

EXTENDED PRODUCER RESPONSIBILITY (EPR) SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMATAN ENERGI DALAM RECYCLING E-WASTE PADA TELEPON SELULER DI INDONESIA

Widi Astuti

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNPAND

Jl. Banjarsari Barat No 1, Semarang

E-mail: widi_astuti@gmail

Abstrak

Informasi dan komunikasi telah menjadi kebutuhan dasar masyarakat dari berbagai golongan ekonomi. Tingginya kebutuhan tersebut menyebabkan industri peralatan elektronik ini mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Percepatan pertumbuhan tersebut dikombinasi dengan produk yang cepat usang karena produk generasi yang lebih baru sudah muncul lagi. Akibatnya dalam satu tahun ratusan juta telepon selular tidak digunakan lagi oleh pemiliknya, sehingga pembuangan barang-barang elektronik ini mengalami peningkatan yang sangat cepat. Telepon selular sebagai salah satu jenis E-waste (Electronic waste) yang komponen penyusun terdiri dari kombinasi bahan-bahan yang berbahaya (PBR, lead, merkuri, chromium, cadmium, dll) dan bahan non berbahaya yang mempunyai nilai jual yang tinggi atau berharga (emas, perak, tembaga, dll) Material yang berbahaya tersebut persisten di lingkungan, mengalami bioakumulasi pada rantai makanan, dan beresiko menimbulkan efek berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Kerangka kerja model Extended Producer Responsibility (EPR) adalah tanggungjawab secara finansial untuk penanganan recycling E-waste telepon selular yang ramah lingkungan dan pembuangannya. Tujuan dari EPR adalah untuk mendorong produser meminimalisir pencemaran dan mereduksi penggunaan sumber daya alam dan penggunaan energi dari setiap tahap siklus produksi melalui rekayasa desain produk dan teknologi proses. Untuk pengembangan dari model yang ada di Swiss, maka model pengelolaan E-waste telepon selular di Indonesia sangat penting memperhatikan beberapa antara lain eksisting E-waste telepon selular yang ada, perdagangan barang-barang elektronik dari sektor informal, latar belakang sosial budaya dan ekonomi, kehadiran aturan dan hukum yang mendukung, adanya monitoring dan regulasi.

Kata kunci : E-waste, EPR, reduksi, recycling

1. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan terbesar dari peralatan elektronik bagi konsumen adalah telepon selular atau sering disebut sebagai handphone. Informasi dan komunikasi telah menjadi kebutuhan dasar masyarakat dari berbagai golongan ekonomi. Pada awal kemunculannya, telepon selular terbatas digunakan hanya oleh masyarakat dengan perekonomian menengah ke atas serta kaum profesional yang membutuhkan komunikasi instan. Namun kini, penggunaan alat komunikasi ini meluas ke berbagai daerah di seluruh negeri dan didukung pula dengan meluasnya jaringan pelayanan operator telepon selular (Damanhuri dan Sukandar, 2006).

Tingginya kebutuhan tersebut menyebabkan industri peralatan elektronik ini mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Di dunia pengguna telepon selular mengalami peningkatan yang sangat tajam dari yang pertama sangat sedikit di tahun 1970an menjadi 4,6 milyar pada tahun 2007 (ITU, 2009). Penjualan telepon selular mengalami peningkatan di semua negara. Pada tahun 2006 lebih dari 115 milyar terjual di seluruh dunia, hal ini berarti mengalami peningkatan sekitar 16 persen dari 991 milyar di tahun 2006 (CNET News, 2008).

Percepatan pertumbuhan tersebut dikombinasi dengan produk yang cepat usang karena produk generasi yang lebih baru sudah muncul lagi. Menurut Osibanjo et al, 2007 dalam Triwiswara 2009, pada kenyataannya telepon selular biasanya tidak digunakan lagi meskipun masih dapat beroperasi untuk kemudian digantikan dengan telepon selular baru karena konsumen menginginkan fitur-fitur baru atau telepon selular yang lama tidak memadai untuk layanan terbaru dari operator, atau hanya karena ingin berganti saja. Di negara-negara berkembang rata-rata hampir sama dengan 1% dari total sampah padat dan diperkirakan akan mengalami peningkatan hingga 2% di tahun 2010 (UNEP, 2009).

Telepon selular sebagai salah satu jenis E-waste (Electronic waste) yang komponen penyusun terdiri dari kombinasi bahan-bahan yang berbahaya (PBR, lead, merkuri, chromium,

cadmium,dll) dan bahan non berbahaya yang mempunyai nilai jual yang tinggi atau berharga (emas, perak, tembaga,dll) (DEFRA,2004). Material yang berbahaya tersebut persisten di lingkungan, mengalami bioakumulasi pada rantai makanan, dan beresiko menimbulkan efek berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Wu et.al, 2008).

Permasalahan yang serius mengenai E-waste telepon selular adalah jumlahnya yang semakin meningkat dan pendekatan secara ilmiah tentang pembuangan yang ramah terhadap lingkungan sangat mengkhawatirkan. Sehingga perkembangan tentang E-waste ini dan pembuangannya menjadi isu di tingkat dunia (Musson et al.2000; Cui and Forssberg, 2003).

Di Indonesia pengguna telepon selular pada tahun 2008, mencapai 116.144.392 yaitu terbesar keenam di seluruh dunia (Suryadhi, 2008). Saat ini menurut catatan Asosiasi Telepon Selular Indonesia (ATSI, 2010) menjadi sekitar 180 juta, ini berarti 60 persen dari seluruh penduduk Indonesia sudah menjadi pelanggan layanan telepon selular. Meskipun E-waste mengandung komponen yang mempunyai karakteristik sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), namun pengelolaannya di Indonesia belum diatur secara spesifik dan rinci (Wahyu et al, 2010).

Melihat kenyataan tersebut, selain dampaknya terhadap lingkungan, hal yang sangat penting yang menjadi perhatian adalah tentang konsumsi energi yang digunakan untuk memproduksi barang-barang elektronik tersebut. Sebelumnya sudah dilakukan analisis life cycle dari produksi telepon selular (Scharnhorst et al., 2006; Yamaguchi et al., 2003). Singhal (2005) melakukan analisis life cycle telepon selular dengan tipe Nokia tentang konsumsi energi dan dampaknya terhadap lingkungan di Finlandia.

Extended Producer Responsibility (EPR) dimana sebagai produsen akan bertanggungjawab atas barang yang dibuat sampai barang tersebut tidak dipakai lagi adalah salah satu model pengelolaan E-waste telepon selular yang telah dilakukan di banyak negara. Pengelolaan dengan model ini diharapkan peran produsen dalam pengendalian penggunaan energi dan bahan baku dapat lebih ditekan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan model Extended Producer Responsibility (EPR) yang dapat diterapkan di Indonesia sebagai alternatif untuk pengelolaan E-waste telepon selular yang dapat digunakan untuk penghematan konsumsi energi dan bahan baku.

2. Perkembangan konsumsi bahan baku dan potensi ekonomi dari E-waste telepon selular

Saat ini pertumbuhan industri telepon selular di diberbagai negara sangat pesat. Penawaran teknologi 3G, membuat konsumen semakin sering mengganti telepon selular dengan generasi yang baru. Hal ini menyebabkan jumlah pemakaian telepon selular semakin meningkat, sementara total angka E-waste telepon selular tidak diketahui secara pasti (Jinglei Yu et al,2010). Untuk memperkirakan pertumbuhan E-waste telepon selular dapat menggunakan metode Material Flow Analysis (MFA), dimana sebagai dasarnya adalah prinsip dari konservasi material (Graedel and Allenby, 2009). MFA dipakai untuk memperkirakan generasi komputer dan perangkat IT lainnya di Amerika, Jepang dan beberapa negara lainnya (Frank, 2004; Yang and Williams, 2009; Yamasue et al., 2006). Menurut Graedel and Allenby,2009 dalam Jinglei Yu et al,2010, persamaan dari Analisis Aliran Materialnya sebagai berikut :

$$\Delta M = \sum F_{in} - \sum F_{out}$$

ΔM : perubahan material selama proses

$\sum F_{in}$: jumlah aliran masuk

$\sum F_{out}$: jumlah aliran keluar

Sedangkan hubungan untuk penjualan dan persediaan dapat mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$St_i = St_{i-1} + S_i - O_i$$

St_i : persediaan telepon selular yang digunakan

S_i : angka dari penjualan

O_i : angka total telepon selular

E-waste telepon selular mengandung material yang berharga, hal ini sangat penting untuk karakteristik nilai ekonominya. Telepon selular hanya berbeda pada design, pembuatan dan umur produknya. Sementara itu struktur dan komposisinya sama yaitu terdiri dari plastik, layar LCD, keypad, printed wiring board, charger dan baterai. Sedangkan kandungan telepon selular adalah

logam-logam yang berharga seperti emas, perak dan tembaga, tetapi juga mengandung zat toksik atau bahan beracun berbahaya seperti Pb, Cd, Hg, As, Ni dan Cr (Ogunseitan et al., 2003; Osibanjo and Nnorom, 2007).

Tabel berikut menggambarkan rata-rata kandungan bahan-bahan logam dan ratio nilai dari telepon selular (Wu et al., 2008; Lindholm, 2003; Tan, 2005) :

Element	Cu	Al	Fe	Ni	Pb	Sn	Ag	Au	Pd
Content (%)	13	2	5	0.1	0.3	0.5	0.14	0.035	0.02
Value ratio (%)	4.3	0.3	0.2	0.1	0.03	0.6	3.9	78.8	11.8

Meskipun bahan plastik, gelas dan material lain jumlahnya lebih banyak, tetapi nilai ekonominya lebih rendah dibandingkan dengan bahan-bahan logam. Pada prinsipnya recovery logam berat misalnya timbal mempunyai nilai ekonomi, tetapi nilainya lebih tinggi untuk komponen yang berupa emas palladium dan perak yang terkandung dalam telepon selular.

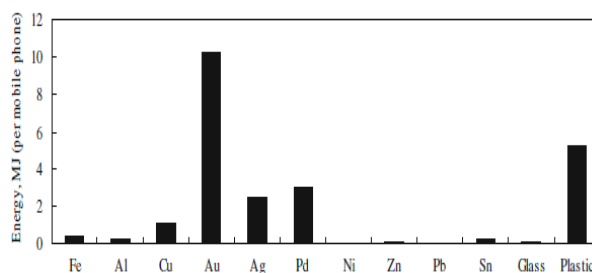
Nilai ekonomi dari logam berat yang terkandung dalam telepon selular dapat dihitung sehingga akan diketahui nominalnya. Sebagai contoh di China diasumsikan rata-rata berat telepon selular adalah 125 gram. Sehingga dapat dihitung keuntungannya apabila dilakukan recycling sebanyak 1 ton E-waste telepon selular yang diperkirakan senilai dengan US\$ 10,860. Jika E-waste telepon selular di tahun 2008 dilakukan recycling secara resmi maka terdapat 1250 ton Cu, 480 ton Fe, 13 ton Ag, 3 ton Au, dan 2 ton Pd, dan apabila dinominalkan US\$ 105 juta.

Tetapi pada kenyataannya sangat sedikit ditemui telepon selular yang sudah tidak dipakai yang dikumpulkan untuk dilakukan recycling. Meskipun sudah tidak dipakai dengan alasan rusak atau hanya ingin ganti dengan generasi yang lebih baru, sebagian besar masih disimpan di rumah atau kantor tanpa perlakuan apapun.

Selain itu kebutuhan bahan baku untuk pembuatan telepon selular sangat banyak, sebagai contoh di China pembuatan sebanyak 52.48 juta unit telepon selular di tahun 2000 membutuhkan lebih dari 7.000 ton material. Sedangkan di tahun 2008 tidak kurang dari 70.000 ton bahan baku digunakan untuk pembuatan telepon selular. Menurut Williams, dalam Jinglei Yu et al 2010 untuk pembuatan satu Integrated Circuit (IC) seberat 2 gram dibutuhkan material seberat 1,7 kg. Untuk satu telepon selular mengandung kurang lebih 7 gram IC (Tan,2005). Sehingga diprediksikan tahun 2008 di China untuk pembuatan telepon selular membutuhkan 3.360.000 ton bahan baku.

3. Konsumsi Energi untuk Pembuatan Telepon Selular

Untuk kebutuhan energi selama proses pembuatan telepon selular dapat ditemukan di LCA (Simpro 7.0; GABI 1997). Gambar di bawah ini menunjukkan kebutuhan energi selama proses pembuatan telepon selular.



Gambar 1. Kebutuhan energi selama proses pembuatan telepon selular.

Kebutuhan energi untuk pembuatan satu telepon selular sebesar 23 MJ (Jinglei Yu et al 2010). Meskipun kandungan logam berat sangat sedikit dalam pembuatan telepon selular tetapi membutuhkan sangat banyak energi karena prosesnya sangat panjang. Untuk manufaktur IC dan komponen kapasitor dan resistor membutuhkan energi sebesar 120 MJ (Singhal, 2005; Hoffman, 2003). Sedangkan pada pembuatan salah satu komponen telepon selular yaitu LCD (Liquid Crystal Display) karena ruangan harus yang steril sehingga energi digunakan juga sangat besar. Pada

proses perakitan ini membutuhkan pencahayaan yang besar, kondisi ruangan berAC dan tenaga listrik. Total konsumsi energi untuk perakitan mencapai 2 MJ (Yamaguchi et al., 2003).

Untuk keperluan pembungkusan atau packing dan transportasi energi yang dibutuhkan sebesar antara 10 – 60 MJ (Singhal, 2005).

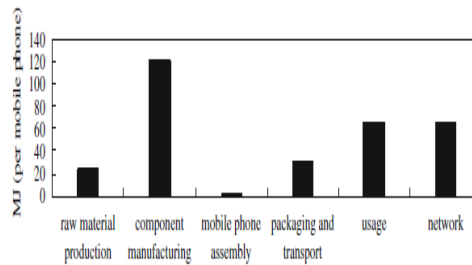
4. Konsumsi Energi selama Penggunaan Telepon Selular

Konsumsi energi selama penggunaan adalah untuk pengisian baterai setiap harinya selama life cyclenya yang diperkirakan selama 2 tahun yang dapat dihitung dengan ukuran UEC (Unity Energy Consumption) dengan satuan kilowatt-jam per tahun (kWh/yr). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$UEC = \left(\sum_{i=1}^M \bar{P}_i T_i \right) 8760h/yr$$

Dimana : M : angka model
 P_i : rata-rata gambaran tenaga dari unit model i
 T_i : presentase waktu pada unit dalam model i

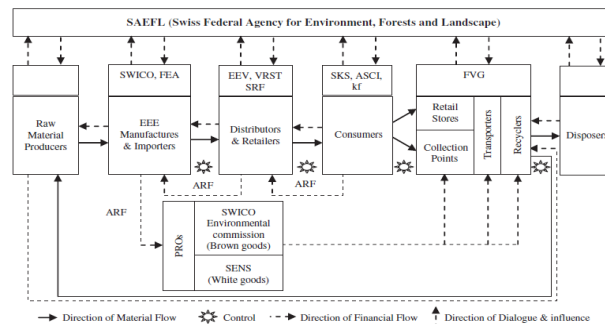
Menurut Rosen and Meier (2000), diperkirakan kebutuhan energi selama penggunaan sebesar 9 kWh/year (i.e. 32.4 MJ/year).



Gambar 2. Energy consumption of mobile phones during their life cycle

5. Extended Producer Responsibility (ERP)

Swiss adalah negara pertama yang mengembangkan dan mengimplementasikan dengan baik sistem manajemen E-waste untuk pengumpulan, recycling atau pengolahan dan pembuangan E-waste. Pada gambar di atas memperlihatkan sistem manajemen di Swiss dengan material dan aliran finansialnya.



Gambar 3. Model *Extended Producer Responsibility* (EPR) di Swiss

Kerangka kerja dari sistem tersebut adalah model *Extended Producer Responsibility* (EPR) dan tanggung jawab secara finansial untuk penanganan *recycling E-waste* yang ramah lingkungan dan pembuangannya. Terdapat dua organisasi yaitu The Swiss Association for Information Communication and Organizational Technology (SWICO) dan Stifung Entsorgung Schweiz (SENS) yang bertanggungjawab untuk pengelolaan dan operasional WEEE (Khetriwal et al., 2005).

Selain organisasi, EPR lebih menekankan kepada produser bertanggung jawab mengambil kembali (take back) produk-produk yang tidak terpakai lagi guna dilakukan proses recovery dan recycling. Selain itu produsen juga bertanggung jawab terhadap material dan desain dari produk

tersebut. . Dalam hal ini tujuan dari EPR adalah untuk mendorong produser meminimalisir pencemaran dan mereduksi penggunaan sumber daya alam dan penggunaan energi dari setiap tahap siklus produksi melalui rekayasa desain produk dan teknologi proses. Produser harus bertanggung jawab terhadap semua hal, termasuk akibat dari pemilihan material, proses manufaktur, pemakaian produk, dan pembuangannya.

Keuntungan dari EPR adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengurangi jumlah E-waste dari suatu wilayah atau kawasan.
2. Efisiensi terhadap proses recycling E-waste.
3. Penghematan bahan baku sehingga akan berdampak pada penghematan energi.
4. Membutuhkan material lebih sedikit.
5. Memperpanjang umur barang hasil suatu produksi.

6. Kondisi *E-waste* di Indonesia

Pengelolaan *E-waste* di Indonesia hingga saat ini belum diatur secara spesifik dan rinci. Mengingat *E-waste* mengandung komponen yang mempunyai karakteristik sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), sehingga pengelolaannya merujuk kepada PP Nomor 18 Tahun 1990 jo PP No 85/199 tentang Pengelolaan Limbah B3 (Agustina,2007). Pemerintah Indonesia, dalam hal ini Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KLH), masih kesulitan untuk mendapatkan data jumlah *E-waste*. Kesulitan tersebut, disebabkan oleh faktor perdagangan ilegal dan sebaran pengepul *E-waste* yang sangat beragam di seluruh Indonesia. Secara umum, *E-waste* masih mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Meskipun demikian diperkirakan besarnya *E-waste* di Indonesia akan terus meningkat setiap tahunnya.

Walaupun *E-waste* terdiri dari *E-waste* B3 dan non B3 akan tetapi jika keberadaan dan penanganannya yang tidak tepat sepanjang life cycle, maka *E-waste* dapat menyebabkan masalah lingkungan yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Sehingga adanya perdagangan *E-waste* di Indonesia yang merupakan suatu aliran material yang tanpa disadari telah menyebarkan bahan-bahan B3 yang terkandung dalamnya (Wahyu et al, 2010).

Dari beberapa sumber menyebutkan bahwa *E-waste* telepon selular tidak terinventori di TPA-TPA eksisting di Indonesia berarti ada aliran yang memperpanjang life cycle. Peranan jasa reparasi sangat penting dalam memperpanjang umur peralatan elektronik ini, umumnya melalui penggantian komponen elektronik yang rusak dengan komponen baru atau sistem kanibal, yaitu dengan menggunakan bagian yang masih bisa dipakai dari peralatan elektronik yang sudah tidak terpakai. Mekanisme ini merupakan jawaban atas pertanyaan mengapa peralatan elektronik jarang ditemukan dalam aliran sampah kota (Damanhuri dan Sukandar, 2006).

7. Model Pengelolaan *E-waste* di Indonesia

Di banyak negara berkembang termasuk Indonesia, terdapat kegiatan perbaikan dan penggunaan kembali peralatan elektronik bekas dalam jumlah yang tinggi. Toko reparasi dapat ditemukan di sektor secondhand. Para pekerja di toko-toko tersebut mencari komponen-komponen yang rusak atau tidak terpakai dan menggantinya dengan komponen baru buatan lokal. Komponen yang rusak parah dan tidak dapat digunakan kembali, masih memiliki nilai jual karena masih bisa didaur ulang. (Triwiswara, 2008). Selain hal tersebut perdagangan ilegal juga didominasi oleh sektor ini. Menurut Fishbein dalam Osibanjo dan Nnorom, 2007, PCB merupakan komponen dengan dampak paling tinggi terhadap lingkungan. Pada sektor secondhand, PCB dianggap sebagai salah satu komponen yang paling bernilai tinggi. Permintaan terhadap PCB bekas cukup tinggi. Dari satu sisi, hal ini akan mengurangi jumlah logam berat dalam PCB yang mencemari lingkungan. Di sisi lain, kegiatan reparasi di sektor secondhand dilakukan tanpa prosedur yang tepat, terutama berkenaan dengan perlindungan keselamatan dan kesehatan pekerja.

Masyarakat Indonesia pada umumnya golongan menengah ke bawah masih belum mengetahui dampak yang ditimbulkan dari komponen penyusun barang-barang elektronik yang mengandung bahan beracun dan berbahaya. Sementara itu pengelolaan *E-waste* di Indonesia hingga saat ini belum diatur secara spesifik dan rinci. Mengingat *E-waste* mengandung komponen yang mempunyai karakteristik sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), seharusnya pengelolaannya merujuk kepada PP Nomor 18 Tahun 1990 jo PP No 85/199 tentang Pengelolaan

Limbah B3 (Agustina,2007). Namun dalam implementasinya dirasakan masih sangat sulit karena kesadaran dari berbagai pihak yang belum ada tentang bahaya E-waste.

Munculnya berbagai kemudahan untuk import barang-barang elektronik terutama telepon selular dari negara maju adalah salah satu kendala yang dalam penegakan aturan tentang pengelolaan E-waste telepon selular di Indonesia. Selain itu belum adanya pihak yang berwenang untuk melakukan pengawasan yang menyangkut berbagai hal dalam pengelolaan E-waste telepon selular.

Untuk pengembangan dari model yang ada di Swiss, maka model pengelolaan E-waste telepon selular di Indonesia sangat penting memperhatikan beberapa hal berikut :

- a. Eksisting E-waste telepon selular yang ada.
- b. Perdagangan barang-barang elektronik dari sektor informal
- c. Latar belakang sosial budaya dan ekonomi
- d. Kehadiran aturan dan hukum yang mendukung
- e. Adanya monitoring dan regulasi

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, H., Identification of E Waste and Secondhand E-Product in Indonesia, Presentation on Basel Convention Regional Meeting, Beijing:28-29 March 2007.
- Berkhout F, Hertin J., De-materialising and re-materialising: digital technologies and the Environment, *Futures* 2004;36:903–20.
- Bhuie AK, Ogunseitan OA, Saphores J, Shapiro AA., Environmental and economic tradeoffs in consumer electronic products recycling: a case study of cell phones and computers, *Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, IEEE*; 2004. p. 74–9.
- Chen SJ, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX., Brominated flame retardants in children's toys: concentration, composition, and children's exposure and risk assessment, *Environ Sci Jinglei Yu, Eric Williams, Meitiung Ju, Chaofeng Shao, Managing e waste in China: Policies, pilot projects and alternative approaches, Environment Science and Technology*,2010.
- Kahhat R, Kim J, Xu M, Allenby B, Williams E, Zhang P., Exploring e-waste management systems in the United States, *Resources, Conservation and Recycling*, 2008;52:955–64.
- Ladou J, Lovegrove S., Export of electronics equipment waste, *Int J Occup Environ Health*,2008;14:1-10.
- Li L, Liu Y, Wang Q., Countermeasures for nationwide e-waste recycling. *Research of Environmental Science* 2009;22(1):119–24 [in Chinese].
- Lindhqvist T., Extended producer responsibility in cleaner production: policy principles to promote environmental improvements of product systems, PhD thesis, Lund University; 2000
- Liu XB, Tanaka M, Matsui Y., Generation amount prediction and material flow analysis of electronic waste: a case study in Beijing, China, *Waste Manag Res* 2006;24:434–45.
- Schmidt CW., Unfair trade — E-waste in Africa, *Environ Health Perspect* 2006;114:A232–5.
- The Economist., Recycling old computers, *The Economist*, 29.01.2005, 56 London; 2005.
- UNEP., E-Waste Curriculum Development Project, Phase 1: Literature Review. The Natural Edge Project (NEP) 2006. Available from: <<http://www.naturaledgeproject.net/default.aspx>>.
- UNEP., Call for Global Action on E-waste, United Nations Environment Programme;2006.
- UNEP., Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, United Nations Environment Programme. <http://www.basel.int/>, 2009.
- Weidenhamer JD., Clement ML. Leaded electronic waste is a possible source material for lead-contaminated jewelry, *Chemosphere* 2007a;69:1111–5.
- Widmer R, Oswald-Krapf H, Sinha-Khetriwal D, Schnellmann M, Boni H., Global perspectives on e-waste, *Environ Impact Assess Rev* 2005;25:436–58.
- Williams E, Ramzy K, Allenby B, Kavazanjian E, Xu M, Kim J., Environmental, social and economic implications of global reuse and recycling of personal computers. *Int J Environ Sci Technol* 2008;42(17):6446–54.
- Yepsen R. Encouraging sustainable recycling behavior through financial incentives. *BioCycle* 2007;48(12):34.