

Dampak Lingkungan dan Kesehatan Pemanfaatan Limbah Cat Sebagai Produk Material Bangunan

Ari Dina Permana Citra* dan Hargianti Dini Iswandari

Universitas Widya Husada Semarang
Jl. Subali Raya No 12 Krapyak, Semarang, Jawa Tengah 50146 Indonesia
Email: dinacitra@gmail.com

Abstrak

Limbah cat yang tidak mempunyai nilai ekonomis dan memerlukan biaya untuk pengolahannya, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku menjadi produk yang berguna. Limbah cat digunakan sebagai bahan baku campuran pembuatan produk bata beton (paving block) agar dapat mencegah dampak negative lingkungan. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji dampak lingkungan dan kesehatan dari limbah cat dan pemanfaatannya sebagai campuran bata beton. Dampak lingkungan sebagai ekotoksitas dan dampak kesehatan berupa toksisitas dihitung menggunakan perangkat kajian daur hidup LCA (Life Cycle Assessment) pada variasi kadar limbah cat sebesar 1,2,3,4 dan 5% pada bata beton. Hasil kajian menunjukkan penurunan potensi dampak lingkungan dan kesehatan produk bata beton dibandingkan limbah cat padat. Ekotoksitas limbah cat terendah pada media tanah dan tertinggi pada media perairan air tawar. Toksisitas pada manusia jauh lebih tinggi dibanding pada media lingkungan, dipakai sebagai dasar penanganan limbah cat. Pemanfaatan limbah cat sebagai bahan baku campuran bata beton dapat mengurangi ekotoksitas dan toksisitas secara signifikan, dapat digunakan sebagai model pengelolaan limbah.

Kata kunci: limbah cat, bata beton, kajian daur hidup, dampak lingkungan, dampak kesehatan

Abstract

Environmental and Health Impacts of Using Paint Waste as Building Material Product

Paint waste that has no economic value and requires a cost for its processing can be used as raw material to become a useful product. Waste paint is used as a raw material for the manufacture of concrete brick products (paving blocks) in order to prevent negative environmental impacts. The research carried out aims to assess the environmental and health impacts of paint waste and its use as a concrete brick mixture. Environmental impacts as ecotoxicity and health impacts in the form of toxicity are calculated using the LCA (Life Cycle Assessment) life cycle assessment tool on the variation of paint waste content of 1,2,3,4 and 5% in concrete bricks. The results of the study show a decrease in the potential environmental and health impacts of concrete brick products compared to solid paint waste. The lowest paint waste ecotoxicity in soil media and highest in freshwater waters media. Toxicity in humans is much higher than in environmental media, used as a basis for handling paint waste. The use of paint waste as raw material for concrete brick mix can significantly reduce the ecotoxicity and toxicity, it can be used as a waste management model.

Keywords: *paint waste, concrete brick, life cycle assessment, environmental impact, health impacts.*

PENDAHULUAN

Industri manufaktur dan pengepakan banyak yang menggunakan cat sebagai bahan pelapis permukaan untuk mencegah korosi dan memperbaiki penampakan permukaan. Limbah cat yang ditimbulkan berupa lumpur cat maupun padatan dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan maupun kesehatan bila tidak dikelola dengan baik. Limbah cat dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dikelola sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Pengelolaan limbah termasuk limbah B3 dilakukan dengan mengikuti hirarki pengelolaan limbah mulai dari pencegahan, pengurangan, daur ulang dan pemanfaatan (Purwanto, 2013). Pengurangan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara substitusi bahan, modifikasi proses produksi, dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Daur ulang limbah dan pemulihan sumber daya seringkali terbatas pada komposisi bahan kimia. Keterbatasan ini meliputi komponen bahan berbahaya, bahan campuran seperti plastik dengan bahan tambahannya, bahan gabungan yang tidak dapat dipisahkan seperti pada plastik, kayu, dan logam dengan kuantitas rendah yang melekat pada perangkat elektronik (Friege, 2017).

Pemilahan bahan kimia diperlukan sebagai dasar pertimbangan potensi daur ulang limbah lumpur cat. Kandungan *dissolved organic carbon* (DOC) yang tinggi dari limbah lumpur cat menyebabkan tidak dapat dilakukan penimbunan berdasarkan peraturan pengelolaan limbah di Eropa (Salihoglu & Salihoglu, 2016).

Pembuangan limbah berupa lumpur cat ke perairan internasional secara operasional sangatlah murah dilihat dari sudut pandang ekonomi, namun akan menimbulkan dampak negatif lingkungan dalam waktu yang lama. Dumping di perairan internasional dengan biaya transportasi lebih tinggi sehingga tidak menjadi pilihan pengelolaan saat ini. Pengolahan limbah B3 berupa lumpur dengan insinerasi dikelola oleh pihak ketiga menjadi pilihan saat ini dengan mempertimbangkan biaya, kerusakan lingkungan, dan kesehatan manusia.

Pengelolaan limbah B3 dapat dilakukan secara kimia dan fisika dengan stabilisasi atau solidifikasi, sebelum dibuang ke lingkungan

ditambahkan bahan pengikat dan senyawa pereaksi sehingga kelarutan dan penyebaran daya racun limbah menurun dan terbatas. Penerapan *solidification/ stabilization* (Arce *et al.*, 2010) untuk mengolah limbah B3 dengan mencampurkan bahan tambahan (aditif) pada limbah B3 guna mengurangi daya racun dan penyebaran limbah. Pendekatan ini tetap memerlukan biaya pengelolaan dan hasil solidifikasi tidak dapat dimanfaatkan dengan baik.

Ekotoksikologi menurut GWA-DWER (n.d) mengkaji efek toksik yang disebabkan oleh zat alami atau buatan manusia pada biota. Melalui ekotoksikologi dapat ditentukan tingkat dan jenis kontaminan yang menyebabkan kerusakan pada hewan dan tanaman. ALTtox (2015) menyatakan ekotoksikologi melibatkan identifikasi bahaya kimia terhadap lingkungan, dan studi efek toksik pada organisme, populasi, atau komunitas yang bukan manusia. Pengujian ekotoksikologi juga melibatkan penilaian toksisitas sampel lingkungan yang terkontaminasi pada organisme akuatik. Ekotoksikologi secara umum mengacu bahaya pada hewan dan tumbuhan akuatik dan terestrial, termasuk manusia.

Dampak lingkungan dan kesehatan dikaji menggunakan perangkat kajian daur hidup LCA (Life Cycle Assessment). Penggunaan LCA dilakukan oleh Ross dan Evans (2002) tentang pengelolaan lingkungan, Saft (2007) tentang dampak lingkungan gasifikasi limbah cat, dan Citra *et al.* (2020) terkait dengan dampak lingkungan pengelolaan limbah cat. Penggunaan LCA oleh para peneliti lainnya untuk menghitung dampak dalam pengelolaan lingkungan sampai dengan daur ulang limbah (Khan *et al.* 2002, Cherubini *et al.* 2009, Abeliotis *et al.* 2012, Massana *et al.* 2015, Astrup *et al.* 2015, Nanaki dan Koroneos 2012, Zhou *et al.* 2017, dan Borghi *et al.* 2018)

Pratikso *et al.* (2017) meneliti pengaruh semen pada bata beton menggunakan aspal bekas sebagai cara untuk pemanfaatan limbah. Daur ulang dan penggunaan limbah untuk membuat produk dilakukan pula oleh Akyol (2013), Almesfer (2012), Avci *et al.* (2017), Mostafa dan Peters (2017), Ordouei & Elkamel (2017).

Citra *et al.* (2020) melakukan pemanfaatan limbah cat sebagai bahan baku menjadi produk yang bermanfaat (*waste to product*) dapat memberikan keuntungan baik secara ekonomi

maupun lingkungan. Limbah cat digunakan sebagai pengisi (filler) campuran bahan baku untuk bata beton (paving block), menunjukkan kuat tekan memenuhi mutu A dan B pada kadar 2,5 sampai 5%. Dampak lingkungan yang dikaji terbatas pada 3 kategori potensi pemanasan global, deplesi ozon dan oksidan fotokimia. Kajian ini melengkapi dengan dampak lingkungan kesehatan berupa ekotoksitas sehingga memberi gambaran secara komprehensif pemanfaatan limbah menjadi produk material bangunan.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan untuk mengkaji dampak lingkungan berupa bata beton yang dibuat dari campuran pasir, semen, air dan limbah cat. Limbah cat berupa limbah basah (sludge) yang ditimbulkan oleh cat industri kemasan kosmetik berupa *alkyd paint, white, without water, in 60% solution state*. Bata beton yang diproduksi tipe menggunakan perbandingan pasir terhadap semen sebesar 4 dibanding 1, dan campuran limbah cat bervariasi sebesar 0, 1, 2, 3, 4 dan 5% berat. Perhitungan dampak lingkungan dan kesehatan menggunakan perangkat lunak *Life Cycle Assessment (LCA) Simapro 8.5* versi Education, dengan tahapan (a) identifikasi awal terdiri dari penetapan tujuan dan ruang lingkup, unit fungsi, batasan system, (b) LCI (life cycle inventori), (c) LCIA (life cycle inventory assessment) dan (d) interpretasi. Hasil perhitungan dampak lingkungan dan kesehatan dinyatakan dalam ekotoksitas

pada bata beton dibandingkan antar variasi campuran pemakaian limbah cat dan media serta manusia sebagai dasar penanganan limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian *life cycle assessment (LCA)* untuk mengetahui dampak lingkungan dinyatakan dalam potensi ekotoksitas tanah, perairan tawar dan perairan laut serta dampak kesehatan dinyatakan dalam potensi daya racun (toksisitas) ke manusia. Hasil perhitungan LCA ditunjukkan pada Tabel 1.

Perhitungan dilakukan pada pengelolaan dan pemanfaatan limbah cat menjadi produk bata beton dengan variasi kadar limbah cat pada bata beton sebesar 1, 2, 3, 4 dan 5 % dibandingkan dengan limbah cat sebelum dimanfaatkan. Ekotoksitas dengan satuan yang telah dinormalisasi yaitu kg 1,4 DB eq.

Dampak lingkungan ke media tanah

Hasil perhitungan potensi dampak lingkungan ke media tanah dinyatakan dalam ekotoksitas tanah ditunjukkan pada Gambar 1. dengan ada variasi pemanfaatan limbah cat dari kadar 1 sampai 5 % berat. Pada Gambar 1. menunjukkan penurunan yang sangat signifikan ekotoksitas tanah dari limbah cat dibandingkan bila limbah cat dimanfaatkan sebagai bahan campuran bata beton. Dampak lingkungan meningkat secara linier dengan penambahan kadar limbah cat sebagai campuran bahan pembuatan bata beton.

Tabel 1. Potensi dampak lingkungan dan kesehatan pemanfaatan limbah cat

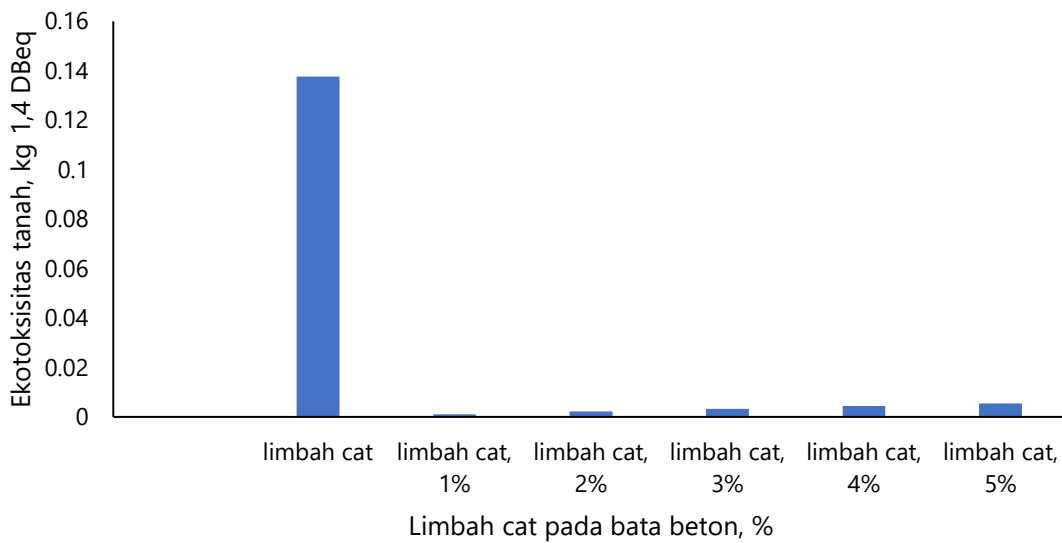
| No | Skenario | Ekotoksitas tanah, kg 1,4 DBeq | Ekotoksitas perairan tawar, kg 1,4 DBeq | Ekotoksitas perairan laut, kg 1,4 DBeq | Toksisitas manusia, kg 1,4 DBeq |
|----|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Limbah cat | 0,1376 | 0,5201 | 0,4815 | 12,8861 |
| 2 | Bata beton dengan limbah cat 1% | 0,0011 | 0,0045 | 0,0043 | 0,1186 |
| 3 | Bata beton dengan limbah cat 2% | 0,0022 | 0,0087 | 0,0081 | 0,2216 |
| 4 | Bata beton dengan limbah cat 3% | 0,0033 | 0,0128 | 0,0119 | 0,3246 |
| 5 | Bata beton dengan limbah cat 4% | 0,0044 | 0,0169 | 0,0158 | 0,4278 |
| 6 | Bata beton dengan limbah cat 5% | 0,0055 | 0,0212 | 0,0197 | 0,5307 |

Menurut penelitian Citra *et al.* (2020), kuat tekan tertinggi bata beton pada kadar limbah cat sebesar 2,5 % dan kuat tekan dengan penambahan limbah cat kadar 5% sama dengan kuat tekan bata beton tanpa limbah cat. Berdasarkan penurunan ekotoksisitas tanah yang sangat signifikan, pencampuran limbah cat sampai dengan kadar 5% dapat digunakan untuk pembuatan bata beton.

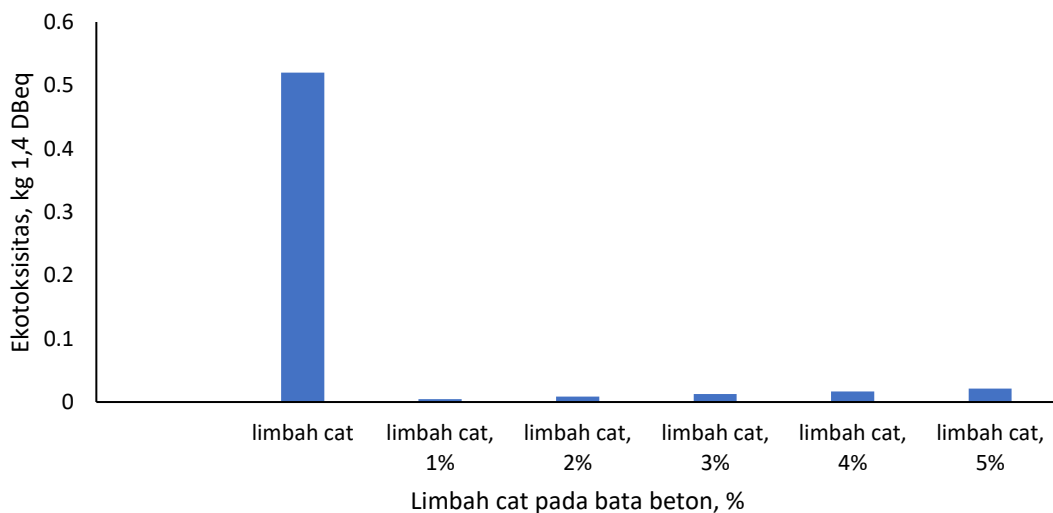
Dampak lingkungan ke media perairan tawar

Hasil perhitungan potensi dampak lingkungan ke media perairan tawar dinyatakan dalam ekotoksisitas perairan tawar yang

ditunjukkan pada Gambar 2. Penurunan potensi dampak ekotoksisitas perairan terjadi sangat signifikan dengan pemanfaatan limbah cat sebagai bahan campuran bata beton. Bata beton berfungsi mengikat limbah cat dengan cara solidifikasi sehingga mencegah pelindian ke perairan air tawar. Metode solidifikasi ini dapat digunakan sebagai sarana penanganan limbah cat yang merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun, dan mencegah pencemaran lingkungan perairan. Solidifikasi yang memberikan manfaat secara ekonomi dilakukan dengan cara memanfaatkan limbah sebagai bahan baku suatu produk.



Gambar 1. Potensi dampak ekotoksisitas tanah



Gambar 2. Potensi dampak ekotoksisitas perairan tawar

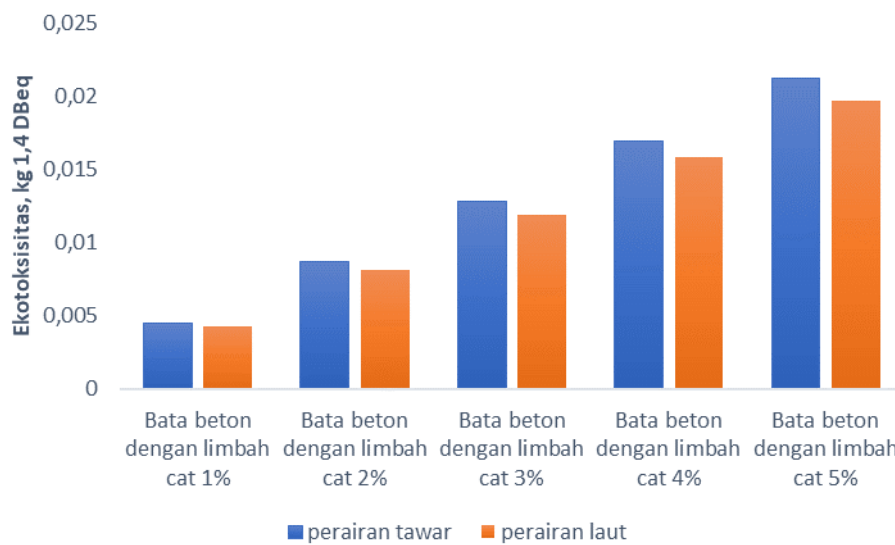
Dampak lingkungan ke media perairan laut

Perairan laut ditandai dengan kandungan garam di dalamnya, sehingga berpengaruh terhadap potensi dampak ekotoksistas pada media perairan tersebut. Perbandingan nilai ekotoksistas perairan laut terhadap perairan tawar ditunjukkan paad Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat adanya penurunan ekotoksistas pada perairan laut dibanding perairan tawar dengan rerata sebesar 7 %, disebabkan adanya kadar garam yang mempunyai sifat sebagai bahan

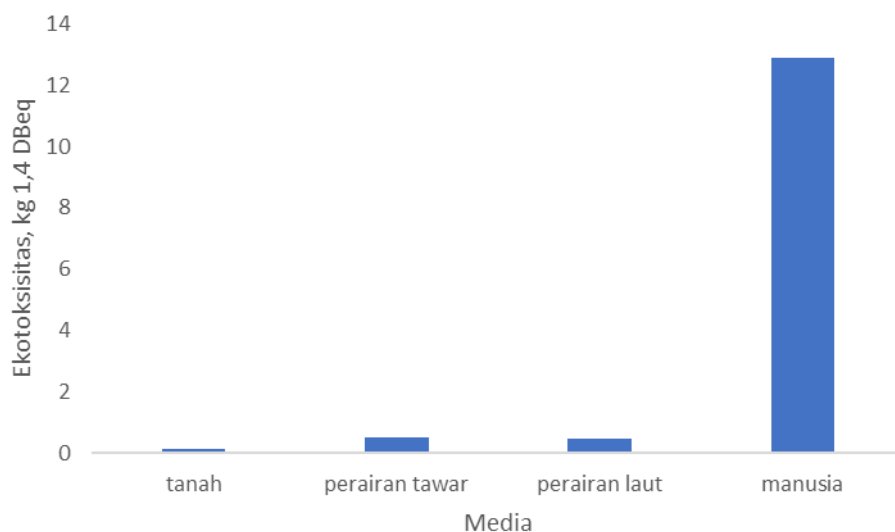
pengawet. Fenomena ini juga dapat digunakan sebagai cara untuk menurunkan ekotoksistas dengan penambahan garam pada perairan dengan tetap memperhatikan kualitas perairan.

Dampak Kesehatan pada manusia.

Ekotoksistas sebagai salah satu dampak bagi lingkungan dibandingkan dengan toksistas ke manusia (*human toxicity*) sebagai dampak limbah cat bagi Kesehatan. Hasil perhitungan denagn LCA ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Perbandingan potensi dampak ekotoksistas perairan tawar dan laut



Gambar 4. Perbandingan potensi dampak lingkungan dan kesehatan dari limbah cat

Potensi dampak lingkungan pada berbagai media diperoleh nilai tertinggi pada media perairan tawar, dan mengalami penurunan sebesar 7 % pada perairan laut. Ekotoksistas pada media tanah mempunyai nilai terendah pada kisaran 1/4 dibanding dengan ekotoksistas perairan tawar. Air tawar cenderung melarutkan limbah lebih besar dibandingkan dengan media tanah, menyebabkan tingginya ekotoksistas. Potensi dampak kesehatan dari limbah cat pada manusia dinyatakan sebagai daya racun (toxicity) mempunyai nilai yang sangat tinggi dibanding dengan media lingkungan.

Pemanfaatan limbah sebagai bahan campuran produk bata beton juga menimbulkan toksistas yang tinggi pada manusia. Tingginya nilai toksistas pada manusia digunakan sebagai dasar penanganan limbah cat dengan memperhatikan prosedur yang telah ditetapkan sesuai dengan Data Keselamatan Bahan (*Safety Data Sheet*) mulai dari timbulan limbah, pewardahan, transportasi, penimbunan dan pengolahan limbah cat menjadi produk bata beton.

KESIMPULAN

Kajian potensi dampak lingkungan dan kesehatan yang dinyatakan dalam ekotoksistas dari limbah cat menunjukkan nilai toksistas yang sangat tinggi pada manusia dibandingkan ekotoksistas pada media tanah, perairan tawar dan perairan laut. Ekotoksistas limbah cat pada perairan laut turun sebesar 7 % dibanding dengan perairan tawar, dan terendah pada media tanah sebesar 1/4 dibandingkan perairan tawar. Pemanfaatan limbah cat menjadi produk bata beton menurunkan secara signifikan ekotoksistas melalui proses solidifikasi. Ekotoksistas yang tinggi pada manusia dipakai sebagai dasar penanganan limbah cat dan pemanfaatannya menjadi produk bata beton

DAFTAR PUSTAKA

- Abeliotis K., A Kalogeropoulos A. & Lasaridi K. 2012. Life Cycle Assessment of the MBT plant in Ano Li-ossia, Athens, Greece. *Waste Management.*, 32, 213–219. 2.
- Akyol, A.. 2013. Treatment of Paint Manufacturing Wastewater By Electrocoagulation. *Desalination.* 285:91-99. DOI: 10.1016/j.desal.2011.09.039
- Almesfer W., Haigh C. & Ingham J. 2012. Waste Paint Asa An Admixture In Concrete. *Cement & Concrete Composites.* 34:627-633. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2012.02.001
- AlTox. 2015. Ecotoxicity. <http://alttox.org/mapp/toxicity-endpoints-tests/ecotoxicity/>
- Arce, R., Galán, B., Coz, A., Andrés, A. & Viguri, J.R. 2010. Stabilization/solidification of an alkyd paint waste by carbonation of waste-lime based formulations. *Journal of Hazardous Materials*, 177:428–436, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.050
- Astrup, T.F., Tonini, D., Turconi, R. & Boldrin, A. 2015. Life cycle assessment of thermal waste-to-energy technologies: Review and recommendations. *Waste Management*, 37:104–115. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.06.011
- Avci, H., Ghorbanpoor, H., Topcu, I.B. & Nurbas, M. 2017. Investigation and Recycling Of Paint Sludge With Cement And Lime For Producing Lightweight Construction Mortar. *Journal of Environmental Chemical Engineering.* 5:861-869. DOI: 10.1016/j.jece.2017.01.009
- Borghini, Del A., Strazza, C., Magrassi, C., Taramasso, A.C., & Gallo, M. 2018. Life Cycle Assessment for eco-design of product–package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption.* 13:24-36. DOI: 10.1016/j.spc.2017.11.001
- Cherubini, F., Bargigi, S. & Ulgiati, S. 2009. Life Cycle Assessment (LCA) Of Waste Management Strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. *Journal of Energy.* 34:2116-2123. DOI: 10.1016/j.energy.2008.08.023
- Citra, A.D.P., Purwanto, P. & Soenoko, H.R., 2020, Life Cycle Assessment and Quality of Utilization of Paint Waste as a Raw Material of Paving Block, *Journal of Ecological Engineering*, 21(2):89-94. DOI: 10.12911/22998993/116342
- Nanaki, E.A. & Koroneos, C.J.. 2012. Comparative LCA of the use of biodiesel, diesel and gasoline for transportation. *Journal of Cleaner Production.* 20:14-19. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.07.026
- Friege, H. 2017. Sustainable Chemistry – A Concept With Important Links To Waste Management.

- Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 6:57-60.
DOI: 10.1016/j.scp.2017.08.001
- GW-DWER. n.d. Ecotoxicity. Government of Western Australia, Department of Water and Environmental Regulation.
<https://www.water.wa.gov.au/water-topics/waterways/assessing-waterway-health/ecotoxicity>
- Khan, F. I., Raveender, V., & Husain, T. 2002. Effective environmental management through life cycle assessment. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 15:455-466. DOI: doi.org/10.1016/S0950-4230(02)00051-7
- Massana, L.P., Farreny, R. & Sola, J.O. 2015. Are Cradle To Cradle Certified Products Environmentally Preferable? Analysis From An LCA Approach. *Journal Cleaner Production*. (93):243-250. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.01.032
- Mostafa, M.K. & Peters, R.W. 2017. Reuse Paint Wastewater In The Manufacture Of Cement Bricks And Tiles. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. (19):840-850. DOI: 10.1007/s10163-016-0485-0
- Ordouei, H.M. & Elkamel, A. 2017. New Composite Sustainability Indices For Cradle-To-Cradle Process Design: Case Study On Thinner Recovery From Waste Paint In Auto Industries. *Journal of Cleaner Production*. (166):253-262. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.247
- Pratikso P., Purwanto, P. & Sudarno, S. 2017. Analysis Influence of Cement of the Asphalt Pavement Demolition Material on Roads Semarang-Demak Indonesia, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 11(1): 73-78. DOI: 10.4090/juee.2017.v11n1.073078
- Purwanto, P., 2013, Teknologi Produksi Bersih, BP Undip, Semarang
- Ross, S. & Evans, D. 2002. Use of life cycle assessment in environmental management. *Environmental Management*, (29):132-142. DOI: 10.1007/s00267-001-0046-7
- Saft, R.J. 2007. Life Cycle Assessment of a Pyrolysis/Gasification Plant for Hazardous Paint Waste. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 12(4):230-238. DOI: 10.1065/lca2007.05.332
- Salihoglu, G. & Salihoglu, K.N. 2016. A Review on Paint Sludge From Automotive Industries: Generation, Characteristics and Management. *Journal of Environmental Management*, 169:223-235. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.12.039
- Zhou, Z., Tang, Y., Chi, Y., Ni, M. & Buekens, A. 2017. Waste-to-energy: A review of life cycle assessment and its extension methods. *Waste Management & Research*, 36(1):3-16. DOI: 10.1177/0734242X17730137