

PARTICIPATORY ACTION RESEARCH SEBAGAI STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK BERKELANJUTAN MELALUI PENGEMBANGAN ECOBRICK

Syukrya Ningsih, Suhendra, Bayu Kurniawan, Aini Qomariah Manurung

Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi
syukryaningsih@uinjambi.ac.id

Abstract

The management of waste at the UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi Campus is an enormous concern, and a large amount of waste, particularly plastic waste, continues to wind up into landfills. The aim of this research is to use Participatory Action Research (PAR) methods to determine how much plastic trash is generated and whether ecobricks have the potential to help reduce plastic waste. By engaging the academic community in campus waste management through empowerment, capacity building, active participation, and shared experience, this service activity seeks to strengthen the collaboration of the stakeholders involved. It is based on the PAR method, which emphasizes two ideas: action and participation. According on the preliminary mapping findings, it was discovered that plastic accounted for the third-highest percentage of garbage generation—18.86%—followed by plastic bottles—11.45%—of the total waste produced in a day. The second stage involves doing a strategy analysis and concluding with a socialization program for creating ecobricks, which serves as the foundation for change action. One of the best and most environmentally beneficial waste processing techniques is the incorporation of plastic waste management into ecobricks, particularly when combined with a PAR strategy that actively incorporates all campus stakeholders.

Keywords: Ecobricks, Participatory Action Research, Plastic Waste.

Abstrak

Pengelolaan sampah di Kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi menjadi permasalahan yang sangat diperhatikan, dan sejumlah besar sampah, khususnya sampah plastik, terus bermuara di TPA. Tujuan dari proyek ini adalah untuk mengetahui jumlah sampah plastik yang dihasilkan dan potensi ecobrick untuk membantu mengurangi sampah plastik dengan menggunakan teknik Participatory Action Research (PAR). Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kerjasama para pemangku kepentingan yang terlibat dengan menggunakan pemberdayaan, peningkatan kapasitas, keterlibatan aktif, dan pengalaman bersama untuk memprovokasi civitas akademika dalam pengelolaan sampah kampus. Pendekatan yang digunakan yaitu metode PAR dimana berfokus pada dua konsep yaitu tindakan dan partisipasi. Berdasarkan hasil pemetaan awal diperoleh data plastik merupakan timbulan sampah terbanyak ketiga dengan persentase 18,86% dan diikuti oleh botol plastik 11,45% dari total sampah dalam seharinya. Pada tahap kedua dilakukan analisis strategi dan ditutup dengan program sosialisasi pembuatan ecobrick yang merupakan dasar dari aksi perubahan. Penerapan pengelolaan sampah plastik menjadi ecobricks merupakan salah satu metode pengolahan sampah yang paling cocok dan ramah lingkungan, terlebih lagi jika dipadukan dengan pendekatan PAR yang melibatkan secara aktif seluruh pemangku kepentingan di kampus.

Kata kunci: Ecobrick, Participatory Action Research, Sampah plastik.

PENDAHULUAN

Di seluruh dunia, timbulan sampah meningkat sejalan dengan

pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan pembangunan, dan akan terus meningkat dengan sangat cepat bila

tidak dilakukan pengelolaan yang berkelanjutan (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Sampah plastik yang salah kelola telah menimbulkan kekhawatiran karena ancaman yang signifikan terhadap lingkungan dan ekosistemnya. Polusi plastik dapat secara serius mempengaruhi ekosistem darat, ekosistem air dan laut, dan kesehatan manusia (Lestari & Trihadiningrum, 2019; Roman et al., 2021). Berdasarkan data statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, sampah plastik merupakan jenis sampah terbanyak kedua di Indonesia pada tahun 2022, yaitu sebesar 17,96% dari total sampah. timbulan sampah plastik rata-rata harian sebesar 0,07 kg/kapita (8% dari total laju timbulan sampah, yaitu 0,87 kg/kapita/hari) (Ismawati et al., 2022). Ini secara kasar memberikan perkiraan setidaknya 7 juta ton produksi sampah plastik per tahun, di mana sekitar 4,9 juta ton sampah dilaporkan salah kelola dan bocor ke lingkungan (World Bank, 2021).

Botol PET dan bahan anorganik lainnya di lingkungan hanya akan mengalami pelapukan menjadi fragmen-fragmen kecil namun tidak mengalami penguraian yang sempurna sehingga tetap akan menjadi polutan. Sampah anorganik yang dibuang di TPA, tempat pembuangan ilegal, atau laut kehilangan nilainya sebagai sumber daya potensial, dapat mencemari lingkungan, dan menurunkan kualitas hidup manusia (Khan et al., 2019; Lestari & Trihadiningrum, 2019). Salah satu cara untuk mengurangi masalah ini adalah mengumpulkan plastik dan bahan anorganik lainnya dari aliran limbah untuk didaur ulang, produksi energi, atau pengembangan bahan baru (Gaggino & Arguello, 2010).

Salah satu cara sederhana untuk mencegah sampah plastik adalah dengan mengubah sampah plastik menjadi ecobricks. Praktik ini dimulai di Guatemala dan kini menyebar ke berbagai negara lain, seperti Afrika Selatan, yang mendaur ulang plastik sebagai bahan konstruksi (Universidad Adolfo Ibáñez et al., 2017) Meski metode pembuatan ecobrick sederhana dan terjangkau, metode ini diharapkan efisien dalam menurunkan jumlah sampah plastik yang mencemari lingkungan, terutama di lokasi yang tidak memiliki sektor daur ulang limbah yang kuat. Ecobricks adalah botol plastik yang dikemas rapat dengan plastik daur ulang untuk membuat blok konstruksi yang dapat digunakan kembali (Taaffe et al., 2014). Ecobricks dapat digunakan antara lain untuk membangun furnitur modular, area taman, dan dinding. Eco-bricks mengatasi dua masalah yang saling terkait yaitu daur ulang limbah anorganik dan konstruksi bangunan berkelanjutan berbiaya rendah.

Pendekatan Participatory Action Research (PAR) adalah salah satu metode yang menekankan pembelajaran melalui pemecahan masalah dan pemenuhan kebutuhan aktual masyarakat, serta penciptaan pengetahuan dan proses pembangunan sosial-keagamaan (Afandi, 2014). Dengan demikian, strategi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran kritis kolektif terhadap kendala ideologi globalisasi neoliberal serta belenggu paradigma agama normatif yang menghambat proses transisi sosial-keagamaan. Pemberdayaan merupakan strategi (pendekatan) yang digunakan dalam penelitian PAR ini, dan pemberdayaan merupakan upaya untuk membebaskan masyarakat dari ketergantungan eksternal. Jika sebuah komunitas mencapai swasembada,

transformasi sosial pasti terjadi (Paredes-Chi & Castillo-Burguete, 2018; Somnuke et al., 2023). Secara keseluruhan, pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kerjasama para pemangku kepentingan yang terlibat dengan menggunakan pemberdayaan, peningkatan kapasitas, keterlibatan aktif, dan pengalaman bersama untuk memprovokasi civitas akademika dalam meningkatkan kualitas hidup lingkungan kampus.

Program pengabdian ini mendemonstrasikan pengaplikasian teknik pengelolaan sampah plastik yang ramah lingkungan dengan membuat eco-bricks di kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi menggunakan strategi PAR dengan memanfaatkan sinergi antara mahasiswa dan pemangku kepentingan kampus. Terdapat beberapa tahap pelaksanaan pengabdian yang telah dilakukan sehingga tercapai program berkelanjutan, saling keterlibatan dan pemberdayaan masyarakat yaitu, pertama dilakukan sampling timbulan sampah di lingkungan kampus. Tahap kedua dilanjutkan dengan sosialisasi dan edukasi terkait pentingnya pemilahan sampah berdasarkan jenisnya. Tahap terakhir yaitu penyamaan persepsi dengan tim pengelolaan limbah kampus dan mahasiswa dilanjutkan dengan pembuatan ecobrick.

METODE

Pendekatan yang digunakan yaitu metode PAR dimana berfokus pada dua konsep yaitu tindakan dan partisipasi (Shamrova & Cummings, 2017). Berdasarkan konsep tersebut maka dirumuskan beberapa tahap pelaksanaan pengabdian yaitu:

1. Pemetaan awal; pengambilan sampel timbulan dan komposisi sampah di kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin

Jambi yang dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut sesuai dengan SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan, fasilitas sekolah, dan perumahan, sedangkan jumlah sampel yang diambil adalah 10 % dari jumlah total fasilitas yang ada.

2. Menganalisis masalah dan Menyusun strategi; berdasarkan hasil sampling dilakukan pemetaan masalah dan merumuskan strategi pelaksanaan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dipetakan.
3. Melakukan aksi perubahan; sosialisasi dan edukasi terkait penyelesaian masalah dan membangun kesadaran tentang pentingnya mengelola sampah plastik menjadi ecobrick.

Bahan utama ecobrick adalah sampah plastik yang didapatkan melalui kerjasama dengan stakeholder kampus untuk mengumpulkan dan memilah sampah plastik yang ada, kemudian akan dilakukan workshop pembuatan ecobrick dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Plastik yang digunakan dalam kondisi bersih dan kering, agar menghindari tumbuhnya mikroorganisme dan membentuk metana dalam botol.
2. Ukuran botol ecobrick adalah 1,5 liter atau botol 500 ml.
3. Berat ecobrick minimum = Volume botol x 0,33
4. Kepadatan minimum sangat penting dipenuhi untuk

memastikan kualitas ecobrick karena akan menghasilkan konstruksi yang baik saat diaplikasikan.

Langkah-langkah pembuatan ecobrick yaitu mengumpulkan dan mencuci semua sampah plastik yang diperoleh dari hasil pengambilan sampel dari kantin kampus. Kemudian plastik dikeringkan. Setelah kering, plastik dipotong-potong dengan ukuran maksimal 5 cm dan dimasukkan ke dalam botol lalu ditekan-tekan menggunakan tongkat hingga rata dan memenuhi botol kemudian ecobrick ditimbang untuk diketahui massa dan densitasnya (Universidad Adolfo Ibáñez et al., 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sampling Timbulan Sampah

Tahap pertama dalam menentukan metode pengelolaan sampah yang paling tepat adalah pengambilan sampel harian sampah yang dihasilkan kampus. Pengambilan sampel timbulan sampah bertujuan untuk menilai kecenderungan perubahan kualitas dan jumlah sampah rumah tangga yang dihasilkan sehingga data yang terkumpul dapat dijadikan acuan dalam menentukan model program pengelolaan sampah yang paling tepat untuk diterapkan di kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi. Dengan keterlibatan aktif civitas akademika, kegiatan ini juga dapat dijadikan sebagai dasar bagi pemangku kepentingan untuk mengembangkan program lingkungan, khususnya untuk mengurangi sampah dan mengolah kembali sampah menjadi barang yang bernilai.

Timbulan sampah dikumpulkan selama delapan hari berturut-turut, data yang dihasilkan diolah dan dianalisis

berdasarkan jenis dan jumlah sampah. Timbulan sampah dan komposisi sampah yang dianalisis dikumpulkan dari berbagai sumber penghasil sampah, antara lain gedung perkantoran, perpustakaan, pusat kegiatan mahasiswa, masjid, kantin, ruang kuliah, asrama, dan taman. Pelaksanaan Sampling Timbulan Sampah di kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi menggunakan metode *Weight-Volume Analysis* (Przewoźna et al., 2020) yaitu pengukuran langsung pada kendaraan pengangkut, berdasarkan berat. Produksi sampah adalah jumlah atau berat sampah yang dihasilkan pada suatu area tertentu per satuan waktu oleh jenis sumber sampah tertentu (Kolekar et al., 2016).



Gambar 1. Pengambilan sampel timbulan sampah

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan kesimpulan bahwa sampah taman, kertas, plastik, dan botol plastik merupakan jenis sampah yang paling banyak dihasilkan di kampus menurut hasil pengambilan sampel sampah. Estimasi jumlah timbulan sampah kampus yaitu sebesar 0,012 kg/perorang/hari, jumlah ini sesuai dengan rentang jumlah maksimal timbulan sampah yang bersumber dari sekolah yaitu antara 0,010-0,020 kg/perorang/hari. Sampling timbulan sampah bertujuan untuk mengidentifikasi kualitas dan kuantitas sampah, menganalisis trend perubahan, dan sebagai dasar perumusan kebijakan.

Dengan adanya pengambilan data timbulan dan komposisi sampah di kawasan kampus UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi data yang didapatkan dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem pengelolaan sampah dengan teknik 3R (Reuse, Reduce, Recycle).

Tabel 1 Sampah kampus berdasarkan jenisnya

Jenis Sampah	Jumlah (Kg/hari)	Persentase
Sampah taman	56,25	48,03%
Kertas	23,46	20,03%
Plastik	22,09	18,86%
Botol Plastik	13,42	11,45%
Styrofoam	1,48	1,26%
Kaca	0,33	0,28%
Logam	0,11	0,09%

B. Pendampingan Pembuatan Ecobrick

Metode PAR mengedepankan pemecahan masalah praktis dalam kehidupan nyata dengan dasar empat prinsip utama: kolaborasi melalui partisipasi; pemberdayaan peserta; mengumpulkan pengetahuan; dan inisiasi perubahan sosial (Johnson et al., 2017; Somnue et al., 2023). Sejalan dengan metode ini program yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu melibatkan civitas akademika kampus dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan terutama pengelolaan sampah plastik di kampus. Dengan adanya partisipasi aktif mahasiswa, petugas kebersihan dan pemangku kepentingan maka akan terbentuk inisiasi sosial sehingga dapat memperbaiki kualitas lingkungan kampus kedepannya. Metode PAR memastikan bahwa penelitian akan bermanfaat bagi masyarakat dan berkontribusi pada kesejahteraan para peserta, daripada mengganggu mereka

hanya sebagai objek penelitian (Johnson et al., 2017).

Edukasi yang dilakukan dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama terdiri dari mahasiswa volunteer yang aktif dalam kegiatan *green campus*, dan kelompok kedua merupakan petugas kebersihan kampus. Partisipan akan diajak berdiskusi terkait dampak sampah yang tidak dikelola dengan baik dan diminta aktif untuk merumuskan masalah yang telah ditemukan dilapangan, kemudian merumuskan beberapa solusi yang dapat dilakukan dan terakhir praktek membuat ecobrick sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah plastik di lingkungan kampus.

Bahan dasar pembuatan ecobrick adalah botol plastic dan sampah plastik kemasan, sampah plastik yang sudah digabungkan dengan sampah organik masih bisa dibuat menjadi ecobrick, namun harus dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu. Hal ini berguna agar mencegah perkembangan jamur dan dekomposisi bahan organik di ecobrick. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa sampah selain plastik tidak boleh ditempatkan di wadah ecobrick, termasuk kertas, kaca, logam, dan benda tajam (Suminto, 2017).



Gambar 2. Diskusi metode pembuatan ecobrick

Sebelum memulai pembuatan ecobrick partisipan memotong sampah

plastik menjadi ukuran kecil agar mudah dimasukkan ke dalam botol plastik. Sampah plastik harus dipadatkan ke bagian bawah dan dinding botol plastik dengan tekanan yang memadai. Untuk memadatkan sampah plastik di ecobrick, gunakan tongkat kayu atau bambu yang lebih panjang dari tinggi botol dan mudah digenggam dan ditekan. Ecobrick yang memiliki kepadatan tinggi dapatampung sampah lebih banyak. Selain itu, kerapatan ecobricks yang besar membuat mereka lebih tahan terhadap tekanan, memastikan bahwa mereka tidak mudah pecah (Taaffe et al., 2014).



Gambar 3. Pendampingan pembuatan ecobrick dengan petugas kebersihan kampus

Ecobrick padat dapat memiliki berat hingga 200 ons per botol dan memiliki kapasitas 600 ml (Asih & Fitriani, 2018). Karena banyaknya sampah plastik yang dapat ditampung oleh sebuah ecobrick, teknologi sederhana ini diharapkan dapat meminimalkan sampah plastik yang dikirim ke tempat pembuangan sampah dan mencegah sampah plastik merusak air (sungai, lautan) dan tanah. Ecobrick yang padat dengan sampah plastik dapat ditumpuk dan disemen bersama untuk membuat furnitur (meja atau kursi), dinding rumah, dan pagar taman, dan lain sebagainya (Suminto, 2017). Massa, dan densitas ecobrick tercantum pada Tabel 2.

Table 2. Massa dan kepadatan ecobrick dengan kapasitas botol 600 ml

No	Massa Ecobrick (gram)	Densitas Ecobrick (gram/ml)
1	262,82	0,438
2	259,69	0,433
3	276,34	0,461
4	268,50	0,447
5	256,73	0,428
6	258,67	0,431
7	280,72	0,468
8	250,69	0,417
9	251,23	0,418
Σ	2365,39	3,942

Terdapat korelasi yang kuat antara pengetahuan, sikap, dan perilaku pengelolaan sampah civitas akademika, yang menunjukkan bahwa pendidikan merupakan komponen penting dalam pelaksanaan program pengelolaan sampah yang sukses. Lebih tepatnya, pendidikan lingkungan yang efektif meningkatkan kesadaran akademisi terhadap masalah penumpukan sampah, menumbuhkan sikap positif, dan memotivasi mereka untuk melakukan tindakan kolaboratif untuk mengatasi masalah tersebut (Freudenthal et al., 2006; Shamrova & Cummings, 2017). Sebagai pusat pembelajaran, tujuan, sasaran, dan upaya pendidikan kampus dapat mempromosikan integrasi kesadaran lingkungan, keterampilan, dan nilai-nilai, yang pasti akan mengubah cara berpikir dan bertindak pekerja dan siswa untuk tidak membuang sampah sembarangan di kampus dan di rumah. Hal ini erat kaitannya dengan tujuan inti dari PAR yaitu untuk meningkatkan keadaan dan kesejahteraan peserta melalui proses pengabdian (Afandi, 2014). Oleh karena itu PAR adalah proses pembelajaran yang berusaha untuk memperhitungkan tidak hanya tindakan orang tetapi juga interaksi orang di antara mereka sendiri dan dengan dunia sekitar mereka.

SIMPULAN

Pemberdayaan merupakan kunci utama dalam metode PAR, partisipasi aktif peserta yang terlibat langsung dengan permasalahan yang dihadapi akan menghasilkan kesadaran penuh dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Penerapan pengelolaan sampah plastik menjadi ecobricks merupakan salah satu metode pengolahan sampah yang paling cocok, ramah lingkungan dan berkelanjutan, terlebih lagi jika dipadukan dengan pendekatan PAR yang melibatkan secara aktif seluruh pemangku kepentingan di kampus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi yang telah memberikan dana bantuan penelitian berbasis pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. (2014). *Modul Participatory Action Research (PAR)*. LPPM UIN Sunan Ampel.
- Asih, H. M., & Fitriani, S. (2018). Penyusunan standard operating procedure (SOP) produksi inovasi ecobrick. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(2), 144. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i2.6832>
- Freudenthal, S., Ahlberg, B. M., Mtweve, S., Nyindo, P., Poggensee, G., & Krantz, I. (2006). School-based prevention of schistosomiasis: initiating a participatory action research project in northern Tanzania. *Acta Tropica*, 100(1–2), 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2006.09.013>
- Gaggino, R., & Arguello, R. (2010). Procedure for Making a Cement

Mixture with Recycled Plastics Applicable to the Manufacture of Building Elements. *Recent Patents on Materials Science*, 3(2), 167–177. <https://doi.org/10.2174/1874464811003020167>

- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management*. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/1a464650-9d7a-58bb-b0ea-33ac4cd1f73c>
- Ismawati, Y., Septiono, M. A., & Proboretno, N. (2022). *Country Situation Report: Plastic Waste Management and Burden in Indonesia*. International Pollutants Elimination Network (IPEN).
- Johnson, K. C., Drew, C., Lin, J., Dobbins, S., Ozer, E., & Auerswald, C. (2017). “I Learned That We Matter” - Reflections on Strategies to Engage Formerly Homeless Young Adults in Youth Participatory Action Research. *Journal of Adolescent Health*, 60(2), S29–S30. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2016.10.075>
- Khan, F., Ahmed, W., & Najmi, A. (2019). Understanding consumers' behavior intentions towards dealing with the plastic waste: Perspective of a developing country. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.020>
- Kolekar, K. A., Hazra, T., & Chakrabarty, S. N. (2016). A review on prediction of

- municipal solid waste generation models. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.087>
- Lestari, P., & Trihadiningrum, Y. (2019). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110505. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Paredes-Chi, A. A., & Castillo-Burguete, M. T. (2018). Is Participatory Action Research an innovative pedagogical alternative for training teachers as researchers? The training plan and evaluation for normal schools. *Evaluation and Program Planning*, 68, 176–184. <https://doi.org/10.1016/j.evalproplan.2018.03.007>
- Przewoźna, P., Jankowski, P., Stach, A., Department of Geoinformation, Institute of Geocology and Geoinformation, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland, & Department of Geography, San Diego State University, United States. (2020). Solid waste management in urban space: the volume-weight relationship. *AIMS Environmental Science*, 7(6), 575–588. <https://doi.org/10.3934/environsci.2020036>
- Roman, L., Schuyler, Q., Wilcox, C., & Hardesty, B. D. (2021). Plastic pollution is killing marine megafauna, but how do we prioritize policies to reduce mortality? *Conservation Letters*, 14(2). <https://doi.org/10.1111/conl.12781>
- Shamrova, D. P., & Cummings, C. E. (2017). Participatory action research (PAR) with children and youth: An integrative review of methodology and PAR outcomes for participants, organizations, and communities. *Children and Youth Services Review*, 81, 400–412. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2017.08.022>
- Somnuke, P., Punpocha, P., Punikhom, P., Panitrat, R., Nivatpumin, P., Thanakiattiwibun, C., Ramlee, R., Thongkaew, N., & Siriussawakul, A. (2023). Model for enhancing the research conducted by the university medical staff: Participatory action research. *Heliyon*, 9(2), e13208. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13208>
- Suminto, S. (2017). Ecobrick: solusi cerdas dan kreatif untuk mengatasi sampah plastik. *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.24821/productum.v3i1.1735>
- Taaffe, J., O'Sullivan, S., Rahman, M. E., & Pakrashi, V. (2014). Experimental characterisation of Polyethylene Terephthalate (PET) bottle Eco-bricks. *Materials & Design*, 60, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.045>
- Universidad Adolfo Ibáñez, Antico, F. C., Wiener, M. J., Araya-Letelier, G., & Gonzalez Retamal, R. (2017). Eco-bricks: a sustainable substitute for construction materials. *Recherches En Didactique Des*

Langues et Des Cultures, 16(3),
518–526.

<https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.518>

World Bank. (2021). *Plasticwaste discharges from rivers and coastland in Indonesia, in: Marine PlasticSeries, East Asia and Pacific Region*. World Bank.