

PENDAHULUAN

Latar Belakang

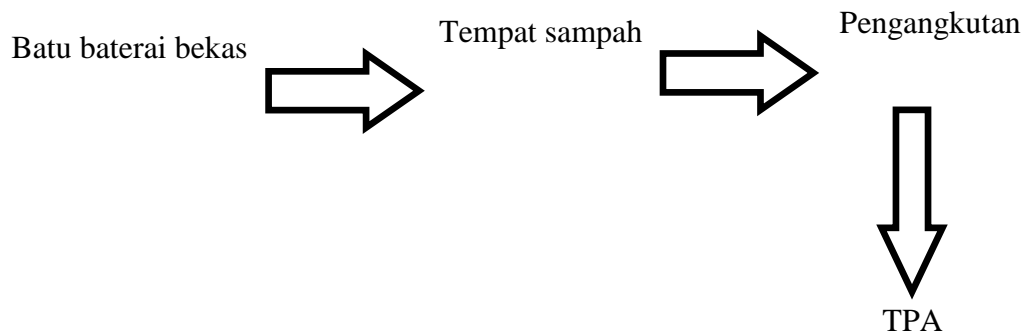
Baterai memiliki tiga komponen penting, yaitu anoda, katoda dan elektrolit. Baterai yang berkualitas dapat dilihat dari faktor kestabilan arus yang dihasilkan oleh baterai tersebut, untuk itu bahan komponen baterai pun terus dikembangkan. Baterai primer atau baterai sekali pakai misalnya terbuat dari zinc sebagai anoda, karbon sebagai katoda dan elektrolit yang dipakai berupa pasta campuran MnO_2 , serbuk karbon dan NH_4Cl sedangkan baterai sekunder yang dapat diisi ulang umumnya memiliki anoda dari kadmium dan katoda dari nikel dengan elektrolit alkaline (potassium hidroksida).

Komponen-komponen penyusun baterai ini akan berdampak negatif bila mencemari lingkungan, misalnya kadmium dan mangan. Kenaikan konsentrasi kadmium dalam tanah akan memperbesar penangkapan unsur logam tersebut oleh tanaman dan selanjutnya memasuki rantai makanan. Dari seluruh logam kadmium yang masuk ke dalam tubuh manusia, sebesar 6% melalui makanan. Dampak yang muncul apabila keracunan logam kadmium adalah tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kehilangan sel darah merah, gangguan lambung serta kerapuhan tulang. Mangan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan keracunan dan kerusakan saraf pada manusia. Gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa serta keracunan saraf. Mangan juga dapat menyebabkan parkinson, emboli paru-paru dan bronkitis. Dalam jangka panjang, kelebihan mangan dapat mengakibatkan impoten. Suatu sindrom yang disebabkan oleh mangan memiliki gejala seperti skizofrenia, kebodohan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia.

Pada tahun 1990-an, industri batu baterai bahkan menggunakan merkuri (Hg) sebagai pengganti batang katoda karbon pada batu baterai. Senyawa pada logam merkuri (Hg) dapat berupa senyawa anorganik dalam bentuk alkil atau aril merkuri. Secara tidak langsung, merkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum atau bahan pangan baik hewan maupun tumbuhan yang telah terkontaminasi oleh merkuri. Gejala keracunan akut oleh logam tersebut antara lain rasa mual, muntah-muntah, diare berdarah, kerusakan ginjal hingga dapat mengakibatkan kematian. Keracunan kronis ditandai oleh peradangan mulut dan gusi, pembengkakan kelenjar ludah dan pengeluaran ludah secara berlebihan, gigi menjadi longgar serta kerusakan pada ginjal. Oleh karena itu, batu baterai bekas termasuk sampah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) karena mengandung berbagai logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan.

Di Indonesia sendiri, pengelolaan batu baterai bekas belum mendapat perhatian khusus. Keadaan ini karena kurangnya kepedulian pemerintah dan kesadaran masyarakat terhadap bahaya limbah batu baterai. Batu baterai biasanya langsung dibuang ke tempat sampah dan berakhir di TPA. Batu baterai yang dibuang ke tempat sampah, tanpa disadari akan mengancam lingkungan dan kesehatan. Padahal di Indonesia tidak semua TPA memiliki sistem pengolahan yang baik,

sehingga limbah B3 batu baterai yang tercampur dengan limbah organik dan anorganik lainnya akan lebih sulit untuk ditangani



Gambar 1. Diagram cara pembuangan limbah konvensional

Berdasarkan Laporan Pengelolaan Kebersihan tahun 1995, komposisi sampah batu baterai rumah tangga di DKI Jakarta rata-rata 0.3% dari keseluruhan sampah yang dihasilkan di DKI Jakarta. Di Semarang, sampah B3 batu baterai bekas ditemukan di lima kelurahan yaitu Kelurahan Kauman, Ngesrep, Kuningan, Cabean, serta Sawah Besar. Sedangkan di lokasi non pemukiman sampah baterai bekas ditemukan di Pasar Johar (0,05%), area komersial dan sapuan jalan Jl. Pandanaran – Jl Pemuda (0,11%) dan Balai Kota (0,33%) (Sutji,2006).



Gambar 2. Batu baterai bekas dan rusak

Industri batu baterai bukannya tidak menyadari bahaya yang dapat ditimbulkan oleh produk mereka. Namun kesadaran ini tidak ditindaklanjuti karena beberapa faktor, yaitu faktor konsumen atau masyarakat, pemerintah bahkan produsen atau industri itu sendiri. Dari pihak konsumen, kesulitan penanganan batu baterai diakibatkan kurangnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah. Dari pihak produsen, ketidakpedulian ini dapat disebabkan karena mahalnya biaya tambahan yang dibutuhkan untuk mengelola limbah sedangkan dari pihak pemerintah, tidak menjalankan fungsinya sebagai regulator terhadap produsen dan pengayom masyarakat. Pemerintah tidak memberi tekanan yang cukup kepada industri sehingga semua peraturan yang telah ditetapkan tidak berjalan sesuai tujuan. Sebagai pengayom, pemerintah kurang memberikan edukasi kepada masyarakat

mengenai jenis-jenis limbah dan pengelolaannya yang benar di tahap rumah tangga. Apabila ketiga komponen ini sudah terintegrasi dengan baik, sangat mungkin untuk kita memperoleh lingkungan bebas dari limbah batu baterai yang berbahaya, dampak positifnya kehidupan pun lebih sehat dan nyaman.

Tujuan

Tujuan gagasan pengelolaan limbah B3 batu baterai bekas adalah:

1. Mencegah tercemarnya tanah dan badan air dari logam berat yang berasal dari limbah batu baterai.
2. Mencegah timbulnya penyakit pada masyarakat akibat pencemaran limbah batu baterai.
3. Mengurangi penggunaan bahan baku pada pembuatan batu baterai.
4. Mengurangi limbah yang dihasilkan pada produksi batu baterai.
5. Mengurangi volume limbah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir).
6. Menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penanganan limbah B3 batu baterai.

Manfaat

Manfaat gagasan pengelolaan limbah B3 batu baterai bekas adalah:

1. Meningkatnya keuntungan yang diperoleh industri batu baterai.
2. Tanah dan badan air tidak tercemar oleh logam berat yang dihasilkan oleh limbah batu baterai.
3. Masyarakat memperoleh insentif dengan mengembalikan batu baterai bekas dalam proses recovery batu baterai.
4. Meningkatnya kesehatan masyarakat dan juga lingkungan.
5. Meningkatnya kesadaran pada masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan.

GAGASAN

Secara umum terdapat dua proses penanganan sampah di Indonesia, yaitu *sanitary landfill* dan *open dumping*. *Sanitary landfill* merupakan sistem pengelolaan sampah dengan cara membuang dan menumpuk sampah ke suatu lokasi yang cekung, memadatkan sampah tersebut, kemudian menutupnya dengan tanah. Sistem pembuangan yang menggunakan metode ini dapat memaksimalkan umur penggunaan lahan hingga puluhan tahun. Selain itu, sistem ini juga dianggap masih memenuhi kualifikasi kesehatan dan lingkungan, salah satunya karena dapat mengurangi polusi udara sedangkan *open dumping* adalah pembuangan sampah dengan cara dibuang begitu saja di tanah lapang terbuka dalam sebuah tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan apapun, sehingga sistem ini dinilai sangat mengganggu lingkungan. Sistem

open dumping ini tidak layak lagi diterapkan dengan bertambahnya volume dan jenis sampah yang harus ditampung TPA.

Indonesia membutuhkan suatu sistem untuk mengatasi permasalahan sampah yang semakin kompleks, khususnya di kota-kota besar seperti Jakarta. Permasalahan sampah ini sama sekali tidak akan teratasi hanya dengan sistem angkut, buang, timbun seperti yang dipraktekkan sekarang. Bahkan tidak cukup walaupun membuka lahan baru dan menerapkan metode *sanitary landfill* yang sesuai standar. Lahan merupakan variabel terbatas, misalnya pemerintah DKI Jakarta memberi insentif kepada pemerintah Bekasi untuk setiap 1 ton volume sampah yang dibuang ke TPA Bantar Gebang. Hal ini bukanlah suatu solusi, tapi hanya memindahkan masalah ke tempat lain sambil menunggu bom waktu meledak dan menimbulkan bencana lingkungan yang berdampak general.

Ketika taraf kehidupan masyarakat meningkat, pasti jumlah sampah yang dihasilkan pun meningkat, begitu juga dengan jenis sampahnya semakin beragam. Indonesia sebagai negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi hingga 5% pertahun harus mengantisipasi masalah ini dari sekarang. Di negara-negara maju dengan jumlah volume sampah per kapita lebih tinggi dari Indonesia, kesadaran masyarakat untuk memilah sampah memudahkan pemerintah dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Hal ini perlu dilakukan karena setiap jenis sampah membutuhkan penanganan khusus agar tidak menimbulkan pencemaran. Pengolahan untuk sampah organik tentu berbeda dengan sampah anorganik apalagi limbah B3. Bila pengolahannya disatukan tentu akan menimbulkan bahaya bagi lingkungan. Namun yang terjadi di Indonesia, pengolahan sampah antara sampah organik, anorganik dan limbah B3 masih dicampur tanpa penanganan khusus. Limbah B3 yang menjadi perhatian khusus yaitu batu baterai bekas. Menurut Waworuntu-Osman (1996), setiap rumah tangga di DKI Jakarta rata-rata mengkonsumsi 10 buah baterai kering ukuran besar (UM1), 5 buah baterai ukuran sedang (UM2) dan 10 buah baterai ukuran kecil (UM3) dalam satu tahun. Dapat dibayangkan jutaan baterai tiap tahun yang dibuang dan berpotensi mencemari lingkungan.

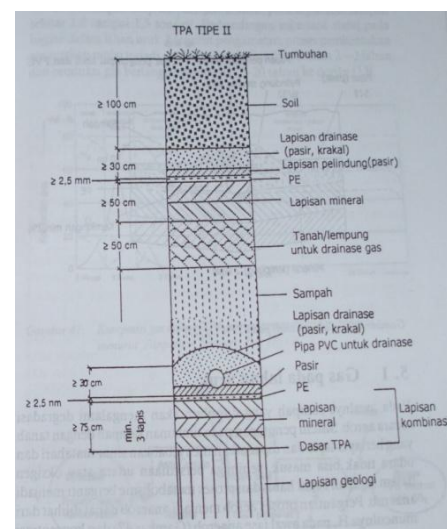
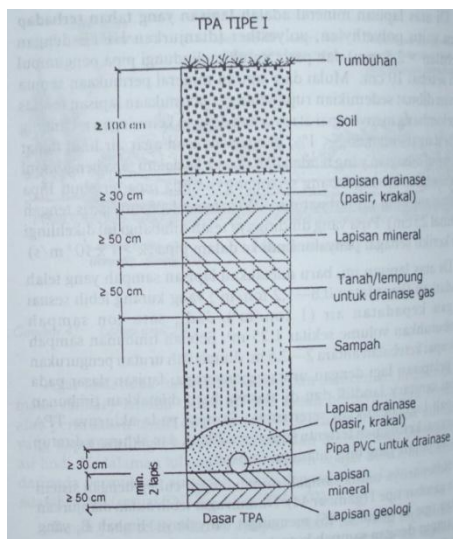
Permasalahan limbah batu baterai ini dapat diatasi dengan dua cara yang harus saling terintegrasi. Pertama, pengelolaan limbah dengan menerapkan sistem pemilahan. Memilih sampah yang masih bisa di *reuse* atau *recycle* dan memilah sampah sesuai jenisnya. Kedua, *me-recovery* batu baterai bekas, yaitu pengolahan batu baterai bekas menjadi bahan baku batu baterai baru. Kedua sistem ini membutuhkan partisipasi aktif dari masyarakat.

Re-strukturisasi Sistem Pengelolaan Limbah Batu Baterai di Rumah Tangga

Sistem ini hanya melibatkan masyarakat dan pemerintah. Rumah tangga sebagai penghasil sampah diharapkan berpartisipasi dalam memilah sampah dan membuangnya di TPS yang telah disediakan. Sedangkan pemerintah diharapkan lebih peduli untuk mengelola sampah masyarakat semaksimal mungkin. Pemerintah juga berperan untuk memberikan edukasi tentang hal-hal yang dapat dilakukan masyarakat untuk meringankan beban pemerintah dalam mengelola sampah.

Tahap pertama dari sistem ini yaitu memilah sampah sesuai jenisnya. Sampah organik, anorganik dan B3 dipisahkan dalam kantong sampah yang dibedakan warnanya. Misalnya warna hijau untuk organik, coklat anorganik dan sampah B3 warna merah. Kantong sampah didesain agar semudah mungkin diangkut oleh truk sampah sehingga tidak tercecer dan menimbulkan bau tidak sedap selama pengangkutan. Melihat kondisi tata ruang kota-kota besar di Indonesia yang tidak teratur, jalan-jalan sempit di lokasi perumahan akan menyulitkan truk-truk sampah dalam pengangkutan. Oleh karena itu, masyarakat diharapkan membuang kantong sampahnya di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang telah disediakan. TPS dapat berupa bak besar di pinggir jalan yang mudah diakses truk sampah. Bak ini dibagi tiga sesuai dengan jenis sampah, organik, anorganik dan B3. Selain itu, pemerintah bisa membuat poster untuk memberi informasi tentang ketiga jenis sampah tersebut. Selain sebagai media edukasi, bak sampah tersebut juga memiliki nilai artistik tersendiri dengan gambar-gambar yang menarik. Pada tahap pengangkutan, truk-truk sampah disekat menjadi 3 bagian sesuai jenis sampah yang diangkut. Di lokasi pengolahan, sampah anorganik (besi) dipisahkan menggunakan *magnetic separator*. Sementara pemisahan material ringan seperti kertas, plastik dan kain dengan teknik sentrifugal/*tromol* berputar. Material yang berat selain besi seperti gelas atau potongan kayu dipisahkan dengan hembusan udara (*air classifier*).

Dalam metode *sanitary landfill*, sampah dimasukkan ke dalam lahan yang sudah dilengkapi fundamen yang kedap air serta saluran lindi dan gas, kemudian sampah dipadatkan dan ditutup dengan tanah penutup serta dipadatkan, lalu di atasnya ditempatkan sampah lagi, dipadatkan, dan ditutup tanah, demikian seterusnya. Terdapat dua tipe TPA berdasarkan metode *sanitary landfill*, yaitu tipe I yang khususkan untuk sampah selain B3, dan tipe II yang dikhususkan untuk sampah B3. Sebagian besar sampah di Indonesia terdiri dari sampah organik. Maka *sanitary landfill* tipe 1 lebih sesuai untuk diterapkan di Indonesia.



Gambar 3. Teknik pembuatan TPA tipe 1

Gambar 4. Teknik pembuatan TPA tipe 2

Sementara untuk pengolahan limbah B3 batu baterai membutuhkan perhatian khusus. Limbah batu baterai dari TPA disalurkan ke instansi pengolahan limbah B3 kemudian limbah B3 yang tidak dapat diolah lagi disimpan di landfill terekayasa yang aman. Sebagai tahap akhir dalam pengolahan limbah B3 rumah tangga, sebaiknya tiap kota besar di Indonesia (Jakarta, Surabaya, Medan) memiliki perusahaan pengolahan dan penimbun limbah B3 sehingga transfer limbah tidak terlalu beresiko dan limbah pun dapat tertangani dengan maksimal.

Pengolahan limbah B3 di tiap kota dapat merujuk pada sistem yang terdapat di PT Wastec Internasional. Untuk limbah padat diolah dengan teknologi insinerasi, dengan suhu mencapai lebih dari 1200 °C. Untuk mengurangi risiko lepasnya partikel limbah B3 ke media lingkungan, pelepasan partikel ke atmosfer menggunakan teknologi *cyclonic scrubber*. Kemudian melalui proses pengendapan atau penyemprotan dengan air, partikel limbah B3 tersebut diharapkan tidak lepas ke lingkungan. Lalu airnya digunakan kembali (*reuse*) untuk proses pengolahan. Abu yang dihasilkan dari proses insinerasi (sekitar 1-3% dari jumlah limbah B3 yang diolah) disalurkan ke industri penimbun limbah. Untuk menekan biaya pengolahan, limbah B3 yang masih memiliki nilai jual dapat dimanfaatkan kembali.

Sistem penimbunan limbah B3 batu baterai dapat meniru sistem yang diterapkan di PT PPLI. Limbah B3 akan diolah dengan cara stabilisasi kimiawi, dan dibuang ke landfill terekayasa yang aman. Beberapa jenis limbah B3 bisa ditimbun langsung di landfill jika sudah memenuhi persyaratan penimbunan. Bentuk akhir limbah yang dibuang ke landfill ini harus padat. Cara lain pengolahan B3 adalah insinerasi dalam tanur semen. Limbah yang melalui proses ini harus memiliki energi tinggi dan memenuhi persyaratan lain. Sehingga dapat dimanfaatkan sekaligus sebagai bahan bakar sintetik untuk tanur semen. PT PPLI hanya menerima limbah B3 untuk diproses stabilisasi, landfilling dan proses pencampuran bahan bakar saja. Limbah untuk stabilisasi dan landfilling adalah limbah organik padat atau semi padat. Sedangkan untuk bahan bakar campuran adalah limbah organik cair dan organik padat yang dapat dicairkan. Limbah organik yang akan diterima tersebut pada umumnya berupa lumpur endapan dari proses pengolahan air limbah industri. Kandungan B3 penting dalam sludge ini berupa logam-logam berat (Harian Umum Suara Pembaruan, 14 Desember 1994).

PT PPLI-Cileungsi (Phrasada Pamunah Limbah Indonesia) merupakan satu-satunya perusahaan penimbun limbah B3 di Indonesia. Padahal menurut keterangan Kementerian Lingkungan Hidup, Indonesia membutuhkan setidaknya 5 industri penimbun limbah B3 (Media Indonesia, 4 Januari 2005 dalam Dasrul, 2006). Hingga saat ini, PT PPLI hanya mampu menyerap 10% limbah B3 di Indonesia, dengan kata lain ada 90% limbah yang tidak dapat ditangani. Dengan banyaknya limbah yang tidak tertangani itu, sebenarnya peluang usaha di bidang ini sangat menguntungkan. Namun kendala bagi pengusaha yang tertarik adalah modal dan lokasi. Usaha ini membutuhkan modal yang sangat besar dan harus memenuhi persyaratan lokasi yang tidak membahayakan lingkungan sekitarnya. Tapi dengan bantuan dari pemerintah, kendala-kendala itu dapat diatasi bersama.

Proses *Recovery* Melalui Partisipasi Konsumen

Menurut Goosey (2009), ada tiga macam rute pengumpulan limbah peralatan listrik dan elektronik, diantaranya pengumpulan dalam skala kota, penarikan kembali limbah tersebut melalui pedagang, dan penarikan kembali limbah tersebut melalui produsen. Dalam gagasan ini, metode yang digunakan menyerupai ketiga metode tersebut. Untuk proses awalnya, limbah batu baterai yang telah selesai digunakan oleh konsumen, dapat langsung disalurkan ke tempat-tempat khusus yang telah ditetapkan oleh produsen atas pengawasan pemerintah. Melalui tempat tersebut, produsen dapat menarik kembali limbah batu baterai yang kemudian nantinya akan di-*recovery*. Metode *recovery* yang digunakan di sini merupakan salah satu proses produksi bersih (*Clean Production*). Produksi bersih ini merupakan salah satu langkah industri untuk memperoleh penurunan biaya produksi sehingga secara tidak langsung metode *recovery* pada gagasan ini dapat membantu perusahaan mengurangi biaya produksi dan dapat meningkatkan keuntungan.

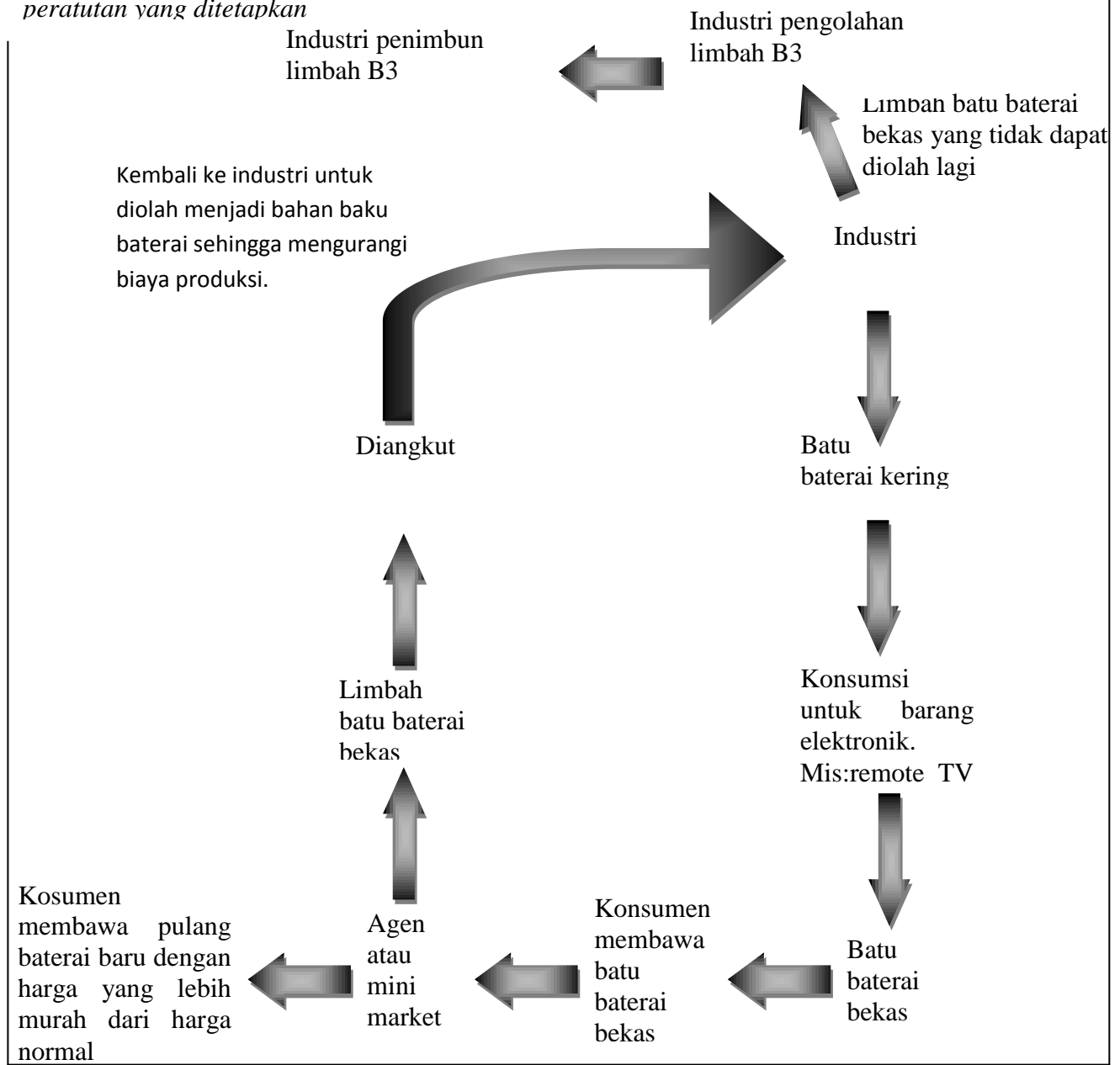
Penurunan biaya produksi diperoleh melalui pengurangan penggunaan bahan baku pada tahap produksi, yaitu dengan menggunakan kembali komponen batu baterai bekas yang masih dapat digunakan, misalnya penutup (*cover*) batu baterai, batang anoda, batang katoda. Cara ini dapat menekan biaya bahan baku yang berimplikasi pada biaya produksinya sedangkan konsumen dapat berpartisipasi dengan cara mengembalikan batu baterai bekas ke produsen dengan membawa baterai bekas tersebut ke agen-agen tertentu untuk mendapatkan batu baterai baru dengan harga yang lebih murah dari harga normalnya, untuk itu konsumen memperoleh insentif. Agen-agen disini merupakan perwakilan perusahaan, dapat berupa stand-stand khusus di pusat perbelanjaan atau minimarket yang telah bekerjasama dengan perusahaan batu baterai. Kemudian perusahaan mengambil batu baterai bekas tersebut untuk diolah kembali. Dengan cara ini limbah B3 di TPA dapat berkurang dengan signifikan sehingga mengurangi beban pengolahannya dan hanya batu baterai yang sudah tidak bisa digunakan lagi yang sampai di tempat pengolahan limbah.

Secara tidak langsung gagasan ini dapat menurunkan jumlah limbah berbahaya yang tidak tertangani dengan baik di Indonesia. Secara langsung, dapat menguntungkan tiga pihak, yaitu konsumen, produsen, dan pemerintah. Untuk konsumen, mereka memperoleh keuntungan berupa insentif atas partisipasi mereka dalam proses *recovery* baterai ini. Adanya insentif tersebut dapat meningkatkan kesadaran masyarakat khususnya konsumen untuk lebih hati-hati dalam penanganan limbah batu baterai dan dalam menjaga lingkungan yang akan berimplikasi pada dampak yang akan ditimbulkannya. Sedangkan untuk produsen, diperkirakan dapat meningkatkan kapasitas produksinya karena dengan *recovery* mereka dapat mengurangi penggunaan bahan baku dan dapat menekan biaya produksinya. Beberapa perusahaan yang produksinya berupa batu baterai menghasilkan baterai ukuran kecil mencapai 350 biji per menit, dan untuk baterai ukuran besar mencapai 600 biji per menit. Dengan diterapkannya metode *recovery* pada limbah batu baterai diperkirakan akan meningkatkan produksi batu baterai melebihi produksi sebelumnya. Keberhasilan dari beberapa gagasan di atas nantinya ditentukan oleh

beberapa variabel, diantaranya jumlah partisipan, serta tingkat kepedulian masyarakat.

Untuk mewujudkan gagasan ini dibutuhkan kesadaran industri untuk memperhatikan limbah produknya. Kesadaran ini dapat diperoleh melalui tekanan pemerintah dan konsumen. Tekanan pemerintah melalui aturan-aturan lingkungan yang ketat, konsumen melalui keinginan untuk menggunakan produk yang ramah lingkungan. Maka mau tidak mau industri harus menampilkan citra *eco-friendly* pada setiap produknya.

Pemerintah mengawasi melalui peraturan yang ditetapkan



Gambar 5. Diagram gagasan pengelolaan limbah B3 batu baterai bekas

KESIMPULAN

Limbah B3 batu baterai bekas di Indonesia hingga saat ini belum ditangani dengan benar. Permasalahan ini dapat diatasi salah satunya dengan meningkatkan kesadaran dan partisipasi konsumen. Partisipasi ini yaitu melalui pengelolaan limbah dengan sistem pemilahan dan pengembalian batu baterai bekas untuk di-*recovery* ke perusahaan. Kedua gagasan tersebut sekaligus memberi dampak positif bagi kehidupan manusia karena lingkungan yang bebas dari pencemaran.

Dengan sistem pemilahan, diharapkan masyarakat memilah sampah sesuai jenisnya, organik, anorganik dan B3. Sampah dipisahkan dalam kantong yang berbeda warna, kemudian dibuang ke TPS yang didesain bersekat untuk memisahkan ketiga jenis sampah tersebut. TPS mengefisienkan waktu pengangkutan oleh truk sampah ke TPA. Di TPA, sampah dipisahkan sesuai jenisnya dengan teknologi yang berbeda-beda. Limbah B3 disalurkan ke perusahaan pengolahan limbah kemudian limbah yang tidak dapat diolah lagi berakhir di perusahaan penimbun limbah. Untuk mengurangi biaya transfer dan mengurangi resiko, setiap kota besar di Indonesia harus memiliki perusahaan pengolah dan penimbun limbah B3.

Sistem *recovery* yang diterapkan industri adalah menggunakan kembali komponen-komponen batu baterai bekas yang masih dapat digunakan sebagai bahan baku. Sistem ini membutuhkan partisipasi konsumen dalam pengembalian batu baterai yang sudah tidak dapat digunakan lagi dengan menukarnya saat membeli batu baterai baru pada agen-agen tertentu yang akan digunakan kembali sehingga harganya menjadi lebih murah dari harga normalnya. Keuntungan sistem ini, konsumen memperoleh insentif untuk setiap batu baterai yang dikembalikan, sedangkan produsen dapat menerapkan produksi bersih sehingga meningkatkan keuntungan dan *image* ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Burgher, BJ. 1982. Opportunities For Industrial Resource Recovery. *In: Alleman and Kavanagh (eds). Industrial Waste Proceedings of the Fourteenth Mid-Atlantic Conference*. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, 232-238.
- Dasrul. 2006. *Kebijakan Persaingan Usaha Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Bidang Penimbunan Akhir (Final Disposal)* . Tesis. Depok: Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Dinas Kebersihan Kota. 2003. *Profil Dinas Kebersihan Kota Semarang Pemerintah Kota Semarang*. Semarang.
- Goosey, Martin. 2009. Introduction and Overview. *In: Hester and Harrison (eds). Electronic Waste Management*. Cambridge: RSC Publishing, 1-39.
- Haslinda, Tuti. 1998. *Hubungan Sanitary Landfill dengan Kualitas Air Tanah dan Kesehatan Masyarakat*. Tesis. Depok: Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2008. *Statistik Persampahan Indonesia*.
- Sudradjat, R. 2009. *Mengelola Sampah Kota*. Penebar Swadaya : Jakarta
- Wardhayani, Sutji. 2006. *Analisis Risiko Pencemaran Bahan Toksik Timbal (Pb) pada Sapi Potong di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang*. Semarang.
- Waworuntu-Osman, Osmaliana. 1996. *Sikap dan Perilaku Masyarakat terhadap Baterai Kering Bekas*. Tesis. Depok: Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Widyatmoko, Sintorini. 2002. *Menghindari, Mengolah, dan Menyingkirkan Sampah*. Abdi Tandur : Jakarta.

RIWAYAT HIDUP

Nama : Fadjar Djuniardi
 Tempat dan Tanggal lahir : Jakarta, 05 Juni 1989
 Karya-karya Ilmiah : -

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih :

(Fadjar Djuniardi)

RIWAYAT HIDUP

Nama : Nanda Savira Ersu
 Tempat dan Tanggal lahir : Lhokseumawe, 26 Desember 1990
 Karya-karya Ilmiah : -

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih :

(Nanda Savira Ersu)

RIWAYAT HIDUP

Nama : Husna Kusnandar
 Tempat dan Tanggal lahir : Dumai, 4 Oktober 1990
 Karya-karya Ilmiah : -

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih :

(Husna Kusnandar)

Curriculum Vitae Dosen Pembimbing

Data Pribadi

Nama : Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, MSc
 Tempat tanggal Lahir : Magetan, 21 Maret 1966
 Jenis kelamin : Laki-laki
 Alamat : Gardu Dalam RT. 02/01 Margajaya, Bogor 16116
 Tel. 0251-8620093. PO Box. 220 Bogor 16002
 Pekerjaan : Dosen, Dept. Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB
 Email : arief_sabdo_yuwono@yahoo.co.id

Pendidikan

Sept 1999–Sept. 2003 Doctor. *Institut für Landtechnik*, Universität Bonn, Germany. Research Topic: Odour Pollution in the Environment. Advisor: Prof. Dr.-Ing. P. Schulze Lammers.
 Sept. 1994–Sept. 1996 Master of Science (MSc) in Environmental Sanitation, University of Gent, Belgium. Advisor: Prof. Dr. Ir. Raoul Lemeur.
 Jan 1992-Dec. 1992 Non Degree Course in “Environmental Control Engineering in Agriculture”, University of Tokyo, Japan. Supervisor: Prof. Dr. Tadashi Takakura.
 May 1984–Mar. 1989 Engineer (*Sarjana*), Dept. of Agricultural Engineering, Bogor Agricultural University (IPB)

Pekerjaan Profesional

Th	Posisi	Pekerjaan
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Collection and Recycling of Aluminium Scrap. PT.Cipta Mandiri Utama. Karawang.
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Ruby Field Development of Sebuk Block, Makassar Straits.
2009	Environmental Engineer	State of The Environment Report (SLH), Bogor Regency, West Java
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Baseline Study of West Timor Exploration Area, ENI, Timor Tengah Selatan.
2008-2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Batam Marina Shipyard Development, Batam, Kepulauan Riau.
2008-2009	Air Quality Expert	Additional Environmental Impact Management and Monitoring Plan (RKL-RPL Tambahan), Premier Oil, Natuna
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Monitoring Pearl Oil, Tebo Regency, Jambi Province
2008	Air Quality & Noise Expert Member (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Environmental Impact Assessment (AMDAL) of Manggarai-Soekarno Hatta Airport Railway, State Ministry of Environment.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Assessment, Bulk LPG Filling Station, Pertamina.
2008	Environmental Engineering Expert	Environmental Impact Assessment, Gasing Industrial Complex, Banyuasin Regency, South Sumatra
2008	Air Quality & Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference (KA) for Environmental Impact Assessment of Manggarai-Soekarno Hatta Airport Railway, State Ministry of Environment.
2008	Air Quality Expert	Additional Environmental Impact Management and Monitoring Plan (RKL RPL Tambahan), TOTAL E&P Indonesia, East

Th	Posisi	Pekerjaan
		Kalimantan.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Management and Monitoring Effort (UKL UPL Seismic 3D), TOTAL E&P Indonesia, East Kalimantan.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, Elnusa Oil Co., Banyuasin, South Sumatra.
2008	Air Quality Expert	Environmental Baseline Study in Natuna Islands, Premier Oil, Riau Islands.
2008	Team Leader	Study on Dispersion Simulation of Sulphur Dioxide (SO ₂) and Hydrogen Sulphide (H ₂ S) from Oil Well in Ambient Air
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Assessment of Pertamina-Mitsui Cilacap Residual Fluid Catalytic Cracking (RFCC) Complex Development
2008	Air Quality Expert	Integrated Environmental Impact Assessment of Tin Mining in Bangka - Belitung Province.
2007	Team Leader	Development of Local regulation for Monitoring and Control of Waste Gases, Liquid Wastes and Solid Wastes in Tangerang Regency, Banten Province
2007	Sanitary Landfill Specialist	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sanitary Landfill (TPA) of Aceh Besar Development Project, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Cirebon-Kroya Double Track Railway, State Ministry of Environment.
2007	Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Serpong-Maja Double Track Railway, State Ministry of Environment.
2007	Air Quality Specialist	Additional Environmental Monitoring and Management of Madura BD, Husky Indonesia Co.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of North Java Sea Block Development, BP West Java.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Management Study of Offshore Bawean Block Development. Husky Indonesia Co.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of Bangka Belitung Mining Development
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of Ulee Lheue Port, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Cut Nyak Dien Airport Development Project, Meulaboh, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Deputy Team Leader	Environmental Status Study, Handil Gas Debottlenecking, TOTAL E&P Indonesia.
2007	Team Leader	Modelling and Simulation of Smoke and Flue Gas Dispersion due to Drill Stem Test (DST). ENI Bukat Indonesia
2007	Team Leader	Environmental Monitoring. Tiaka – Tomori Block, Banggai-Morowali, Central Sulawesi. JOB Pertamina - Medco Energy.
2007-2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, Natuna Block, ConocoPhillips Indonesia.
2007	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, PT. KEP, Kutai Kartanegara, East Kalimantan.
2007-2008	Team Leader	Environmental Monitoring, Maleo Block of Santos Co., Madura Offshore.
2008	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sinabang Airport Development Project, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2008	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sibigo Airstrip Development Project, Province of Nanggroe Aceh

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam Curriculum Vitae ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bogor, 20 Oktober 2010
Dosen Ybs,

(Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, MSc)
NIP. 19660321 199003 1 012