

Inovasi Mesin Pencair Plastik Untuk Produksi Paving Blok Ramah Lingkungan

Alex Surapati^{1*}, Adhadi Kurniawan², Julia Purnama Sari³, Meilani Belladona⁴

^{1,2,3}Universitas Bengkulu, Indonesia

⁴Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH, Indonesia

e-mail: ^{1*}alexsurapati@unib.ac.id, ²adhadi.k@unib.ac.id,
³juliapurnamasari@unib.ac.id, ⁴meilanibelladona@gmail.com

Abstrak

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) merupakan tempat pengolahan yang disiapkan untuk menampung sampah rumah tangga yang tidak dibawa ke TPA sampah. Dalam pengolahan sampah memerlukan teknologi dan pengetahuan dasar bagi para penggiat sampah agar dapat dengan tepat menggunakan teknologi tersebut. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengolah sampah plastik irumah tangga yang ditampung pada TPST. Metode yang dilakukan adalah membuat mesin pengolah sampah plastik dan mensosialisasikan penggunaan mesin kepada masyarakat. Luaran pengabdian ini adalah mesin pencair sampah plastik yang hasilnya dapat dibuat *paving block* yang bermanfaat dan ramah lingkungan. Tahapan pelaksanaan adalah sampah plastik yang telah dicacah dengan mesin pencacah plastik akan dimasukkan ke sebuah *boiler* dipanaskan menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas. Suhu untuk mencairkan plastik ini mencapai diatas 250°C dan dibantu *blower* untuk proses pemanasannya. Setelah plastik tersebut cair lalu ditampung ke cetakan *paving block*. Pencetakan menghasilkan *paving block* yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan bagi masyarakat. Hasil kegiatan berupa alat pencacah dan alat pencair sampah plastik.

Kata Kunci: kompor, boiler, sampah plastik, mesin pencair

Abstract

The Integrated Waste Processing Site (TPST) is a processing site that is prepared to accommodate household waste that is not taken to the landfill. Waste processing requires technology and basic knowledge for waste activists to be able to properly use the technology. The goal processing household is the purpose of this action. plastic waste that is accommodated at the TPST. The method implemented is making a plastic waste processing machine and socializing the use of the machine for the community. The activity output is plastic waste liquefaction machine whose results can be made paving blocks that are useful and environmentally friendly. The implementation stage is that plastic waste that has been chopped with a plastic chopping machine will be put into a boiler which is heated using a stove with used fuel oil. The temperature to melt this paste reaches above 250°C and is assisted by a blower for the ignition process. After plastic is melted, it will be accommodated into the paving block mold. Molding produces paving blocks that are economically valuable and environmentally



friendly for the community. The results of the activity are a counter and a plastic waste liquefaction tool.

Keywords: *Stoves, boilers, plastic waste, melting machines*

Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk di daerah perkotaan juga meningkatkan secara signifikan jumlah sampah yang dihasilkan. Kota Bengkulu termasuk jenis kota sedang dengan jumlah penduduk sebesar 376,500 jiwa dengan luas wilayah 151,70 km². Jumlah limbah padat per orang menjadi indikator daya beli orang di suatu daerah. Sampah yang dihasilkan dari aktivitas penduduk Kota Bengkulu sebanyak 135 ton per hari (Susilo, Wijanarko, & Ernawati, 2022). Pengelolaan sampah adalah masalah kompleks dan mendesak terutama pada kota-kota besar di Indonesia. Penanganan sampah yang tidak tepat akan menimbulkan perubahan keseimbangan lingkungan baik terhadap tanah, air dan udara (Aryeti & Kustiasih, 2013). Kemampuan penanganan sampah yang dikelola Pemerintah Kota Bengkulu hanya 60 ton per hari (Susilo et al., 2022; Wijaya, Alfansi, & Benardin, 2013), sementara produksi sampah per hari mencapai 135 ton, jadi masih tersisa 75 ton sampah per hari yang tidak tertangani. Hal ini menjadi stimulan bahwa apabila masalah sampah tidak segera diatasi maka akan mengakibatkan kerusakan lingkungan yang semakin besar. Peran aktif masyarakat dalam mengelola sampah sangat dibutuhkan khususnya untuk mengurangi kuantitas timbulan sampah, memilah jenis sampah hingga menjadikan sampah lebih berdayaguna. Masyarakat adalah pemeran utama dalam pengelolaan sampah. Oleh karena itu masyarakat harus diberdayakan supaya dapat melakukan berbagai upaya penanganan sampah yang berguna bagi diri sendiri maupun lingkungan.

Upaya pengolahan lebih diarahkan pada penanganan sampah berupa pakai ulang (*reuse*), daur ulang (*recycle*), dan penimbunan. Sistem penanganan sampah plastik di TPA dengan *landfill* ataupun *open dumping* kurang tepat. Pemanfaatan teknologi insinerasi dengan cara membakar sampah juga tidak tepat dikarenakan akan menghasilkan polutan ke udara yang menyebabkan persoalan lingkungan (Silitonga, Kardiman, & Hanifi, 2020). Untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh sampah plastik, maka material ini harus didaur-ulang untuk memperoleh kembali produk plastiknya atau menghasilkan produk lain yang bernilai ekonomi (Nur, Nofriadi, & Rusmardi, 2014). Teknologi pencacah plastik umumnya menggunakan mesin pencacah yang terdiri dari silinder pemotong tipe *reel* dan *breaknife* (pemotong diam).

Plastik dapat digunakan sebagai bahan pengikat pengganti semen karena sifatnya yang mampu mengikat bahan lain (Zainuri, 2021). Beton merupakan produk konstruksi yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Substitusi semen dengan plastik tidak dapat dilakukan sebelum dilaksanakan penelitian. Kekuatan produk menjadi pertimbangan dalam menentukan material konstruksi supaya penggunaannya tidak akan menimbulkan petaka kegagalan bangunan. Tindakan

produksi akan dapat mengurangi limbah plastik yang mencemari lingkungan apabila plastik terbukti dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada material konstruksi.

Paving block atau dikenal dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone block* merupakan produk konstruksi yang terbuat dari campuran semen Portland, agregat dan air dengan bahan tambahan lain yang tidak mengurangi kualitas *paving block* tersebut (Sudarno, Nicolaas, & Assa, 2021). Salah satu cara untuk menutup atau memperkeras permukaan jalan biasanya adalah dengan menggunakan *paving block*. *Paving block* sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan, dari yang sederhana hingga penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus.

Rumusan masalah dari pengabdian ini yaitu bagaimana mengelola limbah plastik buangan rumah tangga menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan. Masyarakat yang dilibatkan adalah masyarakat yang tinggal di permukiman padat Kota Bengkulu yang menjadi pemasok sampah terbesar. Kondisi masyarakat di permukiman padat secara fisik terlihat baik, tetapi secara sosial budaya masyarakat sering membuang sampah ke selokan atau saluran drainase yang mengakibatkan lingkungan terkesan kotor dan kumuh. Kurangnya pengetahuan masyarakat akan kebersihan lingkungan menjadi sumber permasalahan, sehingga masyarakat tetap membuang sampah ke tempat yang bukan seharusnya. Sampah terbanyak yang ditimbulkan ialah jenis plastik kemasan selain kantong kresek atau kantong plastik. Sampah plastik merupakan jenis limbah padat yang tidak bisa terurai dan bila dibiarkan akan mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Saat ini banyak alat pengolahan sampah plastik yang dikonversi menjadi berbagai macam produk dengan berbagai proses. Pembuatan mesin pencair plastik bertujuan untuk produksi *paving block* yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan bagi solusi permasalahan sampah di Kota Bengkulu. Tujuan kegiatan ini adalah memberikan informasi dan pelatihan keterampilan bagi masyarakat melalui kegiatan sosialisasi tentang prinsip kerja mesin pencair sampah plastik.

Pengertian sampah menurut *World Health Organization (WHO)* adalah benda yang sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakainya. Bagi sebagian orang sampah masih dapat digunakan jika dikelola dengan prosedur yang benar (Chandra, 2006; Malina, Suhasman, Muchtar, & Sulfahri, 2017). Definisi sampah adalah sisa aktivitas sehari-hari manusia dengan jumlah dan konsentrasi tertentu sehingga dibutuhkan pengolahan secara khusus (Undang-undang RI Nomor 18, 2008). Faktor-faktor penting yang mempengaruhi volume sampah diantaranya (Malina et al., 2017): (a) jumlah penduduk, peningkatan jumlah penduduk, menyebabkan peningkatan jumlah sampah. Pengelolaan sampah meningkat signifikan seiring laju pertumbuhan jumlah penduduk; (b) Kondisi sosial ekonomi, semakin tinggi sosial ekonomi masyarakat, semakin tinggi jumlah sampah per kapita yang dibuang tiap harinya. Jenis sampah juga ada yang bersifat non organik atau tidak dapat membusuk. Perubahan mutu sampah tergantung ketersediaan bahan, peraturan yang berlaku, serta kesadaran masyarakat tentang masalah sampah. Peningkatan kesejahteraan akan menambah kegiatan konstruksi dan pembaharuan infrastruktur seperti

bangunan, dan transportasi dengan kompensasi bertambah volume dan jenis sampah; (c) Kemajuan teknologi, kemajuan teknologi juga berdampak pada penambahan jumlah maupun kualitas sampah. Penggunaan bahan baku yang semakin beragam, cara pengepakan dan produk manufaktur yang semakin beraneka macam dapat mempengaruhi jumlah dan jenis sampah.

HDPE (*High-Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang paling umum digunakan pada botol susu yang berwarna putih, wadah makanan, galon air minum, botol deterjen, botol lotion, kursi lipat, dan benda lainnya (Masyrurroh & Rahmawati, 2021). Plastik jenis HDPE adalah salah satu bahan plastik yang paling aman untuk digunakan manusia, karena memiliki kemampuan untuk mencegah reaksi kimia yang terjadi antara plastik yang dikemas dengan makanan atau minuman. HDPE memiliki 3 sifat yaitu bahan lebih kuat, keras, buram serta tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini yang menyebabkan penggunaannya menjadi berlebihan karena selain praktis juga aman.

Persoalan sampah terdiri dari 3 bagian yaitu hilir, proses dan hulu. Pada bagian hilir terjadi pembuangan sampah yang terus meningkat. Bagian proses berupa keterbatasan sumber daya baik dari masyarakat maupun pemerintah. Pada bagian hulu, berupa kurang optimalnya sistem saat pemrosesan akhir (Mulasari, Husodo, & Muhadjir, 2016). Rute pengelolaan sampah rumah tangga ialah mengikuti alur dapur keluarga-tempat sampah sementara-pengumpulan sampah sementara-pengangkutan sampah-pembuangan sampah akhir (Alqab, Zuliantoni, & Gunawan, 2018; Pemerintah, 2012).

Permasalahan sampah di suatu kawasan meliputi rendahnya kepedulian masyarakat yang ditunjukkan dari perilaku suka membuang sampah sembarangan, tingginya laju timbulan sampah, dan tidak membuang sampah pada tempat yang telah disediakan (Mulasari, 2014). Penumpukan sampah dikarenakan beberapa hal, salah satunya adalah volume sampah yang sangat besar melebihi kapasitas tampung tempat pembuangan sampah akhir (TPA). Pengelolaan sampah selama ini tidak memberikan dampak positif bagi lingkungan serta kurangnya dukungan regulasi dari pemerintah (Nugroho, 2013). Perencanaan dalam pengolahan sampah belum ada. Hal ini mengakibatkan kurang maksimalnya sistem pengolahan sampah. Pengolahan sampah termasuk diantaranya pemanfaatan sarana dan prasarana diantaranya menempatkan sampah pada wadah yang sudah tersedia, proses pengumpulan sampah, pemindahan, dan pengangkutan sampah, serta pengolahan sampah hingga pada proses pembuangan akhir (Sahil, Muhdar, Rohman, & Syamsuri, 2016).

Penyebaran dan kepadatan penduduk, karakteristik sosial ekonomi dan lingkungan fisik, sikap, perilaku, dan budaya masyarakat adalah beberapa faktor yang dianggap sebagai penghambat sistem pengolahan sampah (Sahil et al., 2016). Tempat penampungan sementara (TPS) merupakan tempat sebelum sampah dibawa untuk proses pengolahan, daur ulang, dan ke tempat pengolahan sampah terpadu (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2013). Tempat pelaksanaan kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, daur ulang, pengolahan dan pemrosesan akhir adalah tempat pengolahan sampah terpadu (TPST).

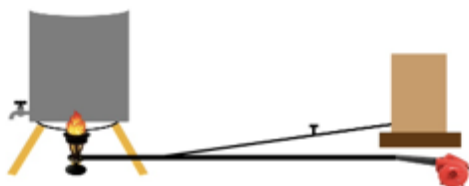
Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) 1998 mengatakan bahwa, *illegal dumping* / tempat penampungan ilegal adalah suatu lokasi yang secara sengaja dijadikan daerah pembuangan sampah tanpa mengeluarkan biaya dan waktu, juga merupakan upaya yang dibutuhkan untuk membuang sampah ke tempat yang legal (Elamin et al., 2018). Rendahnya perilaku masyarakat sekitar dalam menerapkan pola hidup bersih dan sehat terlihat dari tempat penampungan sementara (TPS) ilegal. Dampak yang timbul diantaranya pemandangan yang tidak indah, bau yang tidak sedap, estetika, mencemari lingkungan, serta terganggunya kondisi perairan (Mulasari, 2014).

Kurangnya tempat pembuangan sampah dan berkurangnya daya tampung Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menjadi dasar pemikiran bagi penyelesaian masalah sampah di Kota Bengkulu. Pengelolaan sampah tidak dapat diserahkan di titik akhir atau tempat pembuangan akhir sampah (TPA), perlu dikembangkan daerah penyangga di lingkungan agar persoalan tidak bermuara hanya di TPA. Kemanfaatan teknologi di area penyangga seperti di TPST menentukan berhenti atau berlanjutnya sampah mengalir ke TPA.

Tujuan kegiatan yang ingin dicapai adalah tersosialisasinya sistem pengolahan sampah khususnya sampah plastik pada mesin pencair sampah plastik ke masyarakat sasaran agar kontinuitas operasi mesin pencair sampah plastik ini menjadi salah satu solusi untuk mengurangi penumpukan di TPA. Tujuan lain yang henda dicapai adalah meningkatnya keterampilan masyarakat dalam mengolah sampah plastik menjadi *paving block* yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Kelurahan Sawah Lebar Kota Bengkulu selama empat bulan. Lokasi dipilih berdasarkan tingkat kepadatan penduduk dengan timbulan sampah relatif tinggi. Plastik yang dijadikan bahan baku berupa plastik jenis HDPE. Limbah plastik dicacah menggunakan alat pencacah yang didesain agar dapat menghasilkan potongan kecil sampah plastik. Proses pencairan sampah plastik yang telah dicacah menggunakan kompor yang dimodifikasi sehingga dapat meleburkan dan mencairkan sampah plastik yang hasilnya akan dibentuk dengan berbagai bentuk khususnya dalam pembuatan *paving block*. Kompor ini akan menggunakan bahan bakar oli bekas dan blower agar api yang didapatkan sempurna. Sedangkan wadah atau panci (*boiler*) didesain khusus untuk mendapatkan hasil peleburan yang sempurna sehingga mendapatkan plastik yang dapat dibentuk menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis yaitu *paving block*. Desain mesin pencair sampah plastik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Mesin Pencair Sampah

Proses pengolahan sampah plastik menjadi *paving block* ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 2. *Paving block* yang dihasilkan memiliki karakteristik material yang baik dan dapat digunakan sebagai pengganti paving block semen. Masyarakat diberi sosialisasi dan pelatihan cara penggunaan dan pemeliharaan alat sehingga dapat menjaga keberlanjutan dari pemanfaatan alat tersebut.



Gambar 2. Diagram Alir Kegiatan

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian yang dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan yaitu pembuatan mesin pencacah sampah plastik, pembuatan mesin pencair plastik, dan pembuatan *paving block* ramah lingkungan. Mesin pencacah sampah plastik terdiri dari beberapa bagian, yaitu rangka/kaki pencacah sampah plastik, bagian masukan sampah plastik yang didalamnya berupa *roller*/pisau, serta mesin diesel penggerak pencacah sampah plastik. Pada rangka/kaki pencacah sampah plastik terbuat dari besi profil u dengan ukuran 10 cm dan ukuran 8 cm. Secara keseluruhan, ukuran rangka/kaki pencacah sampah plastik dengan panjang 180 cm, lebar 90 cm, dan tinggi 60cm seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangka/Kaki Mesin Pencacah

Pada bagian masukan sampah plastik terbuat dari plat besi dengan tebal 1 cm sebagai dudukan *roller*/pisau yang diletakkan di atas kaki pencacah sampah plastik terlihat pada Gambar 4 (a). *Roller*/pisau digunakan untuk memotong atau mencacah sampah

plastik terdiri dari 5 baris, dudukan pisau terbuat dari plat besi dengan tebal 1 cm, kemudian dibentuk persegi empat dengan ukuran 10 cm x 10 cm, sedangkan mata pisaunya terbuat dari baja yang disepuh terlebih dahulu agar lebih tajam (Gambar 4 (b)).



Gambar 4 (a) Bagian Masukan Sampah; (b) Pisau dan Mata Pisau

Dudukan pisau berdiameter 30 cm dengan berat sekitar 70-80 kg. Bagian masukan sampah plastik juga diberi penutup yang dibuat dari plat besi dengan pengikat dan dapat dilepas pasang agar proses bongkar pasang dapat dilakukan dengan mudah terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penutup Mesin Pencacah Sampah Plastik

Setelah dilakukan pembuatan bagian masukan sampah plastik, maka diperlukan mesin diesel penggerak pencacah sampah plastik agar roller atau pisau ini dapat berputar. Untuk spesifikasi mesin diesel penggerak pencacah sampah plastik yaitu 22 HP terlihat pada Gambar 6. Prinsip kerja dari bagian masukan sampah plastik dan mesin diesel ini dimulai dari sampah plastik yang masuk kedalam bagian masukan plastik kemudian sampah plastik tersebut tercacah dengan pisau yang berputar hingga 360°. Sampah plastik yang sudah tercacah akan disaring dengan penyaring pencacah sampah plastik dengan ukuran setiap saringan 1 cm agar didapatkan sampah plastik yang halus.

Mesin pencacah sampah plastik ini dapat digunakan apabila dihidupkan terlebih dahulu dengan menggunakan starter. Selain itu, bisa juga dilakukan dengan menggunakan aki. Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan mesin pencair sampah plastik yang sudah dicacah. Pada tahap ini dilakukan pembuatan kompor, tungku sebagai tempat pemanas (*boiler*), boiler sebagai tempat memanaskan sampah plastik yang sudah dicacah sampai leleh, tanki dibuat sebagai tempat bahan bakar kompor dari oli bekas, dan cetakan paving blok (Gambar 7).

Sampah plastik dicacah menggunakan mesin pencacah sampai berukuran 1 cm (lolos saringan 1 cm). Cacahan sampah plastik dimasukkan ke dalam boiler kemudian dipanaskan menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas dengan suhu 120°C.

Hasil pemanasan sampah plastic menghasilkan cairan yang langsung dituangkan ke dalam cetakan *paving block* dan didinginkan. Untuk menghasilkan 1 buah *paving block* dibutuhkan 3 kg plastik, sehingga dapat mereduksi sampah plastik menjadi bentuk lain yang lebih bermanfaat. Dana pembuatan alat berkisar Rp. 35.000.000 dan didanai oleh institusi.



Gambar 6. Mesin Diesel Penggerak dan Mesin Pencacah Sampah



Gambar 7. Kompor dan Boiler

Adapun hasil kegiatan terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Plastik-Proses Pemanasan-Paving Block

Keunggulan dari kegiatan ini adalah mampu mereduksi sampah plastik dalam jumlah besar sehingga dapat menjadi alternatif pemecahan masalah penanganan sampah plastik di masyarakat. Luaran berupa produk yaitu *paving block* yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk pemakaian sendiri atau dijual. Masyarakat diberikan sosialisasi mengenai alat dan pelatihan cara menggunakan alat serta pemeliharannya. Kelemahan dari kegiatan ini adalah untuk menghasilkan 1 buah paving block dibutuhkan sampah yang banyak, sehingga untuk memproduksi *paving block* dalam jumlah banyak akan membutuhkan sumber daya (sampah plastik) yang sangat banyak.

Simpulan dan Rekomendasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menghasilkan mesin pencacah plastik, mesin pencair plastik, kompor dan boiler. Untuk menghasilkan 1 buah *paving block* berukuran 20cm x 10 cm x 5 cm dibutuhkan 3 kg sampah plastik. Inovasi ini dapat menjadi solusi bagi pengurangan limbah sampah khususnya plastik di Kota

Bengkulu. Sosialisasi dan pelatihan diberikan kepada masyarakat untuk dapat mengoperasionalkan alat dan melakukan pemeliharaan. Keunggulan luaran adalah dapat mereduksi sampah dalam jumlah besar dan menghasilkan produk berupa *paving block* yang bernilai ekonomis. Kekurangan dari luaran kegiatan ini adalah dibutuhkan plastik dalam jumlah yang sangat banyak untuk menghasilkan paving block sehingga untuk memproduksi dalam jumlah besar dibutuhkan sampah plastik yang sangat banyak. Perlu dibuat Tempat Pengumpulan Sampah (TPS) di lingkungan masyarakat secara terorganisir.

Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) serta Fakultas Teknik Universitas Bengkulu yang telah memberi dukungan **financial dan sarana prasarana** terhadap pengabdian ini.

Daftar Pustaka

- Alqab, A. S. F., Zuliantoni, & Gunawan, A. (2018). Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Mitra Berkegiatan Lingkungan. *Pengabdi*, 1(2), 77–85. Retrieved from <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JPLP2KM/article/view/29906/pdf>
- Aryeti, & Kustiasih, T. (2013). Kajian Peningkatan Tempat Pembuangan Sampah Sementara sebagai Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu. *Permukiman*, 8(2), 89–97. Retrieved from <http://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/90/77>
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. (P. Widyastuti, Ed.). Jakarta: Buku Kedokteran EGC. Retrieved from <https://id.scribd.com/doc/260019661/Chandra-2006>
- Elamin, M. Z., Ilmi, K. N., Tahrirah, T., Zarnuzi, Y. A., Suci, Y. C., Rahmawati, D. R., ... Nasifa, I. F. (2018). Analisis Pengelolaan Sampah Pada Masyarakat Desa Disanah Kecamatan Sreseh Kabupaten Sampang. *Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 368–375. Retrieved from <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/download/6424/5796>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tanggal dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Pub. L. No. 3 (2013). Indonesia.
- Malina, A. C., Suhasman, Muchtar, A., & Sulfahri. (2017). Kajian Lingkungan Tempat Pemilahan Sampah di Kota Makasar. *Inovasi Dan Pelayanan Publik Makasar*, 1(1), 14–27.
- Masyruroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan Recycle Plastik HDPE Sederhana Menjadi Asbak. *Jurnal Abdikarya*, 3(1).
- Mulasari, S. A. (2014). Keberadaan TPS Legal dan TPS Ilegal di Kecamatan Godean Kabupaten Sleman. *Kemas, Kesehatan Masyarakat*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/kemas.v9i2.2839>

- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., & Muhadjir, N. (2016). Analisis Situasi Permasalahan Sampah Kota Yogyakarta dan Kebijakan Penanggulangannya. *Kemas, Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 97–106. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3521>
- Nugroho, P. (2013). *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair* (1st ed.). Yogyakarta: Pustaka Baru Press. Retrieved from http://pustaka.poltekkes-pdg.ac.id:80/images/docs/Panduan_Membuat_Pupuk_Kompos_Cair.jpg.jpg
- Nur, I., Nofriadi, N., & Rusmardi. (2014). Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemotong Tipe Reel. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta* (pp. 1–8). Jakarta. Retrieved from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/317/292>
- Pemerintah, P. Peraturan Pemerintah (2012).
- Sahil, J., Muhdar, H. I. Al, Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah di Kelurahan Dufa-Dufa Kota Ternate. *Bioedukasi*, 4(2), 478–487. Retrieved from <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/bioedu/article/view/160>
- Silitonga, Y. F., Kardiman, & Hanifi, R. (2020). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry). *Gorontalo Journal of Infrastructure & Science Engineering*, 3(2), 7–13. Retrieved from <https://jurnal.unigo.ac.id/index.php/gjise/article/download/1197/638>
- Sudarno, Nicolaas, S., & Assa, V. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving Block. *Teknik Sipil Terapan*, 3(2), 101–110. Retrieved from <http://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/jtst/article/view/290/241>
- Susilo, B., Wijanarko, A., & Ernawati. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pendampingan Pembentukan Kelompok Penyangga Pengelolaan Sampah Lingkungan di Kelurahan Sawah Lebar Baru. *Jurnal Abdi Reksa*, 3(1), 36–39.
- Undang-undang RI Nomor 18. (2008). *Undang-undang RI Nomor 18 Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Wijaya, A., Alfansi, L., & Benardin. (2013). Pengelolaan Sampah Di Kota Bengkulu. *Ekonomi Dan Perencanaan Pembangunan*, 05(02), 86–95. Retrieved from <http://repository.unib.ac.id/7035/1/Pengelolaan.pdf>
- Zainuri. (2021). Penanganan Sampah Plastik pada Produksi Paving Block. *Teknologi Lingkungan*, 22(2), 170–177. Retrieved from <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/4586/4116>