

PEMULIHAN LAHAN TERKONTAMINASI DARI KEGIATAN PELEBURAN AKI BEKAS TANPA IZIN DI DESA CINANGKA, KABUPATEN BOGOR

Arief Adryansyah¹, Djoko Mulyo Hartono², Chairil Abdini Abidin Said¹

¹ Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia Kampus Salemba, Jakarta

² Fakultas Teknik, Universitas Indonesia Kampus Depok, Jawa Barat

email: adryansyah4090@gmail.com

ABSTRACT

Lead is a type of heavy metal that is very dangerous for human health, especially for children's. The levels of lead concentration in blood in children's in Cinangka Village are above the safe limit set by WHO. Land contaminated with Pb in Cinangka Village needs to be restored. This study aims to provide an overview of the recovery activities of Pb contaminated land resulting from used lead acid batteries smelting activities carried out by the community of Cinangka Village, Bogor Regency with an in-situ landfill method and see the quality of well water made by residents as a source of raw water against Pb pollution substances. The sample was done by purposive sampling in Cinangka Village, Bogor Regency. Taking water samples was carried out at the IPB-Bogor Productivity and Environment laboratory. The results of the Pb parameter analysis contained in water have exceeded the quality standard for sanitation hygiene requirements, which is equal to 0.123 mg / L from the standard quality set at 0.05 mg / L. Base on the results of the study, contaminated land remediation in Cinangka Village need to be continuing to carried out in land that still contaminated with Pb.

Keywords: Recovery of contaminated land, Lead (Pb), Heavy metals

ABSTRAK

Timbal adalah jenis logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya kepada anak-anak. Kadar konsentrasi timbal dalam darah pada anak-anak di Desa Cinangka berada di atas batas aman yang ditetapkan oleh WHO. Tanah yang terkontaminasi Pb di Desa Cinangka perlu untuk dipulihkan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi Pb yang dihasilkan dari kegiatan peleburan aki bekas tanpa ijin yang dilakukan oleh masyarakat Desa Cinangka, Kabupaten Bogor dengan metode *landfill* enkapsulasi *in-situ* dan melihat kualitas air sumur yang dijadikan oleh warga sebagai sumber air baku terhadap zat pencemaran Pb. Sampel dilakukan secara *purposive sampling* di Desa Cinangka, Kabupaten Bogor. Pengambilan sampel air dilakukan di laboratorium Produktivitas dan Lingkungan (ProLing) IPB-Bogor. Hasil analisis parameter Pb yang terkandung di dalam air telah melebihi baku mutu untuk keperluan *hygiene* sanitasi yaitu sebesar 0,123 mg/L dari baku mutu yang ditetapkan sebesar 0,05 mg/L. Studi ini merekomendasikan untuk terus melakukan kegiatan pemulihan lahan pada lahan yang masih terkontaminasi Pb di Desa Cinangka, Kabupaten Bogor.

Kata kunci: Pemulihan lahan terkontaminasi, Timbal (Pb), Logam berat

PENDAHULUAN

Sejak tahun 1978 masyarakat Desa Cinangka telah beraktivitas sebagai pelebur aki bekas yang dilakukan di halaman belakang rumah (*backyard smelters*) dengan teknologi yang sangat sederhana tanpa mempertimbangkan aspek kesehatan, keselamatan dan lingkungan hidup. Kegiatan peleburan tersebut dilakukan dengan cara membelah aki bekas menggunakan kapak atau pisau besar untuk memisahkan plastik pengungkung (*plastic box*) dengan elemen aki di dalamnya, plastik pengungkung ini dapat digunakan kembali baik untuk pabrik aki maupun pabrik plastik (Titiresmi, 2000).

Proses pembelahan yang dilakukan, cairan asam yang terdapat pada aki dituangkan/dibuang langsung ke tanah, yang kemudian cairan asam tersebut akan meresap ke dalam tanah dan meninggalkan asam sulfat serta timbal (Pb) pada lapisan atas tanah, sementara elemen inti aki yang lainnya dilakukan peleburan (*melting*) di dalam tungku (*furnace*) untuk memproduksi timbal batangan (*lead ingot*) sesuai dengan pesanan pembeli. Proses peleburan yang dilakukan menghasilkan slag atau terak sebagai sisa dari peleburan di tungku bakar, terak/slag sisa hasil pembakaran tersebut tergolong ke dalam kategori limbah B3 yang harus dilakukan pengelolaan lanjut (PP 101/2014) namun pada kenyataannya slag yang dihasilkan tersebut dibuang langsung ke lingkungan, ada juga yang dijadikan sebagai material pengerasan jalan dan dijadikan sebagai bahan urukan pada lahan basah (KLHK, 2016).

Pengelolaan Limbah Pb dan sisa dari kegiatan pembakaran aki bekas yang buruk akan menimbulkan dampak potensial kepada lingkungan dan populasi di sekitarnya seperti manusia, hewan dan ekosistem (CJGEA), sehingga perlu dilakukan pengelolaan yang terintegrasi dan memenuhi prinsip pengelolaan yang berkelanjutan (Azam, 2016). Limbah dari kegiatan daur ulang aki bekas (*used lead acid battery-ULAB*) apabila tidak dikumpulkan dan diolah secara benar, maka dampak yang akan ditimbulkan menjadi sangat berbahaya untuk lingkungan bahkan sampai dengan kematian bagi para pekerja dan masyarakat sekitar yang tinggal di industri pengolahan (UNEP, 2004). Hal ini dikarenakan Pb memiliki sifat akumulatif dalam tubuh manusia, kejadian kronis yang terdeteksi pada tubuh manusia dapat terjadi dalam waktu lama disaat ambang batas konsentrasi Pb di dalam tubuh telah melewati batas aman yang dapat ditoleransi oleh manusia itu sendiri (Apriyanti, 2018).

Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tahun 2010, teridentifikasi sebanyak 128 titik sebaran tanah yang terkontaminasi limbah hasil dari proses peleburan aki bekas (KLH, 2014). Limbah yang dihasilkan dari proses peleburan secara sederhana tersebut menimbulkan dampak, salah satunya adalah dampak terhadap kesehatan masyarakat khususnya kepada

anak-anak yang memiliki resiko tinggi terpapar timbal, dibuktikan dengan adanya anak-anak yang mengalami cacat fisik sampai dengan keterbelakangan mental disekitar lokasi peleburan (KLHK, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia pada tahun 2015 yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa SD Cinangka memiliki kadar timbal dalam darah tinggi atau melebihi nilai yang direkomendasikan oleh WHO ($10 \mu\text{g}/\text{dl}$) yaitu sebesar 61,2%” yang diambil dari 63 responden siswa SD di Desa Cinangka (Annashr, 2015). Berdasarkan uraian tersebut, maka lahan yang terkontaminasi Pb harus dilakukan pemulihan lahan terkontaminasi dan perlu dilakukan analisis kandungan logam berat pada air tanah yang digunakan oleh warga sebagai air baku.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokus penelitian dilakukan di Desa Cinangka, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor–Jawa Barat yang menjadi salah satu contoh pertama kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi yang dilakukan oleh Pemerintah dari kegiatan peleburan daur ulang aki bekas illegal (*abandon site*). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan sampel air baku pada sumur warga yang berdekatan dengan lokasi pemulihan lahan terkontaminasi dengan teknologi *landfill* enkapsulasi *in-situ*. Pengambilan titik sampel air dilakukan dengan cara *purposive sampling* karena telah dilakukan pemulihan lahan terkontaminasi dengan teknologi *landfill* enkapsulasi *in-situ* oleh KLH pada tahun 2014. Pengambilan sampel dilakukan untuk melihat potensi bahaya yang ditimbulkan dari kontaminan pencemar Pb pada air tanah dan membandingkannya dengan Permenkes nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum.

Pengambilan sampel air dilakukan oleh petugas laboratorium Produktivitas dan Lingkungan (ProLing) IPB–Bogor dan dianalisis di laboratorium yang sama dengan Titik pengambilan sampling air adalah sebagai berikut:

1. Titik sampel 1 terletak di sebelah Barat lokasi *landfill* enkapsulasi *in-situ* ($6^{\circ}35'35,9232''$ S; $106^{\circ}42'5,544''$ E).
2. Titik sampel 2 terletak di sebelah Timur lokasi *landfill* enkapsulasi *in-situ* ($6^{\circ}35'27,8088''$ S; $106^{\circ}42'8,038''$ E).
3. Titik sampel 3 terletak di sebelah Selatan lokasi *landfill* enkapsulasi *in-situ* ($6^{\circ}35'32,4024''$ S; $106^{\circ}42'5,796''$ E).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemulihan lahan terkontaminasi atau pemulihan fungsi lingkungan hidup menurut istilah di dalam Peraturan Pemerintah nomor 101 tahun 2009 tentang Pengelolaan Limbah B3 adalah serangkaian kegiatan penanganan lahan terkontaminasi yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan pemantauan untuk memulihkan fungsi lingkungan hidup yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan hidup dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Dalam hal sumber pencemar yang tidak dimiliki oleh penanggung jawab atau dari kegiatan yang bersumber dari masyarakat, maka Pemerintah menjadi penanggung jawab terhadap kegiatan pemulihan yang akan dilakukan pada lokasi tercemar tersebut sebagaimana ketentuan di dalam Pasal 215, PP nomor 101 tahun 2009 tentang Pengelolaan Limbah B3. Kegiatan pemulihan pada lahan yang terkontaminasi B3 telah menjadi perhatian Pemerintah sejak tahun 2009 dengan diterbitkannya Peraturan Pemerintah yang mengatur kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi limbah B3 nomor 33 tahun 2009 Tentang Tatacara Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3.

Tujuan utama dilakukannya pemulihan lahan terkontaminasi adalah untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan kepada manusia dan lingkungan (Rosén dkk, 2015, Li dkk, 2016, Carré dkk, 2017) serta bahaya terhadap ekologi (Elias dkk, 2003). Pemerintah mempunyai alasan mengapa harus campur tangan dalam penanggulangan pencemaran lingkungan, menurut Ronald Coase tidak ada alasan efisiensi apapun untuk pemerintah terlibat dalam hal eksternalitas, kecuali dalam hal menentukan dan menegakkan hak penguasaan dan pengawasan (*property right*) terhadap sumberdaya alam tertentu (Suparmoko dkk, 2000). Biasanya kegiatan pemulihan dilakukan untuk berbagai alasan diantaranya adalah untuk melindungi kesehatan manusia, atau lingkungan (termasuk air tanah) atau untuk memperbaiki atau meningkatkan pekerjaan pemulihan sebelumnya apabila ternyata tidak memadai (Bardos dkk, 2011).

Sehubungan dengan permasalahan kesehatan, berdasarkan hasil penelitian yang mempelajari fungsi serta kebiasaan anak di sekolah, menunjukkan bahwa anak yang memiliki kandungan Pb tinggi memiliki risiko dikeluarkan dari sekolah karena tidak mampu mengikuti pelajaran (Suksmerri, 2008) akibat dari kelemahan daya pikir, lamban, sulit menangkap pelajaran, sulit berkonsentrasi sehingga mereka tidak memiliki kemampuan untuk dapat melanjutkan sekolah ke jenjang yang lebih tinggi (Needleman *et al.*, 1990).

Di dalam proses pemulihan dari suatu lahan yang terkontaminasi limbah B3 terdapat beberapa alternatif desain berdasarkan dari tujuan yang ingin dicapai, apakah untuk tujuan

jangka pendek atau jangka panjang (Pichtel, 2007). Biasanya keputusan dalam menentukan pilihan teknologi mana yang lebih berkelanjutan untuk pemulihan lahan terkontaminasi ditentukan oleh penentuan teknologi dan kriteria yang tepat (Dambatta dkk, 2009). Pemulihan lahan terkontaminasi dilakukan untuk mengurangi dampak dari toksisitas logam berat kepada manusia dan ekosistem. Berbagai pendekatan dapat dilakukan untuk melakukan kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi seperti fisika, kimia dan biologi (Rahman dkk, 2016).

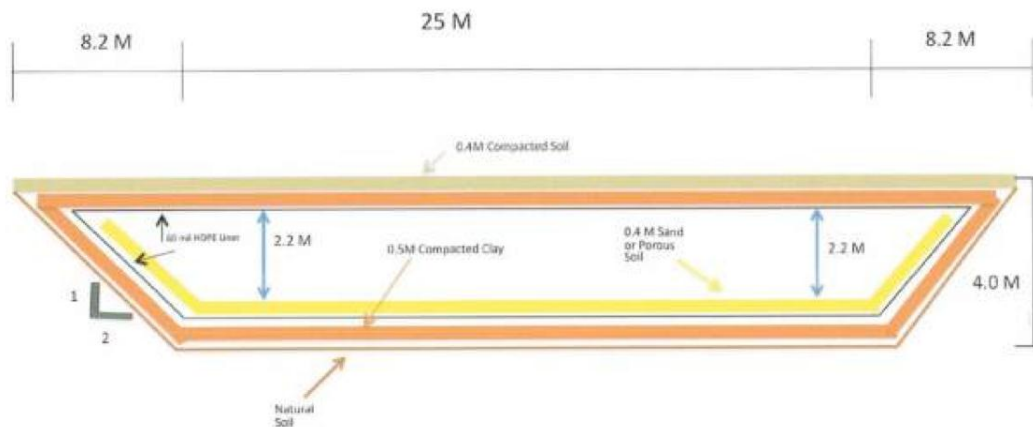
Di dalam pasal 3 (tiga) Permen LH nomor 33 tahun 2009 tentang Tata Cara Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun menjelaskan bahwa penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan wajib melakukan pemulihan lahan terkontaminasi limbah B3 yang diakibatkan dari usaha dan/atau kegiatannya. Apabila dalam suatu lokasi lahan terkontaminasi berada pada lokasi yang tidak memiliki penanggung jawab maka Pemerintah dapat bertanggung jawab untuk melakukannya, melalui proses pengambilan keputusan oleh lembaga-lembaga legislatif yang sangat menentukan (Reksohadiprojo, 2000).

Jika dilihat dari tujuan yang ingin dicapai, tujuan jangka pendek dapat dilakukan dengan tindakan pembatasan area, tindakan ini memerlukan tindakan *cleanup* atau kegiatan lain yang dilakukan untuk kondisi keadaan darurat yang mengancam kesehatan masyarakat dan lingkungan, dengan kata lain dapat dikatakan sebagai tindakan interim dalam jangka pendek seperti pemasangan pagar, pemisahan, evakuasi penduduk yang terancam dan pembangunan sistem pengungkung sementara.

Pemulihan lahan terkontaminasi dilakukan untuk membersihkan lokasi lapangan sepak bola dan titik-titik dengan konsentrasi Pb tinggi di sekitar area sekolah. Pada lokasi lapangan bola dilakukan pengangkatan dengan menggunakan alat berat, sedangkan pada area di sekitar sekolah proses pemindahan limbah dilakukan secara manual ke lubang enkapsulasi. Total limbah yang telah dikelola secara *landfill* enkapsulasi *in-situ* adalah sebesar 2.850m^3 dari daya tampung maksimal *landfill* yang di desain adalah sebesar 3.200m^3 . Penentuan lokasi untuk penggunaan metode *landfill* enkapsulasi *in-situ* untuk mengungkung limbah tanah terkontaminasi adalah dengan mempertimbangkan unsur geologi dan unsur ketahanan tanah yang terdiri atas kestabilan tanah dan tingkat permeabilitas tanah yang rendah.

Berdasarkan hasil kajian tersebut maka dipilihlah lokasi lapangan sebagai tempat penempatan tanah terkontaminasi Pb dengan metode *landfill* enkapsulasi *in-situ*. Metode *landfill* enkapsulasi *in-situ* yang dilakukan dibangun menyerupai bentuk trapesium terbalik

dengan dimensi 25m x 25m pada alas bawah dan 41,4m x 41,4m, kemiringan sebesar 8,4 derajat di setiap sisinya sehingga total kedalaman penggalian yang dilakukan adalah sedalam 6m dari bagian atas sampai ke dasar lubang enkapsulasi dengan Gambar desain teknis sebagaimana Gambar 1. Metode ini menggunakan lapisan ganda tanah lempung setebal 0,5m dan ditambah dengan penggunaan geo-membran HDPE setebal 1,5mm.



Gambar 1. Desain Enkapsulasi *In-situ* Desa Cinangka
Sumber: KLH (2014)

Kegiatan pemulihan dengan teknologi *landfill* enkapsulasi *in-situ* dimulai dengan membuat konstruksi lubang galian atau lubang enkapsulasi untuk penyimpanan tanah terkontaminasi limbah B3 (Gambar 2.A). Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap tanah di bawah dan kanan-kiri timbunan digunakan pelapis geo-membran HDPE sebagai pelapis dasar (Gambar 2.B) setelah lapisan-lapisan yang diberikan tersusun dengan baik, maka tahap selanjutnya adalah menempatkan tanah terkontaminasi ke dalam lubang enkapsulasi dengan menggunakan alat berat untuk dipadatkan sampai dengan ketinggian 3.8 meter atau 20cm sebelum batas lubang enkapsulasi (Gambar 2.C). Selanjutnya, tanah yang telah dipadatkan dan dipadatkan tersebut diberikan lapisan tanah merah sebelum diberikan lapisan geo-membran (Gambar 2.D) sehingga limbah tanah terkontaminasi terbungkus dengan lapisan geo-membran HDPE. Pada bagian atas lapisan geo-membran diberikan pelapisan tanah lempung dengan kepadatan 90% secara merata setebal 0.5m setelah itu ditambah lapisan tanah yang bersih setebal 0.5m (Gambar 2.E dan F).



A



B

Gambar 2. Tahapan Pengerjaan Pemulihan dengan Desain Enkapsulasi *In-situ* di Desa Cinangka
Sumber: KLH (2014)



C



D



E



F

Gambar 2 Lanjutan

Setelah kegiatan *landfill* enkapsulasi *in-situ* selesai dilaksanakan dan ditutup, dilakukan pengambilan sampel tanah secara *grab sampling* dengan kedalaman (0–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm) pada lokasi-lokasi yang telah dilakukan pemulihan untuk diuji tingkat

keberhasilannya. Berdasarkan hasil uji analisis laboratorium didapat hasil bahwa masih terdapat kandungan Pb pada tanah yaitu pada kisaran 12–322 ppm. Hasil tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu yang dikeluarkan oleh WHO terkait dengan batas aman kandungan Pb dalam tanah adalah sebesar 400 ppm maka lokasi lahan yang telah dipulihkan berada di bawah baku mutu sehingga dapat dinyatakan bahwa kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi yang telah dilakukan sudah berhasil.

Untuk mengetahui potensi kontaminasi Pb pada wilayah bekas kegiatan peleburan aki bekas illegal, dilakukan pengambilan sampel untuk mengetahui kadar logam berat Pb yang terkandung di dalam air yang digunakan sebagai air baku oleh masyarakat. Pengambilan sampel dilakukan oleh petugas dari laboratorium Produktivitas dan Lingkungan (ProLing) IPB–Bogor. Hasil yang didapat dari ketiga lokasi pengambilan sampel tersebut untuk parameter Pb yang terkandung di dalam air telah melebihi baku mutu untuk keperluan *hygiene* sanitasi yang ditetapkan dalam Permenkes nomor 32 tahun 2017 yaitu sebesar 0,058–0,123 mg/L dari baku mutu yang ditetapkan sebesar 0,05 mg/L. Hasil pengukuran kualitas air sumur pada tiga lokasi adalah sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Sumur

No	Parameter	Satuan	ST1	ST2	ST3	BM ^(**)	Metode
I FISIKA							
1	Suhu	⁰ C	29,0	30,3	27,0	Dev. ± 3 ⁰ C	Temperatur Meter
2	DHL	μS/cm	146,2	143,9	53,71	-	DHL Meter
3	TDS	mg/L	64	64	28	1000	APHA, 22nd Edition, 2540-C, 2012
II KIMIA							
1	pH	-	5,05	6,72	5,54	6,5-8,5	pH Meter
2	Alkalinitas	mg/L	8,80	60,00	20,80	-	APHA, 22nd Edition, 2320-B, 2012
3	Pb	mg/L	0,087	0,123	0,058	0,05	APHA, 22nd Edition, 3030-B, 2012

Keterangan :

***) = Baku Mutu Berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 (Lampiran A, Tabel 1 s/d 3)

KESIMPULAN

Pemerintah dalam hal ini adalah KLHK telah melakukan kegiatan pemulihan lahan terkontaminasi Pb yang disebabkan oleh kegiatan peleburan aki bekas yang dilakukan oleh masyarakat Desa Cinangka secara sederhana, tanpa mempertimbangkan aspek kesehatan, keselamatan dan lingkungan. Hasil penelitian terhadap kualitas air sumur, didapat bahwa kadar timbal (Pb) pada kandungan air masih di atas baku mutu yakni sekitar 0,05 mg/L sampai dengan 0,123 mg/L dan perlu dilakukan pemulihan pada lahan yang masih terkontaminasi Pb di Desa Cinangka. Berdasarkan hasil tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap sebaran Pb pada tanah yang dihasilkan dari bekas kegiatan peleburan aki bekas dan kegiatan pemulihan lahan pada lahan yang masih terkontaminasi Pb di Desa Cinangka perlu untuk terus dilakukan mengingat bahaya Pb terhadap kesehatan serta potensi terjadinya *lost of generation* di Desa Cinangka, Kabupaten Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Annashr, N.N. (2015). Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah Dengan Kadar Hemoglobin (Hb) dan Eritrosit Berbintik Basofilik Pada Siswa Sekolah Dasar (SD) di Desa Cinangka Kecamatan Ciampe Kabupaten Bogor Tahun 2014. Tesis Program Pascasarjana FKM UI.
- Apriyanti, E. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal Pb Pada Kerang Polymesoda erosa L di Perairan Tanjung Bunga Makassar. *International Journal of Education and Environmental Education (IJEEM)* Vol.3, No.2 Juli 2018.
- Azam, M.M. (2016). Soil Contamination and Remediation Measures: Revisiting The Relevant Laws and Institutions. *Environmental Remediation Technologies for Metal Contaminated Soils*, 99-124.
- Bardos, R.P., Bakker, L.M.M., Slanders, H.L.A., Nathanail, C.P. (2011). Sustainability and Remediation. *Dealing with Contaminated Sites*. Springer Science.
- Carré, F., Caudeville, J., Bonnard, R., Bert, V., Boucard, P., Ramel, M. (2017). Soil Contamination and Human Health: A Major Challenge for Global Soil Security. *Soil Science*. Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-43394-3_25.
- CJGEA-Kenya. *An Investigation on Used Lead-Acid Battery (ULAB) Recycling in Kenya-Report*.
- Dambatta, A.B., Farmani, R., Javadi, A.A., Evans, B.M. (2009). The Analytical Hierarchy Process for Contaminated Land Management. *Advance Engineering Informatics* 23, 433-411.

- Elias, R.W., Gulson B. (2003). Overview of Lead Remediation Effectiveness. *The Science of the Total Environment* 303, 1-13, Elsevier.
- KLH. (2014). Pemulihan Tahap Pertama Lahan Terkontaminasi Limbah B3 Timbal (Pb) Desa Cinangka Kecamatan Ciampe Kabupaten Bogor.
- KLHK. (2016). Panduan Teknis Model Pemanfaatan Aki Bekas Skala Kecil yang Ramah Lingkungan.
- Li, C.N., Lo, C.W., Su, W.C., Lai, T.Y., Hsieh, T.K. (2016) A Study on Location-Based Priority of Soil and Groundwater Pollution Remediation. *Sustainability* 2016, 8, 377; doi:10.3390/su8040377. www.mdpi.com/journal/sustainability.
- Pichtel, J. (2007). *Fundamentals of Site Remediation, For Metal and Hydrocarbon-Contaminated Soils*, Second Edition.
- Rahman, M. A., Reichman, S. M., Filippis, L. D., Sany, S. B. T., Hasegawa, H. (2016). Phytoremediation of Toxic Metals in Soils and Wetlands: Concepts and Applications. *Environmental Remediation Technologier for Metal-Contaminated Soils*. Springer Japan.
- Rosén, L., Back, P.E., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, T., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut., Döberl, G. (2015). SCORE: A Novel Multi-Criteria Decision Analysis Approach to Assessing The Sustainability of Contaminated Land Remediation. *Science of The Total Environment* 511, 621-638.
- Reksohadiprodjo, S., Brodjonegoro, A.B.P. (2000). *Ekonomi Lingkungan (suatu pengantar)*. Yogyakarta: BPFE.
- Suparmoko, M., Suparmoko, M.R. (2000). *Ekonomi Lingkungan-edisi pertama*, Yogyakarta: Penerbit BPFE-Yogyakarta.
- Titiresmi. (2000). Aplikasi Teknologi Bersih, Tungku Model Kupola untuk Meningkatkan Kinerja Kegiatan Daur Ulang Aki Bekas–Prosiding Seminar Teknologi Pengelolaan Limbah III; Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radio Aktif–Badan Tenaga Nuklir Nasional. 1410-6086.
- UNEP. (2004). *National Management Plans For Used Lead Acid Batteries. Training Manual For The Preparation Of National Used Lead Acid Batteries Environmentally Sound Management Plans In The Context Of The Implementation Of The Basel Convention*.