



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 3 Nomor 3 Tahun 2023 Page 2866-2877

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Manajemen Pengolahan Sampah Plastik Multilayer Menjadi Kemasan Plastik Multilayer

Albert Yansen<sup>1✉</sup>, Thom Deutmar Londo Doaly<sup>2</sup>, Dwi Indah Oktaviani<sup>3</sup>

STIE Bhakti Pembangunan<sup>1</sup>, Universitas Pamulang<sup>2</sup>, Universitas Riau<sup>3</sup>

Email : [albert.yansen@gmail.com](mailto:albert.yansen@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Manajemen pengelolaan sampah plastik merupakan masalah yang menantang bagi para peneliti, pembuat kebijakan, warga negara, dan pemangku kepentingan lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya kekhawatiran terkini tentang polusi plastik (mikroplastik atau nanoplastik) pada ekosistem alam. Tujuan studi ini adalah untuk memberikan gambaran kelayakan tentang manajemen pengelolaan sampah plastic multi lapis menjadi kemasan plastic multi lapis (sarana daur ulang dalam menemukan, mengolah dan menjual hasil produksi) sesuai dengan aspek yang dianalisis (aspek teknis, aspek social lingkungan, dan aspek ekonomi). Metode yang digunakan untuk pemilahan cacahan plastik multi lapis adalah Snowball sampling dengan menggunakan kuesioner. Hasil studi ini menunjukkan bahwa opsi 4 merupakan solusi terbaik untuk mengolah kemasan plastic multi lapis dimana memerlukan kapasitas mesin produksi sebesar 32 ton/hari, dengan nilai investasi Rp.363 Miliar, periode balik modal: 8 tahun, nilai IRR: 25%, serta membutuhkan total bahan baku sampah plastic multi lapis untuk di olah sebanyak 33 ton/hari. Untuk itu semua pihak yang berkepentingan dalam hal bisnis ini seperti pengepul, aggregator, serta pabrik pengolah resin harus memiliki kemampuan, pengetahuan dan kualitas yang baik terhadap standar sirkular ekonomi kemasan daur ulang plastic multi lapis sesuai peraturan yang berlaku.

Kata Kunci: *Daur Ulang Plastik, Plastik Multi lapis, Kemasan Plastik, Sirkular Ekonomi*

## Abstract

The management of plastic waste management is a challenging issue for researchers, policy makers, citizens and other stakeholders. This is due to the current concern about plastic (microplastic or nanoplastic) pollution in natural ecosystems. The purpose of this study is to provide an overview of the feasibility of managing multi-layer plastic waste into multi-layer plastic packaging (recycling facilities in finding, processing and selling products) according to the aspects being analyzed (technical aspects, social environmental aspects, and economic aspects). The method used for sorting multi-layer plastic pieces is Snowball sampling using a questionnaire. The results of this study indicate that option 4 is the best solution for processing multi-layer plastic packaging which requires a production machine capacity of 32 tons/day, with an investment value of IDR 363 billion, payback period: 8 years, IRR value: 25%, and requires the total raw material for multi-layer plastic waste to be processed is 33 tons/day. For this reason, all parties interested in this business, such as collectors, aggregators, and resin processing factories, must have the ability, knowledge and good quality against the standard circular economy of multi-layer plastic recycling packaging in accordance with applicable regulations.

Key Words: *Plastic Recycling, Multi-layer Plastic, Plastic Packaging, Circular Economy*

## PENDAHULUAN

Plastik adalah bahan yang sangat baik dengan sifat yang luar biasa, namun jika dirawat secara sembarangan dapat menyebabkan kepedulian global yang luar biasa terhadap manusia dan lingkungan. Misalnya, di bawah paparan radiasi matahari, bahan plastik melepaskan berbagai bahan kimia selama degradasi, seperti gas rumah kaca, metana (CH<sub>4</sub>) dan etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) (Sarah-Jeanne Royer, 2018). Karena perkiraan peningkatan populasi (ONU, 2019), penggunaan plastik diperkirakan akan meningkat, begitu juga dengan jumlah sampah plastic (Lebreton & Andrady, 2019). Meningkatnya jumlah sampah plastik menyebabkan kekhawatiran pembangunan global yang tidak berkelanjutan, misalnya di daerah pesisir, di mana dalam skenario terburuk, sampah plastik dapat masuk ke lautan (Compa et al., 2019). Oleh karena itu, kemasan plastik dianggap oleh masyarakat sebagai salah satu masalah lingkungan terbesar (Dilkes-Hoffman et al., 2019), dan dengan demikian menyebabkan penerapan undang-undang lingkungan yang lebih ketat untuk mengurangi kemasan plastik dan meningkatkan tingkat daur ulang (Pauer et al., 2020). Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2021 (KLHK, n.d.), jumlah timbulan sampah plastik (dari 171 kabupaten/kota di Indonesia) mencapai lebih dari 31 juta ton/tahun, 84.987 ton/hari dimana timbulan sampah plastik mencapai 18,1% (posisi kedua terbesar setelah sampah sisa makanan). Propinsi yang memiliki timbulan sampah terbesar adalah Jawa Tengah, Jawa Barat dan Jawa Timur. Total penanganan sampah kurang dari 50%, dan sampah yang terkelola kurang dari 75%. Sebagian besar sampah plastik di

Indonesia dikelola secara tidak memadai melalui pembakaran terbuka (48%), membuang di tanah atau tempat pembuangan ( 13% ) (Report, 2020).

Sedangkan fasilitas pengelolaan sampah terdiri dari bank sampah (waste bank), tempat komposting, TPS (Tempat Penampungan Sementara), TPS 3R (Tempat Penampungan Sementara Reduce, Reuse, Recycle), TPST (tempat Pengolahan Sampah terpadu), Rumah Kompos, POO (Pusat Olah Organik), TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), PDU (Pusat Daur Ulang), dan ITF (Intermediate Treatment Facility), Sampah plastic ini kebanyakan sumbernya dari rumah tangga (39,2%). Sebagian besar timbulan sampah di Indonesia berada di pulau Jawa. Bahkan Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik terbanyak kedua di dunia setelah China (Wilcox et al., 2016).

Pencemaran limbah plastik telah menjadi ancaman yang signifikan bagi ekosistem laut karena plastik tidak mudah terdegradasi dan bertahan lebih dari seratus tahun. Polusi plastik termasuk partikel berukuran mikro dan nano biodegradable yang diproduksi dalam waktu singkat. Akibatnya, pencemaran ini secara langsung dapat mempengaruhi kesehatan makhluk hidup melalui rantai makanan, menyebabkan deformasi, kecacatan, mati lemas dan kematian. Selain itu, plastik dapat melepaskan bahan kimia beracun ke lingkungan yang mempengaruhi kehidupan laut (Sakti et al., 2021).

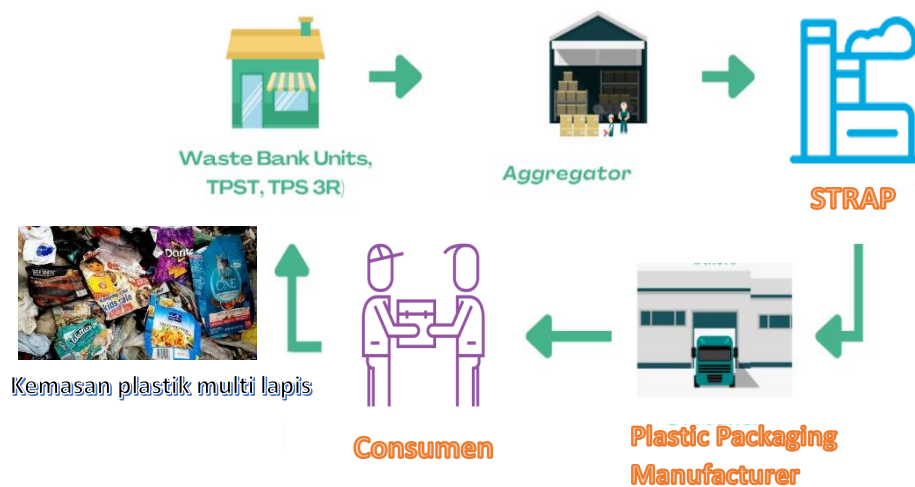
Dari berbagai jenis sampah plastik, sampah yang minim pengolahan adalah sampah multi lapis (multilayer). Ini karena plastik multi lapis memiliki lapisan penyusun yang berbeda seperti silikon, besi, tembaga, mangan, seng, dan aluminium (Riyandini et al., 2021). Saat ini plastik multi lapis masih digunakan oleh produsen sebagai kemasan produk. Hal ini karena plastik multi lapis memiliki kelebihan, dimana lapisan aluminium foil memiliki kekuatan yang memuaskan, daya tahan, mampu menahan oksigen mempertahankan aroma, rasa dan warna dari sinar matahari sedangkan lapisan plastik memiliki sifat tahan kimia dan kelembaban (Selpiana, 2012). Tentu saja pengolahan sampah plastic ini harus berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pengolahan sampah di Indonesia berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia (UU RI) nomor 18 tahun 2008 tentang pengolahan sampah, Peraturan Pemerintah (PP) nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan nomor 6 tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 75 tahun 2019 tentang Peta Jalan Pengurangan Sampah oleh Produsen. Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi sampah plastiknya hingga 70% pada tahun 2025 (European Commission, 2016). Sejalan dengan itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI telah menjabarkan

strategi pengelolaan sampah laut berjenjang dan terpadu pengelolaan sampah di wilayah darat, perairan, dan pesisir yang didukung oleh riset dan inovasi serta teknologi berbasis lokasi (KemenLHK, 2019).

## METODE PENELITIAN

Pemrosesan sampah plastik multi lapis dimulai dengan langkah pengumpulan dan penyortiran, di mana bahan diidentifikasi dengan benar. Setelah klasifikasi menyeluruh, material diproses dengan teknologi penghancuran dan pencetakan injeksi melalui proses STRAP. Proses STRAP ini dilakukan oleh PT.XYZ yang berada di propinsi Jawa Timur (Indonesia). PT.XYZ merupakan salah satu produsen utama terbesar dari produsen film kemasan fleksibel yang memproduksi BOPP (*biaxially-oriented polypropylene*) & PET Film Products, yang mana memiliki jaringan penjualan dan distribusi di seluruh dunia, dari Indonesia ke negara-negara Asia dan Timur Tengah. Setelah menghasilkan resin multilayer maka selanjutnya resin tersebut diolah kembali oleh perusahaan lainnya menjadi kemasan plastic siap pakai.



Gambar 1. Siklus Ekonomi Sirkular

Pengolahan Sampah Plastik Multi lapis menjadi kemasan plastic multilapis Gambar 1. menunjukkan bahwa untuk pengumpulan sampah kantong plastik, PT.XYZ mengandalkan ribuan pemulung dan komunitas yang bekerja sama dengan bank sampah, pemerintah, dan pengecer lokal. Sistem pengumpulan sampah kantong ini bertujuan agar volume sampah plastic yang besar (beberapa ribu ton) yang dibutuhkan juga tersedia. Sampah plastic multi lapis dikumpulkan dari beberapa kota di Jawa Timut dengan menggunakan metode Snowball sampling (kualitatif) (Simply Psychology, 2023), dimana menurut SIPSN total

jumlah sampah plastic periode 2021 sebanyak 14,91% dari timbulan sampah (4.849 ton/hari). Sampah saset ini mengandung *Polyethylene* (PE) sebesar 60% dan biasanya berasal dari rumah tangga dikumpulkan masyarakat dan disetorkan ke Bank Sampah Unit (*BSU*). Untuk sampah yang dihasilkan di warung disediakan dropbox khusus yang diambil secara rutin oleh BSU terdekat. Wadah minuman instan dan sachet kopi menjadi dua item dominan di dropbox. Sampah yang terkumpul kemudian dikirim ke bank sampah sektoral atau lapak yang berfungsi sebagai Bank Sampah Sektoral (*BSS*). Di beberapa kota, antara lain Kota Surabaya, Kabupaten Jombang, Kabupaten Malang, dan sebagian Kabupaten Mojokerto, Bank Sampah Induk (BSI) juga melakukan pengumpulan sampah. Dari BSS, lapak, atau BSI, sampah yang terkumpul dikirim ke pihak ketiga (*aggregator*) yang ditunjuk oleh PT.XYZ untuk dibeli. Di beberapa kota, peran ini diambil dengan mendukung lembaga swadaya masyarakat (*LSM*). Untuk komunikasi dengan pihak pengepul dan aggregator menggunakan metode pengumpulan data melalui kuesioner.

Kemudian PT.XYZ di East Java memproses cacahan sampah plastic multi lapis menggunakan teknologi Solven. Mesin-mesin di dalam pabrik pertama-tama memisahkan lapisan-lapisan dari kemasan sachet yang masuk dan mem-pelet-nya. Pelet film polietilen adalah bahan baku untuk kemasan sachet yang baru. Residu dari pengolahan di PT.XYZ dikirim perusahaan semen untuk dibakar di kiln. Fasilitas PT.XYZ memproduksi 1,8ton pelet plastic multi lapis per hari agar tetap beroperasi dan memiliki rencana untuk memperluas kapasitas menjadi maksimum, serta investasinya lebih dari Rp.150 miliar. Penelitian ini dilakukan dari Agustus 2021 sampai dengan Januari 2022. Proses Daur Ulang ini disebut Daur Ulang Fisik, karena struktur kimia rantai polimernya tetap tidak berubah, sehingga dapat digunakan kembali. Proses kimia selalu menghasilkan zat baru [30]. Proses film multi lapis yang diolah menjadi kemasan plastik multi lapis daur ulang dilakukan oleh perusahaan yang bergerak dalam bidang percetakan atau produksi kemasan plastic (*flexible packaging*). Kemasan plastic multi lapis daur ulang inilah yang dikonsumsi masyarakat kembali sehari-hari.

Penelitian ini difokuskan pada manajemen kelayakan pengolahan sampah plastic multi lapis menjadi kemasan plastik multi lapis daur ulang yang ditinjau dari aspek teknologi, sosial & lingkungan, dan ekonomis. Pengolahan sampah plastic multi lapis menjadi kemasan plastic multi lapis daur ulang ini merupakan proses yang pertama sekali terjadi di Indonesia maupun di dunia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian (table.1) periode 2021 menunjukkan bahwa dari 38 kab/kota di Jawa Timur terdapat potensi sampah plastic multi lapis sebesar 33,36 ton/hari. Ini berarti bahwa rata-rata penduduk di Jawa Timur menghasilkan sampah plastik multi lapis sebanyak 0,0008 kg/hari. Untuk 10 tahun ke depan diperkirakan total sampah plastic multi lapis di Propinsi Jawa Timur sebesar 36,36 ton/hari.

Tabel 1. Karakteristik sampah plastic multi lapis

Jumlah Kab/Kota	Total populasi (ribuan)	Total Sampah Plastik (ton/hari)	Total Sampah Plastik Multi lapis (ton/hari)
38	40.878	722,99	33,36

Untuk kapasitas pengolah sampah plastic multi lapis (tabel.2) di Jawa Timur terbesar diolah melalui TPS-3R (17,14 ton/hari) dan terkecil adalah berada di ITF (0,04 ton/hari)

Tabel 2. Fasilitas pengolah sampah plastic multi lapis

TPST (ton/hari)	TPS-3R (ton/hari)	Bank Sampah Utama (ton/hari)	Bank Sampah Unit (ton/hari)	ITF (ton/hari)
6,17	17,14	0,13	7,73	0,04

Kualitas cacahan sampah plastic multi lapis yang akan di olah (tabel 3) masih di bawah standar yang ditentukan.

Tabel 3. Kualitas Cacahan plastik Multi lapis

- Cacahan bersih
- Kadar PE 47,6% (min standar 60%)
- Ukuran cacahan kecil (ukuran standar 2x2 cm)
- Kadar air 56% (maksimum 5%)

Hasil penelitian (tabel.4) menunjukkan bahwa proses pengolahan sampah multi lapis menjadi kemasan plastik multi lapis sudah memenuhi peraturan pemerintah yang berlaku yakni harus memiliki dokumen ANDAL (Analisis Dampak Lingkungan Hidup) serta ijin UKL-UPL (Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup)

Tabel 4. Aspek Sosial & Lingkungan

- 
- Proses pengolahan sesuai dokumen ANDAL dan UKL-UPL
  - Karyawan mayoritas berasal dari daerah Jawa Timur dan sekitarnya
  - Tidak ada demonstrasi baik dari karyawan maupun lingkungan
  - Mereduksi CO<sub>2</sub> sebanyak 4.2 kg Co<sub>2</sub> Eq
  - Meningkatkan ekonomi penduduk setempat
  - Mengurangi sampah plastic multi lapis dan meningkatkan proses sirkula
  - Menciptakan lapangan kerja (sebagai aggregator, pengepul & transport)
- 

Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini (tabel 5) adalah pertama di Indonesia, bahkan di dunia (berasal dari Jerman), dimana percobaan dari tahun 2018 sampai saat ini selalu diadakan hati-hati dan dengan tahap-tahap keselamatan kerja yang diutamakan.

Tabel 5. Aspek Teknologi

- 
- Teknologi yang digunakan (dari Jerman) sangat tepat
  - Kapasitas mesin pengolah sampah rata-rata: 0.7 ton/hari
  - Kapasitas mesin dapat dilakukan untuk 1,4 ton/hari tanpa ada m
  - Kapasitas mesin dapat ditingkatkan lagi sesuai dengan perminta
  - Memperhatikan faktor keselamatan kerja yang tinggi
- 

Hasil penelitian ditinjau dari sisi ekonomis (tabel 6) lebih menekankan untuk menggunakan opsi 4 dengan nilai investasi Rp.363 Miliar, IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 25% serta periode balik modal: 8 tahun.

Tabel 6. Aspek Ekonomis

- 
- Terdiri dari 4 finansial model:
    - a. untuk kap 1,4 ton/hari, nilai yield 54%
    - b. untuk kap 1,4 ton/hari, nilai yield 64%
    - c. untuk kap 3,2 ton/hari, nilai yield 64%
    - d. untuk kap 32 ton/hari, nilai yield 64%
  - Model opsi 4 merupakan pilihan terbaik, dengan nilai investasi Rp.363 Miliar, periode balik modal: 8 tahun, serta IRR: 25%
  - Total sampah plastic multi lapis untuk opsi 4 sebanyak 33 ton/ha
  - Untuk jangka pendek, dapat menggunakan opsi 2 dengan ketent
-

- 
- a. Waktu kerja selama 24 jam secara terus menerus
  - b. Kualitas dan kuantitas cacahan plastic multi lapis harus di kontrol
  - c. Pengurangan konsumsi listrik 20%, konsumsi nitrogen: 50%, serta mengurangi kehilangan solven: 2% ketika proses hidup-mati mesin
  - d. Harus kontrol & meningkatkan system perbaikan berkala mesin
  - e. Setiap tahun mengalami kerugian karena harga jual resin yang rendah
- Untuk jangka panjang, dapat menggunakan opsi 4 dengan ketentuan:
    - a. Waktu kerja selama 24 jam secara terus menerus
    - b. Volume supply cacahan dari aggregator dan pembeli resin daur ulang (*offtaker*) harus optimal.
    - c. Optimalisasi pemanfaatan tenaga kerja dengan system otomatis
    - d. Kuantitas cacahan plastic multi lapis harus di control
    - e. Pengurangan konsumsi listrik 50%, konsumsi nitrogen : 50%, serta mengurangi kehilangan solven: 2% ketika proses hidup-mati mesin
- 

K keberlangsungan proses sirkular ekonomi ditentukan oleh peran aggregator dan pembeli (*offtaker*) resin plastic multi lapis (tabel.7).

Tabel 7. Ketersediaan Agregator dan *Offtaker*

- 
- Ketersediaan cacahan multi lapis dari aggregator: 6 ton/hari
  - Jumlah aggregator: kurang dari 10 perusahaan
  - *Offtaker* utama saat ini: hanya 1 perusahaan
  - Kapasitas resin PE (*rPE*) tergantung pada kebutuhan industri kemasan multi lapis
  - Penggunaan kemasan berbasis PE bersifat sukarela, sehingga di perlukan perbaikan produsen kemasan rPE multi lapis.
  - Kapasitas penyerapan rPE masih mengandalkan induk PT.XYZ
- 

Setelah dikonsumsi, sampah plastic multi lapis seringkali tidak terpilah, sehingga meningkatkan pengotor dan akhirnya gagal memenuhi standar industri serta meningkatkan biaya produksi pengolahan sampah plastik ini menjadi kemasan plastic multi lapis isi ulang.

Pemulung memberikan kontribusi terbesar terhadap kapasitas pengumpulan ini, dengan jumlah yang melebihi aktor lainnya. Mempertimbangkan kondisi aliran plastik yang luas di Indonesia, lebih dari 70% pasokan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi

plastik berasal dari plastik murni (baik domestik maupun impor), sedangkan plastik daur ulang (baik daur ulang sebelum dan sesudah konsumen) berkontribusi sebesar 30%. (1,65 Mt/tahun) dari plastik yang dikonsumsi.

Sedangkan teknologi yang digunakan ini dapat berkembang sebagai opsi yang layak di masa depan untuk plastik atau limbah yang mengandung plastik yang sulit didaur ulang secara material dari perspektif ekonomis dan sistematis, membuka rute dan peluang baru.

## SIMPULAN

Secara global, kemasan plastik multi lapis adalah solusi untuk kebutuhan dan penggunaan kemasan yang beragam serta mengurangi dampak negative sampah plastic terhadap lingkungan hidup. Namun, hal ini juga menjadi masalah bagi industri daur ulang karena sulitnya pemilahan, pemisahan lapisan dan mahalnya biaya perawatan. Oleh karena itu, bahan pengemas ini biasanya dibuang dalam aliran plastik campuran dan selanjutnya dibakar dengan pemulihan energi atau ditimbun. Hal ini dibuktikan dengan penelitian ini, dimana manajemen pengolahan sampah plastic multi lapis membutuhkan input minimal 32 ton/hari agar tidak mengalami kerugian tiap tahunnya. Tentu saja jika ini dilakukan maka harus di lakukan survey ketersediaan bahan material sampah ini di Jawa Timur mencukupi atau tidak. Perusahaan yang menyediakan bahan material sampah ini (cacahan) juga harus memiliki standar, kemampuan dan kualitas yang baik. Harga jual resin pembuat plastic kemasan multi lapis juga harus terkontrol agar lebih tinggi dari biaya produksi. Biaya logistic dan transportasi bisnis ini juga harus diperhatikan. Dengan kata lain, siklus sirkular ekonomi manajemen pengolahan plastik kemasan multi lapis daur ulang harus berlangsung baik dan menguntungkan semua pihak yang terkait dalam bisnis ini.

Laporan Fakta 2020 menyatakan bahwa hanya sebagian kecil dari daur ulang plastik yang sudah dilakukan oleh proses daur ulang kimia, dimana hal ini dilakukan di Jerman (0,2%) dan Italia (0,1%) (Plastic Europe, 2020). Dan untuk saat ini belum ada yang melakukan proses daur ulang fisik. Dari sudut pandang lingkungan dan sosial ekonomi, jawaban terbaik untuk masalah bagaimana mengelola limbah plastik adalah dengan mendaur ulangnya. Industri daur ulang plastik sudah ada, tetapi perlu konsolidasi untuk memperbesar dan meningkatkan efisiensi dan kapasitasnya (d'Ambrières & Woldemar, 2019).

Kapasitas daur ulang pasca-konsumen akan sulit ditingkatkan karena kurangnya permintaan. Menumbuhkan pandangan negatif dan pelarangan produk plastik juga dapat mencegah daur ulang pasca-konsumen. Ketergantungan industri plastik terhadap bahan plastik murni impor dapat dikurangi jika penggunaan produk plastik daur ulang digalakkan secara luas di berbagai sektor (Relawati et al., 2020), seperti otomotif, infrastruktur, properti,

dan sebagainya. Dan juga Pemerintah Indonesia seharusnya lebih tegas lagi untuk mendorong semua perusahaan produsen kemasan plastic agar menggunakan system daur ulang untuk kemasan plastic multi lapis. Memberi insentif pada konten daur ulang dari produk plastic multi lapis ini berpotensi mempertahankan atau meningkatkan tingkat daur ulang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Barra, Ricardo and Leonard, S. A. (2018). Plastics and the circular economy. Scientific and Technical Advisory Panel to the Global Environment Facility. Web Page, June. [https://stapgef.org/sites/default/files/publications/PLASTICS for posting.pdf](https://stapgef.org/sites/default/files/publications/PLASTICS_for_posting.pdf)
- Butler, T. I., & Morris, B. A. (2016). PE-Based Multilayer Film Structures. In *Multilayer Flexible Packaging: Second Edition*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37100-1.00017-X>
- Compa, M., Alomar, C., Wilcox, C., van Sebille, E., Lebreton, L., Hardesty, B. D., & Deudero, S. (2019). Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment*, 678, 188–196. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.355>
- Cooper, T. A. (2013). Developments in plastic materials and recycling systems for packaging food, beverages and other fast-moving consumer goods. In *Trends in Packaging of Food, Beverages and Other Fast-Moving Consumer Goods (FMCG)*. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857098979.58>
- Creasolv. (2018). circular-packaging. Web Page. <https://www.creacycle.de/en/creasolv-plants/circular-packaging-2018.html>
- d'Ambrières, & Woldemar. (2019). Plastics recycling worldwide: current overview and desirable changes. [Http://Journals.Openedition.Org/Factsreports](http://Journals.Openedition.Org/Factsreports), Special Issue 19, 12–21. <http://journals.openedition.org/factsreports/5102>
- Dilkes-Hoffman, L. S., Pratt, S., Laycock, B., Ashworth, P., & Lant, P. A. (2019). Public attitudes towards plastics. *Resources, Conservation and Recycling*, 147(January), 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.005>
- Ellen MacArthur Foundation/World economic forum. (2017). *The New Plastics Economy: Catalysing Action*. World Economic Forum, January.
- European Commision. (2016). An agenda for the future of our oceans. *Jurnal Algoritma*, 1–10.
- Global Alliance for Incinerator Alternatives. (2022). Chemical Recycling of Sachet Waste: A Failed Experiment. In GAIA. <http://www.no-burn.org/>

- Hidayat, Y. A., Kiranamahsa, S., & Zamal, M. A. (2019). A study of plastic waste management effectiveness in Indonesia industries. *AIMS Energy*, 7(3), 350–370. <https://doi.org/10.3934/ENERGY.2019.3.350>
- Kaiser, K., Schmid, M., & Schlummer, M. (2018). Recycling of polymer-based multilayer packaging: A review. *Recycling*, 3(1). <https://doi.org/10.3390/recycling3010001>
- KemenLHK. (2019). Pemerintah Siapkan 5 Strategi Penanganan Sampah Laut. Web Page. <http://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/5215/pemerintah-siapkan-5-strategi-penanganan-sampah-laut>
- KLHK. (n.d.). SIPSN. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893–910. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.005>
- Lebreton, L., & Andrady, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- Mieth, A., & Hoekstra, E. (2016). Identification of Multilayer Film Important. <https://doi.org/10.2788/10593>
- ONU. (2019). World population prospects 2019. In Department of Economic and Social Affairs. *World Population Prospects 2019*. (Issue 141). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
- Pauer, E., Tacker, M., Gabriel, V., & Krauter, V. (2020). Sustainability of flexible multilayer packaging: Environmental impacts and recyclability of packaging for bacon in block. *Cleaner Environmental Systems*, November, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2020.100001>
- Plastic Europe. (2020). *Plastics – the Facts 2020*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>
- Pramiati Purwaningrum. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik. *Upayah Mengurangi Timbulan Sampah Plasti K Di Lingkungan*, 8(2), 141–147.
- PWC. (2018). Closing the loop – the circular economy, what it means and what it can do for you. PriceWaterhouseCoopers Magyarország Kft., 48. [www.pwc.com/hu](http://www.pwc.com/hu)
- Relawati, R., Ariadi, B. Y., Sugiyono, B., & Purwono, A. (2020). The Factors Affecting Green Consumer Behavior : Evidence from Malang , East Java , Indonesia. *TEST Engineering & Management*, 82(January-February 2020), 7560–7570.
- Report, I. (2020). Radically Reducing Plastic Pollution in Indonesia : A Multistakeholder Action Plan National Plastic Action Partnership. World Economic Forum, April.

- Riyandini, V. L., Fitriada, W., & Sawir, H. (2021). Pengaruh Komposisi Plastik Multilayer Dan Plastik Hdpe Terhadap Sifat Fisik Papan Polimer. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(2), 156. <https://doi.org/10.36275/stsp.v21i2.385>
- Sakti, A. D., Rinasti, A. N., Agustina, E., Diastomo, H., Muhammad, F., Anna, Z., & Wikantika, K. (2021). Multi-scenario model of plastic waste accumulation potential in indonesia using integrated remote sensing, statistic and socio-demographic data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/ijgi10070481>
- Sarah-Jeanne Royer. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLOS ONE*, 1–13.
- Selpiana, P. (2012). Pemanfaatan Limbah Plastik Berlapis Aluminium (Multilayer) dengan Metode Solvasi. Seminar Nasional Avoer XI.
- Simply Psychology. (2023). Snowball Sampling Method: Definition, Method & Examples. Simply Psychology. <https://www.simplypsychology.org/snowball-sampling.html>
- Wagner, J. . (2016). Multilayer Flexible Packaging. In web page.
- Wilcox, C., Mallos, N. J., Leonard, G. H., Rodriguez, A., & Hardesty, B. D. (2016). Using expert elicitation to estimate the impacts of plastic pollution on marine wildlife. *Marine Policy*, 65, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.014>