



## PENINGKATAN KADAR TIMBAL DARAH DAN MUNCULNYA PERILAKU ANTISOSIAL PENGRAJIN KUNINGAN

Aditya Marianti<sup>1,3</sup>✉, Anies<sup>1,2</sup>, Henna Rya Sunoko Abdurachim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

<sup>3</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima 6 Juli 2015

Ditetujui 7 Juli 2015

Dipublikasikan Juli 2015

*Keywords:*

Lead; Antisocial;

Brass craftsmen.

**DOI**

[http://dx.doi.org/10.15294/](http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3730)

[kemas.v11i1.3730](http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3730)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh peningkatan kadar timbal (Pb) darah terhadap munculnya perilaku antisosial pada pengrajin kuningan. Disain penelitian observasional analitik dengan studi *cross sectional*. Sampel terdiri dari 55 orang pengrajin kuningan, dengan kriteria inklusi pria atau wanita, minimal 17 tahun, telah bekerja di industri kuningan minimal 2 tahun, pendidikan minimal pernah SD. Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi kontaminasi Pb di lingkungan kerja industri kuningan. Kadar Pb darah pengrajin yang melebihi nilai ambang batas 40 µg/dl mencapai 80%. Perilaku antisosial terukur masuk kategori sedang dan rendah. Terdapat hubungan linier antara kadar Pb darah dan perilaku antisosial dengan R<sup>2</sup> 0,353. Simpulan pajanan kronik Pb di lingkungan kerja industri kuningan menyebabkan peningkatan kadar Pb darah pengrajin dan berkontribusi memicu munculnya perilaku antisosial.

## BLOOD LEAD LEVELS INCREASED AND THE APPEARANCE OF ANTISOCIAL BEHAVIOR IN BRASS CRAFTSMEN

### Abstract

*This study aimed to examine the effect of increased Blood Lead Levels (BLL) results of the emergence of antisocial behavior in brass craftsmen. The research designs used the analytic observational with cross sectional study. The sample consisted of 55 brass craftsmen, male or female a minimum of 17 years old, has worked in the brass industry at least for 2 years, and at least has a degree in the elementary school level. The results showed that there has been a lead contamination in the environment of brass industry. BLL that exceed the threshold value (40 µg/dl) reached 80%. The antisocial behavior measured was in the category of medium and low. There was a linear relationship between BLL and antisocial behavior with R<sup>2</sup> 0.353. In conclusion, chronic lead exposure to the brass industry environment led to an increase to blood lead levels BLL in craftsmen contributed in the appearance of antisocial behavior.*

© 2015 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Program Doktor Ilmu Lingkungan Pasca sarjana UNDIP  
Email : [aditya.marianti.am@gmail.com](mailto:aditya.marianti.am@gmail.com)

## Pendahuluan

Kegiatan peleburan logam berpotensi menyebabkan lepasnya partikel-partikel logam berat berukuran mikron ke udara. Di Indonesia, peleburan logam dilakukan oleh masyarakat dalam skala industri rumahan, dengan segala keterbatasannya. Beberapa keterbatasan itu antara lain teknologi yang dikembangkan pada umumnya masih sederhana sehingga tingkat emisi maupun polusi di lingkungan kerjanya menjadi tinggi dan tidak bisa dikendalikan. Selain itu keselamatan dan kesehatan kerja bagi para pekerja pada umumnya kurang diperhatikan.

Salah satu industri rumahan peleburan logam adalah industri kuningan. Industri kuningan banyak terdapat di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati Jawa Tengah. Berdasarkan informasi dari Kepala Seksi Industri Logam, Mesin, Elektronika, dan Aneka (ILMEA) Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Pati (September 2013), jumlah pemilik industri kecil kuningan terdata sebanyak 150 pemilik/pengrajin, namun yang benar-benar aktif memproduksi secara kontinyu sampai dengan tahun 2013 diperkirakan tinggal 50 pengrajin. Masing masing memiliki pekerja rata-rata antara 5-25 orang. Hampir seluruh industri kerajinan kuningan merupakan industri rumahan, dengan peralatan yang sederhana dan minim perlindungan terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerjanya.

Hasil analisis terhadap komponen penyusun kuningan menunjukkan bahwa kuningan adalah logam campuran mengandung unsur utama yaitu tembaga (Cu) sebesar 65,493 % dan seng (Zn) sebesar 34,506 % serta unsur-unsur lainnya termasuk timbal (Pb). Pb yang terukur sebesar 0,46%. (Supriyanto, 2010). Industri kuningan memanfaatkan limbah logam sebagai bahan bakunya. Berdasarkan hasil investigasi, limbah logam yang digunakan beberapa termasuk dalam kategori limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). Bahan B3 tersebut berpotensi untuk lepas ke lingkungan pada saat proses peleburan, dalam bentuk uap logam (*fume*) maupun hamburan partikel logam berukuran mikron.

Semakin kecil ukuran partikelnya semakin berpotensi untuk masuk ke tubuh manusia baik secara inhalasi, subkutan maupun

ingesti. Salah satu logam berat berbahaya yang dapat lepas ke udara sebagai akibat kegiatan peleburan kuningan adalah Pb. Zhang (2012), menyatakan bahwa emisi Pb yang dibebaskan ke lingkungan dalam kegiatan penambangan dan peleburan logam mencapai sekitar  $357 \times 10^6$  sampai dengan  $857 \times 10^6$  kg/tahun. Pb secara inhalasi lebih efisien dibandingkan dengan ingesti, dengan efisiensi rasio 10 : 1. Efisiensinya meningkat seiring dengan semakin kecil ukuran partikelnya. Partikel dengan ukuran MMAD (*mass median aerodynamic diameter*) lebih besar dari 10  $\mu$ m tertimbun di orofarink, partikel berukuran antara 5 sampai 10  $\mu$ m masuk sampai ke saluran pernafasan bagian tengah, sedangkan partikel yang berukuran antara 0.5 sampai < 5  $\mu$ m dapat masuk sampai ke brokhioli dan alveoli.

Pajanan Pb secara inhalasi pada umumnya terjadi pada mereka yang tinggal dekat dengan peleburan atau mereka yang bekerja di peleburan logam (Rodrigues, 2010). Para pengrajin kuningan rentan terpajan Pb secara kronis. Pb dikenal sebagai neurotoksikan kuat. Pb yang terabsorpsi secara inhalasi akan masuk ke sistem peredaran darah. Kemudian Pb akan masuk menetrasi ke jaringan dan sel-sel tubuh melalui pembuluh kapiler endotelium dan fenestra, termasuk masuk ke jaringan saraf. Meskipun jaringan saraf atau otak dilindungi oleh struktur pembuluh khusus (*brain blood barrier*) yang menyebabkan toksikan sulit masuk, namun menurut Wang (2011), Pb mampu melintasi *brain blood barrier*. Akumulasi Pb dalam otak dilaporkan telah memicu meningkatnya agresivitas dan perilaku antisosial di beberapa negara.

Pb yang sudah masuk ke dalam tubuh lambat diekskresikan. Pb memiliki waktu paruh di dalam darah kurang lebih 25 hari, pada jaringan lunak 40 hari sedangkan pada tulang 25 tahun. Eliminasi Pb yang dilakukan melalui ekskresi urin hanya 500mg per 24 jam. Ekskresi yang lambat ini menyebabkan Pb mudah terakumulasi. Akumulasi Pb di jaringan saraf akan menyebabkan munculnya gangguan pada sistem saraf baik struktural maupun fungsional.

Pb diketahui mempengaruhi berbagai bagian otak yang berbeda yaitu korteks cerebral, cerebellum dan hippocampus. Struktur pembuluh darah di otak kemungkinan

juga dirusak yang dapat menyebabkan terjadinya pendarahan dan pembengkakan otak (Block, 2009). Hasil penelitian Prasanthi (2010), menunjukkan bahwa pajanan Pb pada mencit dewasa dan mencit dalam masa pertumbuhan telah meningkatkan stress oksidatif di korteks, hipokampus, cerebelum dan medula. Meningkatnya stress oksidatif ini ditandai dengan penurunan aktivitas enzim Superoksida Dismutase (SOD), Xantin Oksidase (XO), dan Katalase (CAT), serta meningkatkan kadar enzim lipid peroksidase (LP). Melalui pemeriksaan dengan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), Cecil (2008), menemukan bahwa daerah di otak yang paling awal dipengaruhi oleh pajanan Pb adalah substansi abu-abu dari prefrontal. Reduksi substansi abu-abu di daerah prefrontal diduga kuat berkaitan dengan munculnya perilaku kriminal pada individu dan gangguan personal antisosial (*antisosial personality disorder*).

Peningkatan kadar Pb darah juga akan mempengaruhi proses penghantaran neurotransmitter di sinaps. Ion  $Pb^{2+}$  akan menggantikan atau menghambat fungsi ion  $Ca^{2+}$  yang secara alami menjalankan fungsi sebagai pendorong vesikel-vesikel yang berisi neurotransmitter untuk berekositosis menuju celah sinaps. Ion  $Pb^{2+}$  akan menyebabkan augmentasi spontan pada transmisi impuls sinaps neuron. Augmentasi spontan ini menyebabkan penghambatan pembebasan neurotransmitter termasuk sinaps serotonergik yaitu sinaps yang memiliki neurotransmitter serotonin adalah salah satu neurotransmitter yang turut bertanggungjawab mempengaruhi perilaku. Serotonin dalam kadar normal memiliki fungsi memelihara stabilitas emosi. Serotonin memainkan peran penting dalam sifat-sifat kepribadian depresi dan kecemasan. Serotonin juga terlibat dengan perkembangan otak dan gangguan dalam sistem ini dapat menyebabkan peningkatan agresivitas dan impulsif. Beberapa penelitian menemukan bahwa penurunan kadar serotonin terjadi pada orang-orang dengan perilaku antisosial.

Perilaku antisosial dinyatakan sebagai munculnya fenomena perilaku yang tidak sesuai norma hukum, adat istiadat, agama, dan tidak bertanggung jawab terhadap kepentingan orang lain bahkan kepentingan dirinya sendiri.

Perilaku antisosial bisa digambarkan sebagai perilaku yang tidak diinginkan sebagai akibat dari gangguan kepribadian dan merupakan lawan dari perilaku prososial. Perilaku antisosial tidak selalu sama dengan kriminalitas. Meski ada hubungan kuat di antara keduanya, tidak semua perilaku kriminal menunjukkan tanda-tanda gangguan perilaku antisosial, sebaliknya tidak semua orang dengan perilaku antisosial adalah pelaku kriminal.

Meskipun disadari bahwa perilaku antisosial adalah hasil dari interaksi berbagai variabel sosio-herediter, namun semakin banyak bukti penelitian yang menyatakan bahwa paparan logam berat timbal (Pb) memainkan peranan atas epigenesisnya. Minimal logam berat Pb ini berfungsi sebagai pencetus stimulus. Para pengrajin kuningan adalah subjek yang berada di lingkungan kerja yang berpotensi tercemar Pb, sehingga diduga kuat telah terjadi peningkatan kandungan Pb dalam darahnya. Peningkatan kadar Pb darah tersebut akan berimplikasi terhadap struktur, sistem enzim, dan neurotransmitter sistem saraf yang berimplikasi antara lain pada munculnya perubahan perilaku pada pengrajin kuningan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih mendalam pengaruh peningkatan kadar Pb darah pengrajin kuningan akibat pajanan kronik Pb lingkungan dengan munculnya perilaku antisosial. Mengingat bahwa perilaku adalah hasil interaksi berbagai faktor maka interaksi sosial dan budaya yang mempengaruhi sampel penelitian termasuk variabel yang menjadi bahan kajian.

## Metode

Desain penelitian ini adalah observasional analitik yang dilakukan dengan studi cross sectional yaitu penelitian dilakukan secara non eksperimental dengan model pendekatan *point time* untuk menganalisis dinamika pengaruh antara faktor risiko dengan efek. Variabel yang termasuk ke dalam faktor risiko (kadar Pb darah) dan variabel-variabel yang termasuk ke dalam efek (perilaku antisosial) sekaligus diobservasi pada saat yang sama. Kadar Pb darah difungsikan sebagai variabel bebas dan perilaku antisosial difungsikan sebagai variabel tergantung. Berbagai variabel yang dapat mempengaruhi hubungan antara variabel

bebas dan tergantung yaitu kondisi pencemaran udara, lingkungan kerja, karakteristik dan interaksi sosial sampel penelitian difungsikan sebagai variabel moderator. Tiap subjek hanya diobservasi satu kali dan faktor risiko serta efek diukur menurut keadaan atau status saat diobservasi. Sampel yang digunakan 55 orang pengrajin kuningan di Desa Growong Lor Kecamatan Juwana Kabupaten Pati. Sampel yang dipilih adalah sampel yang memenuhi kriteria inklusi yaitu pria atau wanita, berusia minimal 17 tahun, telah bekerja di industri kerajinan kuningan minimal 2 tahun, dengan pendidikan serendah-rendahnya pernah SD atau sederajat.

Sampel udara di lokasi penelitian diambil dengan HVAS dan filter. Deskripsi kondisi lingkungan kerja, karakteristik dan hubungan sosial sampel penelitian diteliti dengan metode observasi melalui wawancara dan pengamatan langsung. Untuk data kadar Pb darah sampel darah diambil oleh petugas paramedis. Kepada responden yang akan diambil sampel darahnya, dijelaskan terlebih dahulu tujuan dari pengambilan sampel darah ini dan beberapa hal yang mungkin akan terjadi sebagai akibat perlakuan (*Ethical clearance*), kemudian responden mengisi *Inform consent* untuk pernyataan persetujuan diambil darahnya. Darah diambil 1 kali dari vena sebanyak kurang lebih 5 ml. Data perilaku antisosial diambil dengan instrumen angket perilaku antisosial yang validitas dan reliabilitasnya telah diuji terlebih dahulu.

Pengujian kadar Pb udara di lingkungan dalam pabrik dilakukan dengan metode destruksi basah menggunakan spektrofotometer serapan atom (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry /AAS*) setelah sebelumnya partikel debu yang mengandung logam ditangkap dengan alat HVAS dan filter. Untuk membuktikan bahwa tubuh pengrajin telah tercemar Pb maka dilakukan pengukuran kadar Pb darah menggunakan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS)*. Bagian darah yang diukur menggunakan seluruh bagian darah (*whole blood*) setelah sebelumnya dilakukan pengabuan. Logam Pb dalam abu selanjutnya diikat oleh HCl 0,1 M dan HNO<sub>3</sub> 0,1 M secara berurutan. Kemudian dilakukan diatomisasi menggunakan *graphite furnace*.

Untuk menguji kategori perilaku antisosial yang muncul, data diambil berdasarkan skor angket yang diperoleh. Perhitungan menggunakan excel dilakukan untuk mendeskripsikan data pengukuran perilaku anti sosial. Angket untuk mengukur perilaku antisosial indikatornya dikembangkan berdasarkan teori-teori tentang perilaku antisosial mencakup 30 aspek perilaku. Masing-masing aspek perilaku diukur dengan 3 item sehingga untuk seluruh aspek total terdapat 90 item pernyataan. Untuk kategori perilaku setiap aspek juga diukur dengan 3 item pernyataan. Skala pengukuran menggunakan Likert dari 1 hingga 5. Untuk mendeskripsikan data maka skor pengukuran dikategorikan menjadi 3 kategori (rendah, sedang, tinggi) menggunakan rumus rata rata ideal dan standar deviasi ideal.

Data kondisi pencemaran Pb di dalam pabrik kuningan dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan data yang diperoleh dengan Nilai Ambang Batas (NAB) Pb. Data yang berkaitan dengan kondisi lingkungan kerja, karakteristik sampel penelitian dan kondisi sosial budaya yang mempengaruhinya dianalisis secara deskriptif. Untuk menguji pengaruh kadar Pb darah pengrajin kuningan pada munculnya perilaku antisosial, data yang diperoleh dianalisis dengan regresi linier. Komputasinya menggunakan bantuan SPSS 17 for Windows.

### Hasil dan Pembahasan

Pengukuran tingkat pencemaran Pb udara di dalam pabrik peleburan kuningan yang dijadikan sampel penelitian yaitu di lokasi industri kerajinan A diperoleh kadar Pb sebesar 0,008 µg/m<sup>3</sup>, di lokasi B sebesar 0,02 µg/m<sup>3</sup>, di C sebesar 19,5 µg/m<sup>3</sup>, dan di lokasi D sebesar 0,1014 µg/m<sup>3</sup>. Kondisi ini menunjukkan bahwa dari keempat lokasi yang diukur kadar Pb udaranya hanya lokasi C yang kadar Pb udaranya melebihi nilai ambang batas 2 µg/m<sup>3</sup> per 24 jam sesuai yang ditetapkan oleh Surat Keputusan Gubernur Jawa Tengah no 8 tahun 2001 tentang baku mutu kualitas udara ambien

Hasil pengukuran rerata kadar Pb darah untuk seluruh sampel penelitian adalah 59,71 ± 20,83 µg/dl. Kadar Pb terendah yang ditemukan adalah 24,21 µg/dl sebanyak 1 orang (1,8%) dan

kadar Pb tertinggi yang ditemukan adalah 98,60 µg/dl sebanyak 1 orang (1,8%). Bahkan bila kadar Pb darah dibedakan berdasarkan jenis pekerjaan yaitu bukan pelebur (40 orang) dan pelebur (15 orang), diperoleh rata-rata kadar Pb darah kelompok pelebur adalah  $70,89 \pm 20,06$  µg/dl, sedangkan kelompok bukan pelebur  $55,52 \pm 19,75$  µg/dl. Batas tertinggi kadar Pb darah bagi pekerja yang diperkenankan menurut OSHA (2005) adalah 40 µg/dl untuk paparan selama rata-rata 8 jam per hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari seluruh sampel penelitian, 44 orang (80%), kadar Pb darahnya melampaui nilai ambang batas yang diijinkan. Perbedaan kadar Pb udara di lokasi penelitian sesuai output ANOVA tidak berpengaruh signifikan terhadap perbedaan kadar Pb darah

pengrajin dengan nilai  $F = 0,342$  lebih kecil dari nilai signifikansi 0,795

Berdasarkan ketentuan pembagian kategori perilaku antisosial dengan menggunakan Rumus Mean Ideal dan Standar Deviasi Ideal, hasil analisis perilaku antisosial dari 55 responden yang diteliti masuk pada kategori sedang (29,2%) dan rendah (70,8%). sedangkan kategori tinggi 0 %. Hasil analisis terhadap setiap aspek perilaku antisosial yang diamati tercantum pada tabel 2.

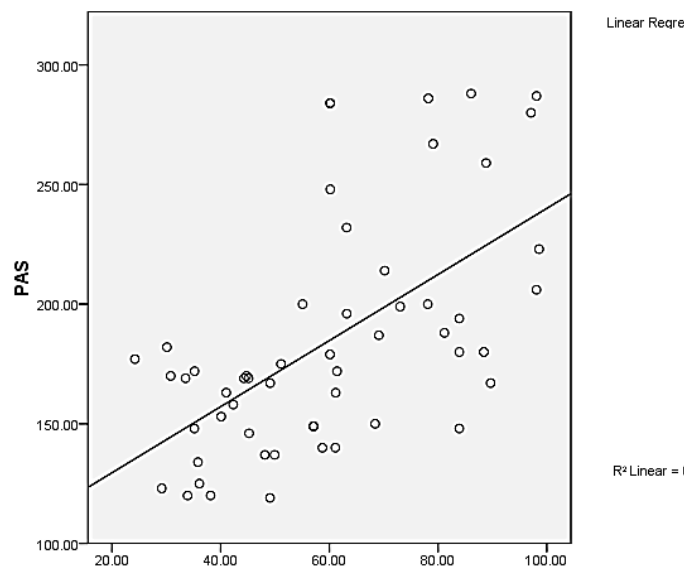
Berdasarkan data kategori perilaku antisosial untuk tiap aspek yang diteliti terlihat bahwa beberapa aspek perilaku masuk pada kategori tinggi. Beberapa aspek perilaku yang masuk kategori tinggi dengan persentase mencapai 20-28% adalah KDRT, merokok di

**Tabel 1.** Persentase Kategori Perilaku Antisosial pada Setiap Indikator yang diamati

No	Aspek Perilaku Anti Sosial	Persentase (%)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Tidak bertanggung jawab terhadap diri sendiri dan keluarga	25	43,8	31,25
2	Impulsive	0	60,42	39,58
3	Tidak peka dengan kebutuhan orang lain	10,4	10,4	79,2
4	Tidak mau berusaha	12,5	37,5	50,0
5	Tidak memiliki rencana atau tujuan jangka panjang	6,3	52,1	41,7
6	Tidak menghargai keselamatan diri atau orang lain	0	33,3	66,7
7	Penyalahgunaan obat dan alkohol (miras)	0	41,7	58,3
8	Perilaku seksual menyimpang	10,4	16,7	72,9
9	KDRT	20,8	29,2	50,0
10	Tidak menjunjung tinggi kejujuran	2,1	39,6	58,3
11	Agresif dan sangat mudah tersinggung	0	41,7	58,3
12	Bermasalah dalam perkawinan,	2,1	35,4	62,5
13	Tidak bertanggung jawab terhadap pekerjaan	14,6	31,3	54,2
14	Tidak bekerja meskipun ada kesempatan kerja	2,1	50,0	47,9
15	Kurangnya memiliki rasa penyesalan dan empati	4,2	37,5	58,3
16	Membuang sampah sembarangan	2,1	37,4	60,4
17	Vandalisme	0	77,1	22,9
18	Mengganggu kenyamanan lingkungan dengan suara keras	4,2	52,1	43,8
19	Kekerasan pada binatang	4,2	64,6	31,3
20	Pelacuran	10,4	33,3	56,3
21	Memarkir kendaraan sembarangan	4,2	25,0	70,8
22	Merokok di tempat umum	20,8	37,5	41,7
23	Menghindar dari kegiatan sosial di lingkungan	0	43,8	56,3
24	Meminta-minta/memalak di jalanan	27,1	25	47,9
25	Minum alkohol di tempat umum	6,3	37,5	56,3
26	Penyalahgunaan dan penjualan narkoba	20,8	10,4	68,8
27	Tawuran/perkelahian	18,8	54,2	27,1
28	Kurang patuh terhadap norma social	6,3	31,3	62,5
29	Tidak patuh pada peraturan hukum	0	33,3	66,7
30	Mencuri	2,1	41,7	56,2

Sumber : Data Primer





Gambar 1. Grafik linier yang menggambarkan hubungan linier antara Pb dan Perilaku Antisosial (PAS)

tempat umum, penyalahgunaan dan penjualan narkoba, meminta-minta/memalak di jalanan.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa persamaan regresi pada taraf signifikansi 5% adalah  $\hat{y} = 101,931 + 1,381x$ . Berdasarkan perhitungan output ANOVA diperoleh nilai  $F = 28,930$  dengan  $\text{sig} = 0,00$ , hasil ini berarti Hipotesis  $H_0$  yang menyatakan persamaan tak linier atau tak ada relasi antara variabel  $x$  dan  $y$  ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menyatakan persamaan adalah linier atau ada relasi antara  $x$  dan  $y$  diterima, jadi variabel  $x$  (kadar Pb darah) mempunyai hubungan linier atau berpengaruh terhadap variabel  $y$  (perilaku antisosial). Besarnya pengaruh variabel  $x$  terhadap variabel  $y$  sesuai  $R^2$  yaitu 0,353. Artinya kenaikan kadar Pb darah pengrajin kuningan yang mempengaruhi perilaku antisosial sebesar 35,3% berarti masih ada 64,7% faktor lain yang mempengaruhi perilaku antisosial.

Hasil observasi kondisi tempat kerja di ke-4 industri peleburan kuningan yang menjadi sampel penelitian menunjukkan bahwa bangunan tempat kerja seluruhnya permanen, dengan luasan berkisar antara 100-200 m<sup>2</sup>. Kondisi pencahayaan relatif cukup Pertukaran udara untuk dua sampel yang diamati relatif cukup baik sedangkan untuk dua sampel lainnya kurang baik. Masing-masing pabrik dilengkapi cerobong udara sederhana untuk mengeluarkan asap dan uap

hasil peleburan logam dari tungku peleburan namun tidak dilengkapi dengan *dust collector*. Tungku peleburan masih sederhana dilengkapi wadah tempat melebur logam yang terbuat dari besi disebut kowi.

Tidak ada tempat khusus untuk proses peleburan logam. Ruangan masih bercampur dengan ruang untuk penyelesaian produk akhir (*finishing*). Kecuali untuk lokasi peleburan A. Posisi tempat peleburan dan tempat untuk *finishing* terpisah. Untuk ruang gerinda dari keempat lokasi ada 2 lokasi yaitu lokasi A dan C yang memisahkan ruang tempat peleburan dan ruang gerinda.

Semua industri kerajinan kuningan di lokasi penelitian tidak memiliki tempat pembuangan limbah. Limbah pengecoran, biasanya berasal dari pencucian kowi, dibuang begitu saja di halaman pabrik, karena dari limbah tersebut diharapkan masih ada sisa-sisa logam yang akan diambil dan dilebur kembali. Jadi ada pekerja yang khusus bertugas menyaring limbah hasil pencucian kowi dan mengambil kembali sisa-sisa butiran logam. Pekerja yang bertugas menyaring limbah ini, setiap hari berkubang di genangan air limbah.

Gambaran karakteristik pengrajin kuningan yang menjadi responden penelitian disajikan dalam tabel 2.

Para pekerja rata-rata bekerja selama 8 jam per hari. Jika mendapat banyak pesanan dan hampir mencapai tenggat waktu pengiriman

**Tabel 2.** Data Karakteristik Responden Penelitian

Jenis data	Jumlah orang
Umur	
< 20 tahun	4
20 - 29 tahun	10
30 - 39 tahun	16
> 50 tahun	13
Pendidikan	
Minimal SD/setara	30
SMP	13
SMA	12
Penghasilan	
< 1 juta	16
1 - 2 juta	35
> 2 juta	4
Lama Kerja	
< 10 tahun	22
10 - 19 tahun	21
20 - 30 tahun	4
> 30 tahun	8
Jenis pekerjaan	
Pelebur	8
Bukan pelebur	47

Sumber : Data Primer

barang, maka para pekerja acap kali diminta bekerja lembur. Hal ini menyebabkan lama pemaparan Pb meningkat, mereka juga tidak mengenakan alat pelindung diri, jarang yang memakai penutup hidung. Kadang-kadang penutup hidung dipakai oleh pelebur logam namun yang dipakai bukan masker standar. Masker yang digunakan seringkali hanya berupa sobekan kain atau berupa baju kaos yang dilepas, dililitkan di muka.

Hubungan kekeluargaan mewarnai hubungan antara pemilik dan pengrajin industri kuningan, seperti satu keluarga besar. Sebagian pekerja memang masih memiliki hubungan keluarga dengan pemilik, namun sebagian yang lain tidak. Tidak ada hubungan hierarkial yang ketat di antara mereka, layaknya hubungan buruh dan majikan tetapi lebih pada hubungan kekeluargaan. Hubungan yang akrab tersebut tampak sekali dalam pola komunikasi di antara mereka, tidak ada sebutan khusus dari pekerja untuk majikannya. Mereka berkomunikasi seperti layaknya dengan teman atau kerabat. Namun dalam kaitannya dengan tanggung jawab pekerjaan, masing-masing

bertanggung jawab terhadap apa yang sudah menjadi tugasnya.

Secara umum masyarakat Growong Lor masih teguh memegang adat istiadat budaya Jawa, berdasarkan hasil wawancara dengan tokoh masyarakat setempat (Januari 2014), meskipun ritual-ritual yang berkaitan dengan budaya Jawa sudah banyak ditinggalkan tetapi filosofi dan esensinya masih dipegang teguh. Kehidupan gotong royong masih mewarnai kehidupan sehari-hari masyarakat. *Tenggang rasa, tepo seliro, ewuh pakewuh* dan gotong royong masih sangat menjiwai kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil wawancara dan hasil analisis jawaban sampel pada angket perilaku antisosial, tampak jelas bahwa mereka masih sangat menjunjung tinggi nilai-nilai gotong royong, *sambatan* (membantu tetangga dengan suka rela ketika tetangga memerlukan bantuan), mufakat, memberi dan menerima, menghargai orang lain (*tepa selira*) dan menjunjung tinggi hubungan baik dengan kerabat, tetangga maupun orang lain.

Mereka masih memegang teguh nasihat dan petuah dari para sesepuh dan orang tua, antara lain *sinten ingkang ndamel ngangge, sinten ingkang nanem ngunduh* (siapa yang membuat akan memakainya, siapa yang menanam akan memetik hasilnya), artinya bahwa setiap perbuatan itu ada akibatnya. Berkaitan dengan usaha dan kerja keras mereka memandang bahwa kerja keras itu wajib hukumnya tetapi hasilnya terserah kepada Tuhan Yang Maha Kuasa.

Berdasarkan hasil observasi di lokasi penelitian, kadar pencemaran Pb udaranya masuk kategori rendah. Rendahnya kadar pencemaran Pb di 3 lokasi penelitian disebabkan karena logam Pb bukan merupakan bahan utama penyusun logam kuningan hanya sekitar 0,46% dari total logam penyusun kuningan. Namun demikian mengingat produksi kerajinan kuningan yang berlangsung kontinyu dalam jangka waktu lama memungkinkan Pb memajan ke lingkungan kerja. Akibatnya para pekerja/pengrajin kuningan sangat rentan untuk terpajan Pb secara kronis. Pb lepas ke lingkungan udara pada saat proses peleburan dalam bentuk uap logam (*fume*) dan partikel-partikel debu yang berukuran mikron sehingga berpotensi untuk masuk ke dalam tubuh

secara inhalasi. Masuknya polutan ke tubuh pekerja secara inhalasi juga dapat terjadi pada saat proses penggerindaan. Pada saat proses gerinda banyak partikel berukuran kecil yang dapat terisap masuk saluran pernafasan mengingat para pekerja pada umumnya tidak menggunakan alat pelindung diri yang memadai. Selain itu polutan Pb dapat pula masuk ke tubuh manusia melalui limbah hasil pencucian kowi. Hasil pengamatan di lokasi penelitian, ada pekerja yang ditugaskan khusus untuk mencuci kowi dan membuang air sisa cucian ke lingkungan, jadi pekerja tersebut hampir setiap hari berkubang di genangan limbah pencucian kowi. Karena kegiatan ini dilakukan terus menerus dalam jangka waktu lama, maka hal ini berpotensi menyebabkan masuknya polutan Pb secara subkutan.

Masih sederhananya teknik peleburan, ketiadaan *dust collector* pada cerobong asap, tidak dipisahkannya tempat peleburan logam dengan tempat beraktivitas para pengrajin serta minimnya perlindungan diri pada para pengrajin memperbesar kemungkinan polutan Pb dari lingkungan masuk ke dalam tubuh. Hal ini terbukti 80% sampel penelitian kadar Pb darahnya di atas Nilai Ambang Batas yang diperbolehkan. Kadar Pb darah setinggi ini akan menimbulkan efek toksik, seharusnya para pekerja dijauhkan dari lokasi pekerjaannya.

Pencemaran Pb pada darah pekerja di industri peleburan logam semakin meningkat dengan semakin lama masa kerjanya. Menurut hasil penelitian Nurbaya (2010), pada petugas operator SPBU akumulasi Pb dalam darah diperparah dengan semakin lama masa kerja, status gizi, dan kebiasaan merokok.

Pb yang masuk secara inhalasi akan terangkut oleh sistem peredaran darah. Pb akan terdistribusi dalam plasma dan eritrosit, namun ada pula yang tidak terikat di dalam plasma maupun eritrosit (Pb bebas). Penelitian dengan pelacak radioaktif pada tikus membuktikan bahwa Pb sampai ke otak dalam bentuk ion bebas  $PbOH^-$ .  $PbOH^-$  mampu melintasi *blood brain barrier* (BBB) melalui difusi pasif (Yoke, 2006) tetapi akan jauh lebih cepat jika diangkut dengan transporter logam bervalensi 2 (*divalent metal transporter 1*) disingkat DMT1 semacam  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  dan  $Fe^{2+}$  (Wang, 2011). Ion Pb yang masuk ke otak akan terakumulasi di

daerah tertentu di otak seperti hipokampus. Beberapa penelitian melaporkan bahwa efek Pb pada fungsi kolinergik aminergik tergantung pada area target yang diuji karena kepekaan diferensiasi sel terhadap Pb pada setiap wilayah otak berbeda (Mansouri, 2013).

Neuron dalam bekerjanya akan saling berinteraksi satu sama lain. Impuls yang terjadi pada satu neuron akan dihantarkan ke neuron berikutnya dengan dibantu oleh senyawa elektrokimia yaitu neurotransmitter. Penghambatan terhadap pembebasan neurotransmitter akan menghambat kerja sistem saraf. Pembebasan neurotransmitter pada akhiran saraf sangat dipengaruhi oleh keberadaan ion Ca. Ion Pb dapat menghambat mekanisme pembebasan neurotransmitter pada akhiran saraf melalui mekanisme substitusi ion Ca dengan ion Pb atau dengan menghambat kanal ion  $Ca^{2+}$  peka voltase (*voltage-gated calcium  $Ca^{2+}$  channels /VGCCs*) sehingga ion Ca terhambat masuk atau juga dengan menghambat masuknya ion Ca melalui sinaps NMDAR sehingga kerja penghantaran impuls antar neuron terganggu (Neal & Guilarte 2010)

Macam neurotransmitter yang bekerja pada sinaps neuron antara lain asetilkolin, epinefrin, norepinefrin, dopamine dan serotonin. Serotonin adalah neurotransmitter yang memainkan peran penting dalam sifat-sifat kepribadian depresi dan kecemasan. Pada sistem saraf pusat, neuron-neuron penghasil serotonin terutama berlokasi di otak tengah. Area otak ini memainkan peranan dalam regulasi *mood*, agresivitas, fungsi-fungsi makan, tidur, regulasi suhu, refleks mual, dan seksual. Keberadaan Pb di otak bagian tengah akan merusak sel-sel neuron di daerah tersebut sehingga produksi serotonin menurun. Penurunan serotonin juga dipengaruhi oleh enzim pendegradasi neurotransmitter monoamin yaitu enzim monoaminoksidase (MAO) khususnya MAO A. MAO memainkan peranan vital dalam menginaktivasi sejumlah neurotransmitter (Meyer, 2006; Lairez, 2009) Disfungsi MAO (aktivitasnya terlalu banyak atau terlalu sedikit) turut bertanggung jawab untuk munculnya sejumlah gangguan psikiatri. Keberadaan Pb di dalam tubuh dapat mengganggu produksi dan fungsi dari enzim MAO A yang dapat berakibat pada penurunan



serotonin. Penurunan serotonin akan berakibat munculnya berbagai macam gangguan perilaku termasuk kecenderungan berperilaku antisosial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku antisosial yang muncul pada sampel penelitian, dari seluruh aspek antisosial yang diteliti hanya pada kategori rendah (70,8%) dan sedang (29,2%), meskipun jika diteliti per aspek perilaku terdapat beberapa perilaku antisosial yang masuk pada kategori tinggi. Beberapa perilaku antisosial kategori tinggi, yang disetujui oleh beberapa responden yaitu KDRT, merokok di tempat umum, penyalahgunaan dan penjualan narkoba, meminta-minta/memalak di jalanan.

Kurang signifikannya pengaruh kenaikan kadar Pb darah terhadap munculnya perilaku antisosial sebenarnya telah tercermin pada hasil analisis regresi linier yang menyatakan bahwa pengaruh kenaikan kadar Pb darah terhadap munculnya perilaku antisosial hanya sebesar 35,3%. Artinya masih ada 64,7% faktor lain selain Pb yang berpengaruh terhadap perilaku responden penelitian. Seperti diketahui bahwa perilaku antisosial dipengaruhi tidak hanya oleh satu faktor tetapi multifaktor. Perilaku manusia dipengaruhi oleh faktor-faktor sosio-herediter. Dalam rangka untuk mencapai tujuan sosial dan menjembatani jarak antara ingatan, emosi, dan perilaku, manusia telah mengembangkan sejumlah keterampilan sosial yang rumit. Suatu perilaku sebagian besar didasari oleh kognisi sosial dan emosi, mulai dari cinta, empati, kesadaran moral, sikap politik dan kepercayaan diri untuk berperan dan tujuan hidup yang diinginkan (Ebstein, 2010).

Dalam kasus penelitian ini berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada responden diperoleh fakta-fakta bahwa kondisi sosial budaya di wilayah penelitian, masih kental dengan budaya Jawa. Budaya Jawa yang antara lain mementingkan keharmonisan hubungan antar manusia menyebabkan relasi sosial yang terjalin di antara sesama warga yang sebagian masih berkerabat dekat jauh dari sikap pertentangan. *Tenggang, rasa, tepa selira, ewuh pakewuh*, gotong royong masih sangat mewarnai relasi sosial yang terjadi antar warga termasuk di dalamnya para pengrajin kuningan. Kuatnya pengaruh ajaran agama

yang dianut juga turut berperan menghambat munculnya perilaku antisosial, hal ini terbukti dengan jawaban tegas para responden penelitian yang menolak berperilaku yang bertentangan dengan norma dan aturan agama yang dianutnya.

Pada dasarnya perilaku sosial seseorang adalah hasil dari suatu proses panjang yang dilandasi oleh 3 hal yaitu (1) insting, (2) kebiasaan, dan (3) proses mental. William James dalam Mustafa (2011), menekankan penjelasan tentang perilaku sosial berdasarkan kebiasaan individual, kebiasaan individu mencerminkan kebiasaan kelompok yaitu adat-istiadat masyarakat atau struktur sosial. Para sosiolog yakin bahwa struktur sosial terdiri atas jalinan interaksi antar manusia dengan cara yang relatif stabil. Manusia mewarisi struktur sosial dalam satu pola perilaku yang diturunkan oleh satu generasi ke generasi berikutnya, melalui proses sosialisasi. Disebabkan oleh struktur sosial, manusia mengalami kehidupan sosial yang telah terpolakan.

Mustafa (2011) juga menyatakan bahwa untuk menjelaskan perilaku sosial dalam suatu masyarakat sosial dalam ilmu psikologi sosial dikenal adanya teori medan kognisi yang dikemukakan oleh Kurt Lewin. Menurut Kurt Lewin perilaku ditentukan oleh totalitas situasi yang melingkupi seseorang. Setiap individu berperilaku berbeda sesuai dengan persepsi diri dan lingkungannya. Ini disebabkan karena otak sebagai sistem fisik menciptakan medan yang mempengaruhi informasi yang masuk ke dalamnya, seperti medan magnet memengaruhi partikel logam. Medan kekuatan inilah yang mengatur pengalaman sadar seseorang. Hal ini sesuai dengan model *social ecological* yang dikembangkan oleh Bronfenbrenner yang menyatakan bahwa perkembangan perilaku dan kepribadian individu sangat dipengaruhi oleh lingkungan dimana dia tinggal. Lingkungan ini memiliki beberapa tingkat, mulai dari mikrosistem, mesosistem, eksosistem dan makrosistem. Menurut model *social ecological*, kepribadian dan perilaku individu terjadi dalam sebuah proses besar yang sistemik dan melalui beberapa tingkatan. Pengaruh lingkungan sosial, ekonomi dan budaya yang begitu kuat melingkupi responden penelitian menyebabkan tingginya kadar Pb darah yang

menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi pada tubuh sampel penelitian tidak terekspressi dalam bentuk perilaku antisosial secara maksimal atau perilaku antisosial yang muncul hanya pada kategori rendah sampai sedang.

Perilaku antisosial sebagai salah satu manifestasi dari efek neurotoksik Pb telah terbukti terjadi pada pengrajin kuningan, meskipun tingkatannya masuk pada kategori sedang dan rendah. Namun demikian efek neurotoksik Pb tetap harus diwaspadai. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian pada keempat lokasi penelitian. Meskipun dari empat lokasi lingkungan kerja industri kuningan yang diteliti, hanya satu lokasi yang kadar Pb udaranya melampaui NAB, ternyata kadar Pb yg masih dalam batas aman itu pun telah mampu menyebabkan peningkatan kadar Pb darah yang sangat signifikan (80% pengrajin memiliki kadar Pb darah di atas NAB). Hal ini disebabkan karena pajanan Pb dari lingkungan kerja tersebut meskipun dalam dosis kelumit, namun Pb memajan para pengrajin dalam jangka waktu lama atau pajanannya bersifat kronik. Apalagi didukung oleh sikap pekerja yang tidak memperhatikan keselamatan dan kesehatan bagi dirinya selama bekerja dengan tidak menggunakan APD. Oleh karena itu untuk memitigasi hal ini ada beberapa hal perlu direkomendasikan yaitu modernisasi proses produksi kuningan perlu dilakukan melalui perbaikan terhadap peralatan peleburan dengan menggunakan tungku peleburan yang lebih modern misalnya tanur induksi. Beberapa kelebihan tanur induksi antara lain hasil peleburan bersih, mudah dalam mengatur/mengendalikan temperatur, komposisi cairan homogen, efisiensi penggunaan energi panas tinggi, dapat digunakan untuk melebur berbagai jenis material, sehingga tingkat emisi gas-gas dan partikel yang lepas ke udara dapat ditekan serendah mungkin.

Menyediakan cerobong pembuangan gas yang dilengkapi dengan *dust collector* untuk mengurangi partikel-partikel Pb yang lepas ke udara. Meningkatkan kelancaran sirkulasi udara antara lain dengan menambah jumlah ventilasi. Bagi pemilik industri kerajinan kuningan perlu menyediakan alat pelindung diri bagi pekerjaannya dan memberikan aturan tegas agar setiap pekerjaannya menggunakan alat pelindung

diri selama bekerja. Sebagai kewajiban moral sudah seharusnya setiap pemilik memberikan jaminan kesehatan minimal bantuan cek kesehatan rutin bagi pekerjaannya. Bagi pemerintah, direkomendasikan untuk membuat cluster kuningan yang terpisah dari rumah-rumah penduduk, mengingat bahwa polutan Pb yang timbul sebagai akibat proses peleburan kuningan mudah lepas ke udara dan sangat dimungkinkan untuk lepas ke lingkungan sekitar, sementara letak pabrik peleburan logam kuningan masih bercampur dengan rumah-rumah penduduk.

### Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pajanan kronik Pb di lingkungan kerja industri kuningan telah menyebabkan peningkatan kadar Pb darah pengrajin kuningan dan berimplikasi pada munculnya perilaku antisosial. Perilaku antisosial muncul hanya pada kategori sedang dan rendah karena adanya faktor-faktor dari lingkungan sosial dan budaya yang mempengaruhinya.

Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam kemungkinan berubahnya struktur gen setelah terpapar Pb secara kronis. Sedangkan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku para pekerja peleburan logam kuningan yang terkontaminasi Pb, perlu melakukan penelitian lebih mendalam dengan menggunakan metode kualitatif observasi aktif berperan/tidak berperan.

Mencermati bahaya pajanan Pb bagi kesehatan fisik dan mental para pengrajin kuningan dan lingkungan sekitarnya, maka bagi para pengusaha industri kuningan direkomendasikan untuk memordenisasikan peralatan produksi, menjaga kebersihan dan sirkulasi udara di lingkungan kerja, dan mewajibkan pekerjaannya untuk mengenakan alat pelindung diri. Bagi pemerintah perlu dipertimbangkan pembuatan cluster industri kuningan yang terpisah dari perkampungan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Kantor Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Pati, Kepala Dinas

Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Pati, para aparat desa Growong Lor dan aparat Kecamatan Juwana kabupaten Pati, serta yang terutama kepada para pengusaha industri kerajinan kuningan di Growong Lor kecamatan Juwana Pati, atas segala bantuan dan kerjasamanya selama proses penelitian hingga selesai.

#### Daftar Pustaka

- Block, M.L and. Garciduenas, L C. 2009. Air Pollution: Mechanisms of Neuroinflammation & CNS Disease. *Trends Neurosci.* 2009 September; 32(9): 506–516.
- Cecil, K.M, C.J. Brubaker, C.M. Adler, K.N. Dietrich . 2008. Decreased Brain Volume in Adults with Childhood Lead Exposure. *PLoS Med.*, 5 (5): p. e112
- Lairez O, Calise D, Bianchi P, Ordener C, Spreux-Varoquaux O, Guilbeau-Frugier C, Escourrou G, Seif I, Roncalli J, Pizzinat N, Galinier M, Parini A, Mialet-Perez J. 2009. Genetic deletion of MAO-A promotes serotonin-dependent ventricular hypertrophy by pressure overload. *J Mol Cell Cardiol.* 2009 Apr;46(4):587-95.
- Mansouri MT, Naghizadeh B, López-Larrubia P, Cauli O. 2013. Behavioral deficits induced by lead exposure are accompanied by serotonergic and cholinergic alterations in the prefrontal cortex. *Neurochem Int.*;62(3):232-9. doi: 10.1016/j.neuint.2012.12.009. Epub 2012 Dec 22.
- Meyer JH, Ginovart N, Boovariwala A, Sagrati S, Hussey D, Garcia A, Young T, Praschak-Rieder N, Wilson AA, Houle S. 2006. Elevated monoamine oxidase levels in the brain: an explanation for the monoamine imbalance of major depression. *Arch Gen Psychiatry.* 2006 Nov;63(11):1209-16.
- Millei, A. 2006. Anti Social Behaviour: Concerns of Minority and Marginalized Londoners. *Internet Journal of Criminology.* www.internetjournalofcriminology.com
- Mustafa, H. 2011. Perilaku Manusia Dalam Perspektif Psikologi Sosial. *Jurnal Administrasi Bisnis.* Vol.7, No.2: hal. 143–156, (ISSN:0216–1249).
- Neal, AP & Guilarte, TR. 2010. Molecular Neurobiology of Lead (Pb<sup>2+</sup>): Effects on Synaptic Function. *Mol Neurobiol*, 42:151–160. DOI 10.1007/s12035-010-8146-0
- Neal, AP. & Guilarte, TR.. 2005. Mechanisms of Heavy Metal Neurotoxicity: Lead and Manganese. *J. Drug Metab Toxicol*, S5, 126-132.
- Nurbaya, F dan Wijayanti, Y. 2010. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kadar Timah Hitam. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (KEMAS)* 6 (1) (2010) 51-56
- Prasanthi, R.P, J. C. Bhuvanewari Devi, D. Chand Basha, N. Saya Reddy, G. Rajarami Reddy. 2010. Calcium and zinc supplementation protects lead (Pb)-induced perturbations in antioxidant enzymes and lipid peroxidation in developing mouse brain. *International Journal of Developmental Neuroscience*, Volume 28, Issue 2. Pages 161–167
- Rodrigues EG, Virji MA, McClean MD, Weinberg J, Woskie S, et al. 2010. Personal exposure, behavior, and work site conditions as determinants of blood lead among bridge painters. *J Occup Environ Hyg* 7: 80-87.
- Supriyanto. 2010. Analisis Coran Kuningan dari Limbah Rosokan dan Gram-Gram Sisa Permesinan untuk Komponen Permesinan. *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol.1, No. 2, Mei 2010 : 49-56
- Susantyo, B. 2011. Memahami Perilaku Agresif : Yoke, R.A. 2006. Blood-brain barrier flux of aluminum, manganese, iron and other metals suspected to contribute to metal-induced neurodegeneration. *J Alzheimers Dis* 10: 223-253.
- Zhang X, Yang l., Li Y, Li H., Wang W., Ye B., 2012. Impacts of lead/zinc mining and smelting on the environment and human health in China. *Environ Monit Assess* , 184:2261–2273