* di tahun 2004 sebesar 0,6% dan 143.000 kematian (Canfield and Jusko, 2008; Balali-Mood *et al.*, 2010; WHO, 2010).

Timbal adalah racun yang bersifat kumulatif yang mempengaruhi banyak sistem tubuh manusia, sistem saraf, hematologis, gastrointestinal, kardiovaskular, dan ginjal (Kragulj *et al.*, 2018). Gangguan keracunan timbal ialah anemia hingga infertilitas pada wanita. Timbal memiliki dua efek yang agak berbeda pada manusia, secara fisiologis dan neurologis (Debnath, Singh and Manna, 2019). Gangguan paling umum dari keracunan timbal pada manusia adalah: (1) terjadinya anemia melalui tiga mekanisme Pb dalam tubuh akan menghambat enzim hemesintetase memproduksi heme, terhambatnya perubahan protoporfirin IX menjadi heme, dan terakumulasinya protoporfirin yang meningkatkan akumulasi koproporfirin III; (2) gangguan pada sistem saraf pusat dengan efek neurologis seperti gelisah, hiperaktif, kebingungan, kehilangan ingatan, keterbelakangan mental dan pada anak dapat menyebabkan kerusakan neurologis yang ireversibel; (3) sindrom *encephalopathy*, yaitu sindrom gejala neurologis berat dengan kerusakan otak hingga kematian; (4) kelainan pada janin tergantung pada kadar Pb darah ibu hamil, kadar Pb sebanyak 10µg/dl mengakibatkan gangguan pertumbuhan, 30 µg/dl mengakibatkan kelainan prematur, dan 60µg/dl mengakibatkan komplikasi

kehamilan; serta efek lain seperti penyakit renalprogresif, gangguan reproduksi, gangguan pendengaran, anoreksia, sakit perut, insomnia, lekas marah, perubahan suasana hati, kehilangan koordinasi (Alsuhendra dan Ridawati, 2013; Wani, Ara dan Usmani, 2015; Kragulj *et al.*, 2018; Debnath, Singh and Manna, 2019)

Untuk mengetahui cemaran logam berat di alam dapat menggunakan bioindikator seperti ikan dan tanaman. Lebih dari 40% publikasi menyebutkan ikan dan tanaman digunakan sebagai bioindikator terkhusus untuk cemaran di area perairan karena proses hidup yang berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan perairan, melakukan proses penyerapan zat/partikel mikro, dan berperan sebagai bahan makanan manusia pada rantai makanan (Butnariu, 2012; Jović, Onjia and Stanković, 2012; Markovic, Joksimovic and Stankovic, 2012; Rötting *et al.*, 2014; Kragulj *et al.*, 2018). Beberapa penelitian pada ikan nila yang dikembangkan dan *Ipomoea aquatica* (kangkung air) di Sungai Brantas telah mendapatkan kadar Pb melebihi nilai ambang batas (Manggara dan Prasongko, 2015; Nasrudin, 2015). Namun penelitian sebelumnya belum menggambarkan kondisi cemaran Pb disepanjang Sungai Brantas Kota Kediri karena hanya dilakukan pada satu titik pengambilan sampel dan belum ada pengendalian pencemaran Pb secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat. Hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada 30 pemancing di Sungai Brantas mendapatkan 80% ikan yang didapatkan adalah *B. gonionotus* (Ikan Bader) dan 73% untuk

konsumsi sendiri. Maka, penelitian ini ingin menggambarkan kondisi terbaru cemaran timbal (Pb) di sepanjang Sungai Brantas Kota Kediri menggunakan sampel air dan bioindikator lokal *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* yang diambil pada beberapa titik.

BAHAN DAN CARA

Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif untuk menggambarkan kondisi cemaran timbal (Pb) di sepanjang Sungai Brantas yang dilakukan selama 3 bulan terhitung sejak melakukan observasi dilapangan yaitu pada bulan Mei-Juli 2019 di sepanjang Sungai Brantas Kota Kediri. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan Komite Etik Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri. Analisis sampel logam berat timbal (Pb) dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri (BARISTAND) Surabaya.

Peta lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 2. Penentuan titik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*, dimana lokasi ditentukan berdasarkan tujuan yang diinginkan dan keberadaan sampel. Pengambilan sampel yaitu air sungai, *Barbonymus gonionotus* dan *Ipomea aquatica* dilakukan dengan metode *purposive sampling* tanpa melakukan replikasi, setiap sampel ditandai dengan *label name* dan dibawa ke Laboratorium BARISTAND Surabaya.

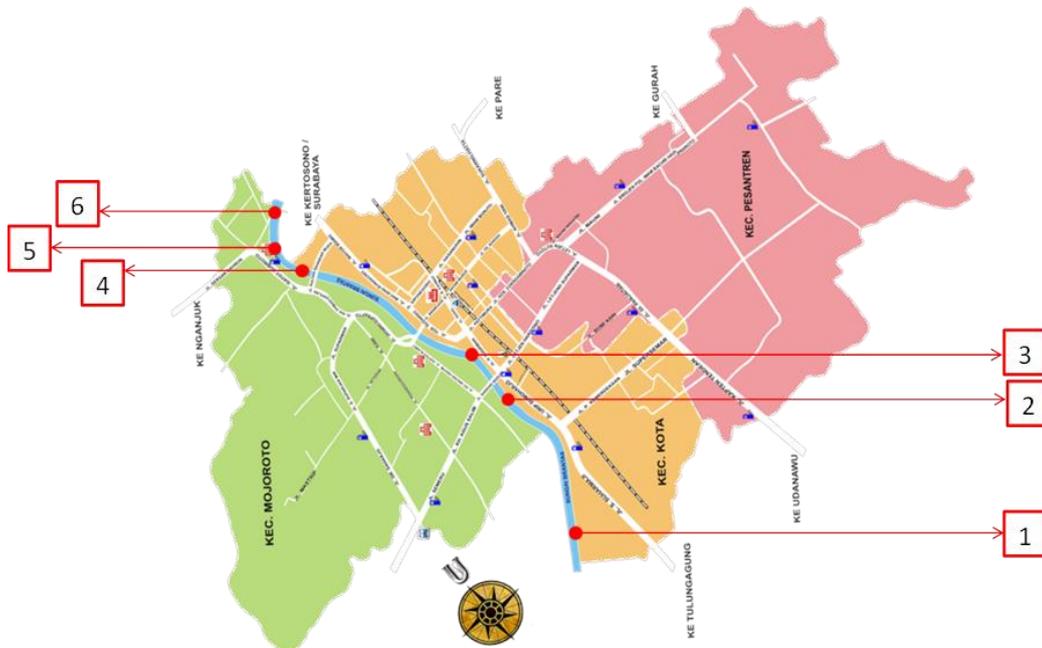


Gambar 1. *Barbonymus gonionotus* (Ikan Bader) hidup diperairan Sungai Brantas

Pengambilan dan Pengumpulan Sampel

Sampel pengukuran kadar Pb sampel air sungai diambil langsung dari 16 titik di badan Sungai Brantas dan anak sungai Sungai Brantas, sampel *B. gonionotus* (Ikan bader) diambil dari 6 titik lokasi yang dimanfaatkan masyarakat untuk memancing di pinggir Sungai Brantas; dan untuk sampel

Ipomea aquatica (Kangkung Air) diambil dari 5 titik lokasi tumbuhnya secara liar atau budidaya milik masyarakat. Teknik pengumpulan sampel dan data kadar Pb pada air sungai berdasar pada SNI 6989.8:2009, *B. gonionotus* berdasar pada SNI 2354.5:2011 dan *Ipomea aquatica* berdasar pada SNI 01-2896-1998 (BSN, 1998, 2009a, 2011).



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel di Sepanjang Sungai Brantas Kota Kediri

Pengumpulan data dibagi menjadi enam titik utama (selatan ke utara Kota Kediri) yang dipilih berdasarkan karakteristik wilayah, ketersediaan sampel dan pertemuan anak sungai, yaitu:

1. Titik I diambil di Kelurahan Manisrenggo, daerah ini diambil untuk mengetahui kadar Pb sebelum aliran sungai melewati seluruh Kota Kediri. Sampel yang diambil: air sungai, *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica*.
2. Titik II Area Sungai Kresek hingga Jembatan Alun-alun Kota Kediri.
 - a. Sebelum Sungai Kresek, daerah ini diambil untuk menjadi *baseline* kadar Pb sebelum percampuran air dari anak Sungai Kresek dengan Sungai Brantas dan daerah aliran sungai ini merupakan pemukiman padat

penduduk. Sampel yang diambil: air sungai.

- b. Di sungai Kresek, daerah ini diambil karena sepanjang Sungai Kresek terdapat beberapa industri rumah tangga yang membuang limbah cairnya ke Sungai Kresek. Sampel yang diambil: air sungai.
- c. Setelah Sungai Kresek, daerah ini diambil untuk mengetahui perubahan kadar Pb setelah percampuran dengan air Sungai Kresek dan titik diambil wilayah yang dimanfaatkan sebagai area pemancingan warga. Sampel yang diambil: air sungai dan *B. gonionotus*.
- d. Dibawah Jembatan Alun-alun, pada daerah ini banyak tumbuh kangkung air yang diambil menjadi sampel untuk mengetahui perubahan kadar Pb

- setelah pencampuran dengan air Sungai Kresek.
3. Titik III Antara Jembatan Alun – alun dengan Jembatan Lama Kota Kediri.

Daerah ini dipilih karena mayoritas masyarakat disekitar membuang limbah domestiknya ke sungai brantas tanpa melakukan pengolahan dan titik pengambilan sampel air diambil diarea yang dimanfaatkan warga untuk menggali pasir. Sampel yang diambil: air sungai.
 4. Titik IV Area Sungai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kota Kediri.
 - a. Sebelum Sungai TPA Kota Kediri, daerah ini diambil untuk mengetahui kadar Pb sebelum Sungai TPA Kota Kediri dan setelah Jembatan Semampir Kota Kediri yang dimanfaatkan untuk kendaraan besar seperti Bus dan Truk serta kendaraan roda empat dan dua lainnya. Sampel yang diambil: air sungai dan *B. gonionotus* (ikan brader).
 - b. Di sungai TPA Kota Kediri, daerah ini diambil karena berpotensi mengandung Pb yang berasal dari air lindi tempat pembuangan sampah akhir, selain itu Sungai TPA melewati pemukiman warga yang membuang limbah domestik ke sungai. Sampel yang diambil: air sungai.
 5. Setelah Sungai TPA Kota Kediri, daerah ini diambil untuk mengetahui kadar Pb sesudah pencampuran dengan air Sungai TPA Kota Kediri. Sampel yang diambil: air sungai, *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica*.
 6. Titik V Area Sungai Jong Biru.
 - a. Sebelum Sungai Jong Biru, daerah ini diambil untuk mengetahui paparan kadar logam berat Pb Sebelum Sungai Jong Biru. Sampel yang diambil: air sungai.
 - b. Di Sungai Jong Biru, daerah ini diambil karena masyarakat di sekitar aliran Sungai Jong Biru masih memiliki perilaku membuang sampah di sungai baik limbah domestik maupun limbah usaha rumah tangga seperti pencucian kendaraan. Sampel yang diambil: air sungai.
 7. Titik ke VI Area Kecamatan Gampengrejo
 - a. Sebelum Sungai Gampengrejo, daerah ini diambil untuk mengetahui paparan kadar Pb sebelum Sungai Gampengrejo. Sampel yang diambil: air sungai.
 - b. Di Sungai Gampengrejo, daerah ini diambil karena terdapat industri kertas. Sampel yang diambil: air sungai.
 - c. Setelah Sungai Gampengrejo, daerah ini diambil untuk mengetahui kadar Pb sesudah pencampuran air Sungai Gampengrejo dan pada daerah pinggir Sungai Brantas dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan area memancing ikan. Sampel yang diambil: *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica*.
 - d. Dibawah Jembatan Mrican, daerah ini merupakan wilayah pemukiman dan ditemukan tumbuh tanaman *Ipomea aquatica*.

BAHAN DAN CARA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel air sebanyak 500 ml pertitik dan bioindikator lokal yang juga menjadi pangan lokal masyarakat Kota Kediri yaitu *B. gonionotus* dewasa dengan total berat 5 gram pertitik dan *Ipomea aquatica* dengan total berat 60 gram pertitik, larutan standar timbal (II) nitrat ($Pb(NO_3)_2$), asam nitrat pekat (HNO_3 65%), H_2O_2 , $HClO_4$ dan *aquadest*.

Alat yang digunakan untuk mengumpulkan sampel dalam penelitian ini adalah *aluminium foil*, gelas *beaker* (ukuran 25 ml, 100 ml, dan 250 ml),

blender/homogenizer, botol *polypropylene*, cawan porselen bertutup, corong plastik, desikator, gelas ukur (25 ml dan 50 ml), *hot plate*, labu takar (50 ml (*polypropylene*) dan 1000 ml), labu takar 100 ml, *microwave* (khusus untuk destruksi), mikropipet, oven, pipet tetes, pipet volumetrik (ukuran 10 ml, 5 ml, 1 ml), pisau, *refrigerator* atau *freezer*, sendok plastik, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (merek Shimadzu AA 700), timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 ml, tungku pengabuan, wadah *polystyrene*, botol kaca dengan pemberat, *coolbox* dan kotak penyimpanan sampel *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica*

Proses Analisa Sampel Air Sungai

1. Persiapan sampel

Sampel sebanyak 500 ml yang telah diambil dimasukkan ke dalam gelas piala, ditambahkan asam nitrat pekat HNO_3 hingga pH menjadi < 2 lalu dimasukkan ke dalam *coolbox* sebelum dibawa ke BARISTAND Surabaya. Kemudian dipanaskan di pemanas listrik sampai larutan sampel hampir kering. Lalu ditambahkan *aquadest* dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml melalui kertas saring dan dicukupkan sampai 50 ml dengan *aquadest*.

2. Pembuatan Blanko HNO_3

Diambil 2 ml larutan HNO_3 0,5 M, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml dan cukupkan volumenya dengan *aquadest*.

3. Pembuatan larutan Baku logam timbal 1000 ppm

Ditimbang 1,6 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml. Ditambahkan 10 ml HNO_3 pekat dan *aquadest* hingga tepat pada tanda batas.

4. Persiapan kurva kalibrasi larutan standar timbal (Pb)

Dibuat larutan standar 100 ppm yaitu dengan mengambil 10 ml larutan standar 1000 ppm kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dicukupkan dengan *aquadest* hingga 100 ml. Dibuat larutan standar Pb 0,1 ppm; 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; dan 2,0 ppm dengan cara dipipet 0,1 ml; 0,5 ml; 1,0 ml; 1,5 ml; 2,0 ml larutan

baku timbal 100 ppm ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan 3 ml HNO_3 0,5 M kemudian dicukupkan dengan *aquadest* sampai tanda batas.

5. Pengukuran kurva kalibrasi standar timbal

Dimasukkan masing-masing larutan baku yang telah dibuat dengan cara menginjeksikan ke dalam AAS lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 283,3 nm. Dicatat hasil pengukuran dan didapatkan kurva kalibrasi.

6. Pengukuran kadar timbal (Pb) dari sampel

Dimasukkan sampel uji air sungai yang sudah dipreparasi dengan cara menginjeksikan ke dalam AAS lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 283,3 nm. Dan dicatat hasil pengukuran untuk kemudian dianalisis.

Proses Analisa sampel *B. gonionotus* (Ikan Bader) dan *Ipomoea aquatica* (Kangkung air)

1. Preparasi Sampel

Dilumatkan dan haluskan masing-masing sampel *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* dengan blender hingga homogen dan tempatkan sampel dalam wadah polysterene yang bersih dan tertutup simpan dalam *freezer* sebelum dikirim ke BARISTAND Surabaya.

2. Prosedur Destruksi

- Menimbang masing-masing sampel yang sudah dipreparasi sebanyak 2 g dalam tabung sampel.
- Untuk kontrol positif (spike 0,1 mg/kg) tambahkan masing-masing 0,2 ml larutan standar Pb kedalam masing-masing sampel yang sudah dipreparasi dan kontrol positif kemudian di vortex.
- Menambahkan 5 ml-10 ml HNO_3 65% dan 2 ml H_2O_2
- Melakukan destruksi dengan mengatur program *microwave*
- Memindahkan hasil destruksi ke labu takar 50 ml dan tambahkan larutan

metrik *modifier* sampai tanda batas dengan air dionisasi.

3. Pembacaan Kurva Kalibrasi Metode AAS
 - a. Menyiapkan larutan standar kerja PB
 - b. Membaca larutan standar kerja, sampel contoh dan splied pada alat dengan panjang gelombang 283,3 nm.

Hasil Analisis residu Pb dibandingkan dengan nilai ambang batas cemaran logam berat Pb menurut PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, SNI 2729:2013 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan ikan, dan SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan sayur (PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, 2001; BSN, 2009b, 2013). Pengolahan dan analisa data menggunakan *microsoft excel* 2010 untuk menyajikan data deskriptif hasil pemeriksaan kadar Pb di air sungai, menggunakan diagram batang dan garis.

HASIL

Gambaran Pemafaatan Sungai Brantas di Kota Kediri

Sungai Brantas memiliki panjang 7 km diatas wilayah administrasi Kota Kediri dan mengalir dari arah selatan ke arah utara seolah-olah membelah Kota Kediri menjadi wilayah barat (Kecamatan Mojoroto) dan wilayah timur (Kecamatan Kota dan Kecamatan Pesantren). Saat ini Sungai Brantas bukan merupakan penyedia air baku air minum untuk seluruh masyarakat Kota Kediri. Namun jika berdasar pada laporan

akhir rencana induk sistem penyediaan air minum Kota Kediri tahun 2016, proyeksi kebutuhan air total Kota tahun 2036 sebanyak 833,2 L/det dengan kebutuhan pada jam puncak sebanyak 1374,91 L/det Kediri meningkat seiring pertambahan penduduk, perkembangan industri dan perkembangan instansi pendidikan/pondok pesantren. Satu-satunya air permukaan yang berpotensi menjadi sumber air baku air minum hanya Sungai Brantas berdasarkan debitnya yang bekisar 900 m³/det selain Sungai Kresek sepanjang 9 km; Sungai Parang sepanjang 7,5 km; Sungai Ngampel sepanjang 4,5 km dan Sungai Kedak sepanjang 8 km.

Walau saat ini bukan menjadi sumber air minum utama masyarakat Kota Kediri, namun dari survei awal pada 30 masyarakat disekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas, 83% menggunakan untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari untuk kegiatan MCK (mandi, cuci dan kakus), 50% memanfaatkan sebagai lahan mata pencaharian dengan bekerja sebagai penambang pasir lebih dari 5 tahun, 40% penjual makanan di DAS brantas menggunakan air Sungai Brantas untuk mencuci peralatan makan selama lebih dari 3 tahun, 10% menggunakan air Sungai Brantas untuk menyiram tanaman dan pertanian pada waktu musim kemarau, dan 73% memanfaatkan untuk mencari ikan salah satunya *B. gonionotus* yang dikonsumsi pribadi dan/atau dijual kepada tetangganya.

Gambaran Kadar Timbal (Pb) pada Sampel Air Sungai, *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* di Sungai Brantas

Hasil pengujian kadar timbal beberapa sampel yang dilakukan di BARISTAND Surabaya mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi kadar timbal (Pb) berdasarkan titik pengambilan sampel air sungai, di Sungai Brantas, Kota Kediri

Titik Pengambilan Sampel	Air Sungai 0,03 mg/L	<i>B. gonionotus</i> 0,3 mg/kg	<i>Ipomoea aquatica</i> 0,5 mg/kg
Kelurahan Manisrenggo	0,0062	0,161	0,282
Sebelum Sungai Kresek	0,0073	-	-
Sungai Kresek	0,0075	-	-
Sesudah Sungai Kresek	0,0070	<0,023	<0,023
Dibawah Jembatan Alun-alun Antara Jembatan Alun-alun dan Jembatan Lama Kota Kediri	-	-	0,417
Sebelum Sungai TPA	0,0039	0,062	<0,023
Sungai TPA	0,0036	-	-
Sesudah Sungai TPA	0,0039	<0,023	-
Sebelum Sungai Jong Biru	0,05	-	-
Sungai Jong Biru	0,33	-	-
Sesudah Sungai Jong Biru	0,25	0,453	-
Sebelum Sungai Gampengrejo	0,0069	-	-
Sungai Gampengrejo	0,0055	-	-
Sesudah Sungai Gampengrejo	0,0061	<0,023	-
Dibawah Jembatan Mrican	-	-	3,29

ket: “-“ tidak dilakukan pengambilan sampel karena tidak tersedia

Pada Tabel diatas diketahui hasil pemeriksaan kadar timbal pada air Sungai Brantas dari titik pengambilan sampel tertinggi dimulai dari titik pengambilan sebelum Sungai Jong Biru (0,05 mg/L), dan kadar Pb meningkat setelah pertemuan dengan Sungai Jong Biru (0,25 mg/L), sementara untuk Sungai Jong Biru kadar Pb ditemukan sebesar 0.33 mg/L, tertinggi dari semua anak Sungai Brantas. Menurut PP No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Baku Mutu Timbal (Pb) di Air, kadar Pb di ketiga titik ini melewati ambang batas yang ditetapkan untuk Sungai Kelas 3 yaitu 0,03 mg/L.

Pada sampel *B. gonionotus* yang diambil dari titik pengambilan sampel setelah Sungai Jong Biru memiliki kadar Pb sebesar 0,453 mg/kg melewati nilai ambang batas yang ditetapkan berdasar SNI 2729:2013 Tentang Batas Maksimum Pencemaran Logam Berat dalam Pangan, diatur bahwa batasan maksimum pencemaran timbal (Pb) dalam ikan berserta olahannya sebesar 0,3 mg/kg. Pada sampel *Ipomoea aquatica* yang

diambil dari titik pengambilan sampel dibawah jembatan Mrican memiliki kadar Pb sebesar 3,29 mg/kg melewati nilai ambang batas yang ditetapkan berdasar SNI 7387:2009 Tentang Batas Cemar Logam Berat dalam Pangan, diatur bahwa batasan maksimum pencemaran timbal (Pb) dalam buah dan sayur beserta olahannya sebesar 0,5 mg/kg.

PEMBAHASAN

Ada berbagai cara yang dapat menyebabkan perairan terkontaminasi logam berat, diantaranya dengan cara alamiah dapat berasal dari pengikisan batuan mineral disekitar perairan, partikel logam berat di udara yang terbawa saat hujan, serta dari aktivitas manusia itu sendiri seperti aktivitas industri maupun buangan domestik dan biasanya logam berat diperairan ini berbentuk ion (Palar, 2012). Hasil pemeriksaan residu timbal pada air sungai, pada *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* di Sungai Brantas didapatkan pola daerah dengan residu tertinggi melebihi nilai

ambang batas masing-masing indikator sampel terletak diarea menuju Hilir Sungai Brantas di Kota Kediri (bagian utara). Peningkatan kadar Pb dimulai dari titik pengambilan sampel sebelum Sungai Jong Biru dengan kadar timbal pada sampel air sebesar 0.05 mg/L dan pada sampel *Ipomoea aquatica* sebesar 3,29 mg/kg. Peningkatan tersebut dapat terjadi karena sebelum titik pengambilan sampel tersebut terdapat jembatan yang digunakan untuk jalur transportasi ukuran kecil (motor) hingga besar (truk dan bis) setiap hari dan lintas daerah. Timbal berguna untuk meningkatkan oktan saat pembakaran, dan dengan jumlah yang besar (karena berada di dalam perkotaan) terlepas menjadi partikulat di udara bebas dan masuk ke perairan melalui proses pengkristalan diudara dan terbawa air hujan (Widowati, 2008; Palar, 2012).

Kemudian hasil pemeriksaan pada sampel air dan ikan pada titik pengambilan sampel setelah Sungai Jong Biru masing-masing adalah 0,25 mg/L dan 0,453 mg/kg. Hal ini dimungkinkan terjadi karena hasil uji pada Sungai Jong Biru residu Pb ditemukan sebesar 0.33 mg/L yang disebabkan oleh aktivitas domestik manusia seperti membuang limbah yang mengandung logam berat ke Sungai Jong Biru. Pencemaran logam berat dilingkungan perairan berkaitan dengan penggunaan logam berat tersebut dalam kegiatan manusia, dan secara sengaja maupun tidak sengaja terbuang ke lingkungan perairan (Rötting *et al.*, 2014). Berdasarkan survei yang dilakukan disekitar titik pengambilan sampel Sungai Jong Biru didapatkan sumber pencemar yaitu aktivitas rumah tangga dan usaha lokal cuci motor yang menghasilkan limbah domestik seperti buangan penggunaan sampo dan sabun. Padahal produk sampo dan sabun beberapa melibatkan senyawa Pb untuk variasi pewarnaan sintetik kadar timbal dalam sampo ditemukan cukup tinggi yaitu sebesar 2,974-7,383 mg/L dan timbal pada sabun mandi sebesar 4,63 mg/L (Chauhan *et al.*, 2010; Jaya, Guntarti dan Kamal, 2013). Selain itu masyarakat sekitar Sungai Jong Biru memanfaatkan lahan untuk bertani dan oleh masyarakat sekitar sering tanpa sengaja membuang limbah pertanian langsung ke Sungai Jong Biru. Hasil observasi pada petani yang memanfaatkan daerah pinggir

Sungai Brantas sebagai lahan pertanian ditemukan menggunakan pestisida dengan bahan Antrakol 70 WP untuk mengusir hama pertanian. Produk Antrakol 70 WP sendiri mengandung Pb sebanyak 12,48 mg/kg (Hartini, 2011). Penelitian pada lahan pertanian yang menggunakan pestisida mengandung Pb mendapatkan residu Pb ditanah pertanian sebesar 14,0484-16,1072 mg/kg (Siaka, Sahara dan Dharmayoga, 2015).

Lingkungan perairan yang rusak dan tercemar akan menurunkan kualitas dari biota perairan, pada penelitian ini menggunakan indikator lokal yang dikonsumsi masyarakat Kota Kediri yaitu *Barbonymus gonionotus* dan *Ipomea aquatica*. Logam berat seperti Pb dapat terakumulasi dalam jaringan ikan pada rantai makanan akuatik. Pb masuk dalam tubuh ikan dapat melalui tiga proses yaitu melalui alat pernapasan (insang), melalui sistem pencernaan atau makanan, dan melalui penyerapan air karena semakin tinggi kadar timbal di air maka semakin tinggi kadar timbal di jaringan tubuh ikan (Arsad, Said dan Suherman, 2012). Sama halnya dengan *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* akan mengalami penurunan kualitas sebagai pangan aman untuk dikonsumsi karena akumulasi Pb. Tanaman *Ipomoea aquatica* memiliki fungsi sebagai biofilter dan mempunyai kemampuan untuk mengurai benda organik dan anorganik disekitar akarnya termasuk menyerap timbal (Rohaningsih dan Muntalif, 2015; La Tiro, Lusiani.I, Isa. H, 2017; Hapsari, Amri dan Suyanto, 2018). Secara umum, tanaman tidak akan mengalami masalah jika menyerap logam berat dan akan mentranslokasi logam berat tersebut dalam jumlah yang lebih besar ke daun daripada buah dan biji mereka (Ebadi *et al.*, 2005; Karrari, Mehrpour and Abdollahi, 2012). Hal ini menggambarkan ada kontribusi tanaman dalam penyerapan logam berat seperti timbal dan menjadi media transmisi pada rantai makanan baik secara aktif maupun pasif jika terakumulasi di jaringan dan berpindah ke hewan maupun manusia yang memakannya. Namun kadar logam berat pada tanaman akan berbeda walaupun berada pada lokasi atau habitat yang sama (Wislocka *et al.*, 2006).

Timbal dalam air dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui penetrasi pada lapisan kulit dan melalui proses rantai makanan (konsumsi pangan yang terkontaminasi) (SHAH, 2005; Palar, 2012; Rötting *et al.*, 2014). Merujuk pada nilai ambang batas yang ditetapkan Pemerintah melalui PP No. 82 Tahun 2001 untuk kualitas air, SNI 2354.5:2011 untuk kandungan Pb pada ikan dan SNI 7387:2009 untuk kandungan Pb pada sayur, dapat dikatakan air Sungai Brantas. Sampel *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* yang diambil pada titik sesudah Sungai Jong Biru, melebihi baku mutu dan tidak untuk dikonsumsi manusia, karena Pb bersifat kumulatif yang dalam jangka panjang akan mempengaruhi kerusakan sistem tubuh manusia (Kragulj *et al.*, 2018). Temuan penelitian ini dapat menjadi pertimbangan ketika Sungai Brantas dianggap sebagai satu-satunya sumber air permukaan yang berpotensi sebagai sumber air baku air minum untuk memenuhi kebutuhan air minum sesuai proyeksi tahun 2036 (Pemkot, 2016). Jika air Sungai Brantas tersebut digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci peralatan makan bahkan air, ikan Bader dan kangkung air dikonsumsi terus menerus dalam jangka waktu panjang, maka akan berdampak pada penurunan kesehatan. Meski belum ada laporan keracunan di Kota Kediri yang disebabkan oleh logam berat Pb yang mengkontaminasi air di Sungai Brantas secara langsung. Apabila seseorang mengkonsumsi Pb sekitar 2,5 mg/hari, maka efek toksik akan terlihat sekitar 4 tahun dan jika mengkonsumsi Pb sekitar 3,5 mg/hari, maka efek toksik terlihat dalam beberapa bulan saja (Alsuhendra and Ridawati, 2013). Namun ada faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan Pb dalam tubuh melalui usus bergantung pada waktu puasa, penyerapan Pb dalam keadaan puasa akan lebih banyak dibanding saat tidak puasa yaitu sekitar 15-20%. Faktor umur juga membedakan kadar penyerapan Pb, pada orang dewasa penyerapan Pb sekitar 5-19% Pb dan usia anak-anak menyerap Pb lebih banyak daripada orang dewasa, usia 3-8 tahun dapat menyerap hingga 50%. Setelah beberapa minggu sekitar 99% Pb dalam tubuh orang dewasa dapat diekskresikan, sementara pada anak-anak hanya 32% yang dapat diekresikan. Biasanya tubuh

mengekskresikan Pb dalam jumlah sangat kecil, meskipun asupan Pb setiap hari meningkat (Alsuhendra dan Ridawati, 2013).

Timbal dapat berpindah dari ibu ke janin, ibu ke bayi melalui ASI sehingga janin dalam kandungan, bayi dan usia anak sangat rentan terhadap efek paparan Pb karena mudah diserap oleh tubuh yang mengalami proses pertumbuhan dan jaringan otot anak pada anak lebih sensitif dibandingkan usia dewasa. Setelah masuk ke dalam tubuh, oleh tubuh Pb akan diperlakukan seperti kalsium (Ca), setelah diserap oleh plasma dan membran jaringan lunak Pb akan didistribusikan ke tulang dan terkhusus anak-anak juga pada gigi (Purchase and Fergusson, 1986). Timbal juga didistribusikan ke seluruh jaringan oleh darah setelah diserap usus akan mudah ditemukan pada sel darah merah selama 25-30 hari, jaringan lunak, tulang dan jaringan keras selama 30-40 tahun (Alsuhendra dan Ridawati, 2013).

Hasil penelitian ini selaras dan konsisten menyebutkan adanya cemaran Pb di Sungai Brantas seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2015. Cemaran Pb dapat pertama dapat dibuktikan dengan kontaminasi Pb pada produk perikanan. Penelitian sebelumnya yang menguji pada sampel ikan nila merah yang dibudidayakan di keramba apung Kelurahan Semampir Kediri telah tercemar logam berat timbal dengan kadar ($0,4864 \pm 0,0493$) mg/kg (Manggara dan Prasongko, 2015). Berdasar pada lokasi pengamatan penelitian sebelumnya oleh Manggara dan Prasongko tersebut dan penelitian ini menunjukkan konsistensi area dengan cemaran Pb tinggi yaitu pada area setelah Kelurahan Semampir (Jembatan Semampir dan seterusnya) baik pada sampel air sungai, dan *Barbonymus gonionotus*. Penelitian ini juga selaras dengan penelitian lainnya yang dilakukan pada tahun 2015 dengan menguji sampel air sungai dan *Ipomoea aquatica* di Sungai Brantas dengan rata-rata kadar Pb masing-masing adalah 0,93 ppm dan 0,35 ppm (Nasrudin, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kandungan Pb terdeteksi di setiap titik pengambilan sampel, namun lokasi

dengan kadar Pb melebihi nilai ambang batas yang berlaku di Indonesia untuk air sungai, *B. gonionotus* dan *Ipomoea aquatica* segar berada di hilir Sungai Brantas Kota Kediri. Nilai kadar Pb pada sampel air di titik pengambilan sampel sebelum Sungai Jong Biru sebesar 0.05 mg/L, sampel air dan ikan pada titik pengambilan sampel setelah Sungai Jong Biru masing-masing adalah 0,25 mg/L dan 0,453 mg/kg yang terjadi karena akumulasi dari residu Pb pada titik pengambilan sampel Sungai Jong Biru yang ditemukan sebesar 0.33 mg/L. Pada sampel *Ipomoea aquatica* (kangkung air) yang diambil dari bawah jembatan Mrican sebesar 3,29 mg/kg. Kontaminasi pada area tersebut disebabkan oleh buangan bahan bakar kendaraan yang melintas di jembatan yang berada sebelum titik pengambilan sampel, limbah domestik dan pertanian yang dibuang baik sengaja maupun tidak sengaja ke anak sungai dan/atau Sungai Brantas.

Saran

Sosialisasi dan edukasi mengenai bahan kebutuhan rumah tangga dan pertanian yang menjadi limbah domestik namun mengandung Pb penting dilakukan pada masyarakat DAS Brantas guna mengurangi perilaku pembuangan sampah yang berpotensi mencemari Sungai Brantas. Jika, Sungai Brantas akan dimanfaatkan untuk menunjang bahan pangan seperti sayur *Ipomoea aquatica* (kangkung air) dan *B. gonionotus* (ikan bader), terlebih diproyeksikan menunjang kebutuhan air minum maka diperlukan upaya pengendalian dan penanggulangan kontaminasi logam berat menggunakan kebijakan konservasi perairan sungai dan pengawasan pada sektor industri dan domestik disekitar DAS Brantas lintas sektor Pemerintah Kota Kediri melalui Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kesehatan, Dinas Pertanian dan lainnya yang berkaitan serta lintas daerah melalui koordinasi Dirjen Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum. Pemerintah melalui Perusahaan Umum Jasa Tirta perlu mempertimbangkan pelaksanaan teknik pengolahan air Sungai Brantas agar tidak meninggalkan residu logam berat dan siap dikonsumsi pada waktu jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, C. A. (2012) 'American oyster (*Crassostrea virginica*) and sediments as a coastal zone pollution monitor by heavy metals', *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(4), pp. 579–586. doi: 10.1007/s13762-012-0078-y.
- Alsuhendra and Ridawati (2013) *Bahan Toksik dalam Makanan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Amirah, M. N. (2013) 'Human Health Risk Assessment of Metal Contamination through Consumption of Fish', *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 1(1), pp. 1–5. doi: 10.12691/jephh-1-1-1.
- Arsad, M., Said, I. dan Suherman, S. (2012) 'Akumulasi Logam Timbal (Pb) dalam Ikan Belanak (*Liza melinoptera*) yang Hidup di Perairan Muara Poboya (Accumulation of Lead (Pb) Metal in Mulletts (*Liza melinoptera*) that Live in Poboya River Estuary)', *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), p. 224100.
- Azizi, M. H. dan Azizi, F. (2010) 'Lead poisoning in the world and Iran.', *The international journal of occupational and environmental medicine*, 1(2), pp. 81–87. doi: 10.15171/ijoem.2010.28.
- Balali-Mood, M. (2010) 'Occupational lead poisoning in workers of traditional tile factories in Mashhad, Northeast of Iran.', *The international journal of occupational and environmental medicine*, 1(1), pp. 29–38.
- BPS (2019) *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten/Kota di Indonesia, Laporan*. Jakarta.
- BSN (1998) *SNI 01-2896-1998: Cara uji cemaran logam dalam makanan*. Jakarta.
- BSN (2009a) *SNI 6989.8:2009 Air dan air limbah 'Cara uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)'*. Jakarta.
- BSN (2009b) *SNI 7387:2009: Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta.
- BSN (2011) *SNI 2354.5:2011 Cara uji kimia - Bagian 5: Penentuan kadar logam berat (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan*. Jakarta.
- BSN (2013) *SNI 2729:2013 Ikan Segar tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan ikan*. Jakarta.
- Butnariu, M. (2012) 'Vegetable Bioindicators of Heavy Metal Pollution', *Journal of Ecosystem & Ecography*, 02(05), pp. 5–6. doi: 10.4172/2157-7625.1000e114.
- Canfield, R. L. and Jusko, T. A. (2008) 'Lead Poisoning', *Encyclopedia of Infant and Early Childhood Development*, 1–3, pp. 200–213. doi: 10.1016/B978-012370877-9.00091-8.
- Chauhan, A. S. et al. (2010) 'Determination of lead and cadmium in cosmetic products', *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2(6), pp. 92–97.
- Debnath, B., Singh, W. and Manna, K. (2019) 'Sources and toxicological effects of lead on human health', *Indian Journal of Medical*

- Specialities*, 10(2), p. 66. doi: 10.4103/injms.injms_30_18.
- Ebadi, A. . *et al.* (2005) 'Study and Measurement of Pb, Cd, Cr and Zn in Green Leaf of Tea Cultivated in Gillan Province of Iran', *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(4), pp. 270–272.
- Fardiaz (2010) *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Habibollah Nemati Karimooy *et al.* (2010) 'Effects of occupational lead exposure on renal and nervous system of workers of traditional tile factories in Mashhad (northeast of Iran)', *Toxicology and Industrial Health*, 26(9), pp. 633–638. doi: 10.1177/0748233710377774.
- Hapsari, J. E., Amri, C. and Suyanto, A. (2018) 'Efektivitas Ipomea aquatica (Ipomoea Aquatica) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(01), pp. 30–37. doi: 10.23960/aec.v3.i1.2018.p30-37.
- Hartini, E. (2011) 'Kadar plumbum (Pb) dalam umbi bawang merah di kecamatan Kersana kabupaten Brebes', *Jurnal Visikes*, 10(1), pp. 69–75. Available at: [http://www.dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Kadar_Plumbun_\(Pb\)_Dalam_Umbi_Bawang_Merah_di_Kecamatan_Kersana_Kabupaten_Brebes.pdf](http://www.dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Kadar_Plumbun_(Pb)_Dalam_Umbi_Bawang_Merah_di_Kecamatan_Kersana_Kabupaten_Brebes.pdf).
- Jaya, F., Guntarti, A. and Kamal, Z. (2013) 'Penetapan Kadar Pb Pada Shampoo Berbagai Merk Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom', *Pharmaciana*, 3(2). doi: 10.12928/pharmaciana.v3i2.425.
- Jović, M., Onjia, A. and Stanković, S. (2012) 'Toxic metal health risk by mussel consumption', *Environmental Chemistry Letters*, 10(1), pp. 69–77. doi: 10.1007/s10311-011-0330-6.
- Karrari, P., Mehrpour, O. and Abdollahi, M. (2012) 'A systematic review on status of lead pollution and toxicity in Iran; Guidance for preventive measures', *DARU, Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(1), pp. 1–17. doi: 10.1186/1560-8115-20-2.
- Kragulj, T. (2018) 'Lead contamination of fish and water from coastal sea of Bar Region (Montenegro)', *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management (JATEM)*, 1(1), pp. 124–129. Available at: [http://www.fimek.edu.rs/images/naucni-rad/jatem/issue/v1/17-\(17\)_Kragulj_et_al.,_2018._Vol._1\(1\),_124-129.pdf](http://www.fimek.edu.rs/images/naucni-rad/jatem/issue/v1/17-(17)_Kragulj_et_al.,_2018._Vol._1(1),_124-129.pdf).
- Lusiana, N., Rahadi, B. and Anugroho, F. (2017) 'Identification of Suitability Agriculture Landuse and Water Contamination Level as Agricultural Intensification Effect in Upstream of Brantas Watershed, Batu', *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), pp. 129–142. doi: 10.21776/ub.jtp.2017.018.02.13.
- Manggara, algarif bakti and Prasongko, erfan tri (2015) 'Keramba Apung Sungai Brantas Semampir Kediri The Analysis Of Lead (Pb) In Red Nila Fish (Oreochromis Sp) In The Floating Net Cages At In Brantas River Semampir Kediri', *Wiyata*, 2, pp. 141–145.
- Markovic, J., Joksimovic, D. and Stankovic, S. (2012) 'Trace element concentrations in wild mussels from the coastal area of the southeastern adriatic, Montenegro', *Archives of Biological Sciences*, 64(1), pp. 265–275. doi: 10.2298/ABS1201265M.
- Nasrudin, I. (2015) *Identifikasi Pencemaran Logam Pb Pada Tanaman Kangkung (Ipomoea aquatica) di Sungai Brantas Kediri, unpublsh (skripsi)*. Kediri.
- Palar, H. (2012) *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- PEMKOT (2016) *Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kota Kediri, Laporan Akhir*. Kediri. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air (2001). Jakarta.
- Purchase, N. G. and Fergusson, J. E. (1986) 'Lead in teeth: The influence of the tooth type and the sample within a tooth on lead levels', *Science of the Total Environment*, The, 52(3), pp. 239–250. doi: 10.1016/0048-9697(86)90124-5.
- Ramu, K. (2004) *Brantas River Basin Case Study, Indonesia*.
- Rohaningsih, D. and Muntalif, B. S. (2015) 'Akumulasi Logam Timbal (Pb) Pada Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)', *Jurnal Tehnik Lingkungan*, 21(2), pp. 159–168. doi: 10.5614/jtl.2015.21.2.6.
- Rötting, T. S. *et al.* (2014) 'Environmental distribution and health impacts of As and Pb in crops and soils near Vinto smelter, Oruro, Bolivia', *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11(4), pp. 935–948. doi: 10.1007/s13762-013-0313-1.
- SHAH, S. L. (2005) 'Effects of Heavy Metal Accumulation on the 96-h LC50 Values in Tench Tinca tinca L., 1758', *Turk Vat Journal Animal Science*, 29(29), pp. 139–144.
- Siaka, i made, Sahara, E. and Dharmayoga, I. P. M. (2015) 'Bioavailabilitas Dan Spesiasi Logam Berat Pb Dan Cd Pada Tanah Pertanian Basah Dan Kering Di Daerah Denpasar', *Jurnal Kimia*, 1(9), pp. 132–138. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- La Tiro, Lusiani.I, Isa, H, I. (2017) 'Potensi Tanaman Ipomea aquatica (Ipomoea Aquatica) Sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu', *Jurnal Entropi*, 12(2007), pp. 81–86.
- Uluturhan, E. and Kucuksezgin, F. (2007) 'Heavy metal contaminants in Red Pandora (Pagellus erythrinus) tissues from the Eastern Aegean Sea, Turkey', *Water Research*, 41(6), pp. 1185–1192. doi: 10.1016/j.watres.2006.11.044.
- Wani, A. L., Ara, A. and Usmani, J. A. (2015) 'Lead toxicity: A review', *Interdisciplinary Toxicology*, 8(2), pp. 55–64. doi: 10.1515/intox-2015-0009.
- Whitten, T., Soeriaatmadja, R. E. and Suraya, A. A. (1996) *The Ecology of Java and Bali*. Hongkong: Periplus Editions Ltd.

WHO (2010) *Exposure To Lead: A Major Public Health Concern*. Geneva.
Widowati (2008) *Efek Toksik Logam Berat*. Yogyakarta: Andi.

Wisłocka, M. *et al.* (2006) 'Bioaccumulation of heavy metals by selected plant species from uranium mining dumps in the Sudety Mts., Poland', *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(5), pp. 811–818.