

Pengolahan Sampah Rumah Tangga menjadi *Eco-Enzym* menuju Konsep *Eco Community*

Oktiva Anggraini

Prodi Administrasi Publik, FISIPOL, Universitas Widy Mataram, Yogyakarta

anggrainioktiva@gmail.com

Abstrak

Kata Kunci: *eco-enzym*, herbisida, limbah organik; pengelolaan sampah; pupuk alami.

Rumah tangga merupakan salah satu penghasil sampah organik yang cukup besar. Di sisi lain bahwa belum seluruhnya anggota masyarakat mampu mengelola limbah rumah tangga ini dengan baik. Dengan latar belakang tersebut, tim pengabdian bermaksud mengenalkan pengolahan sampah organik menjadi *eco-enzym* yang memiliki banyak manfaat. Pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di Kalurahan Wahyuharjo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulonprogo dengan metode penyuluhan. Mitra sasaran atau target pengabdian masyarakat yakni wakil kelompok tani, pengurus tim PKK dan perangkat desa yang menangani bidang sosial dan kesehatan. Manfaat *eco-enzym* disampaikan pengabdian antara lain sebagai herbisida, pestisida alami, filter udara, pupuk alami dan filter air untuk tanaman serta dapat menurunkan efek rumah kaca. Hasil pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa mitra sasaran antusias dalam mengikuti kegiatan penyuluhan dan pengetahuan dan keterampilannya meningkat dalam pengelolaan limbah organik.

A. Pendahuluan

Banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, menghadapi masalah lingkungan yang mendesak terkait pengelolaan sampah (Abubakar et al., 2022; Khan et al., 2022a). Indonesia menghasilkan sampah dalam jumlah besar setiap tahunnya; tercatat di tahun 2022 mencapai 68,5 juta ton (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2023a). Sisi lain, sistem pengelolaan sampah Indonesia masih sangat buruk. Hanya sekitar 50% dari total luas area pengumpulan sampah wilayah kotamadya di Indonesia yang telah tertangani (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2023a; Mohammad Debby Rizani dkk, 2016).

Minimnya dana operasional yang dialokasikan untuk kegiatan manajemen limbah, berdampak pada sarana pengumpulan dan pengangkutan sampah serta banyak sampah tidak dikelola dengan baik (Ramadhani dan Aisyah, 2022, Artiningsih, 2019, Nursetiawan et.al., 2021). Pada gilirannya, hal ini menyebabkan pembakaran sampah dan pembuangan sampah yang tidak ramah lingkungan (Aboyitungiye dan Gravitiani, 2021).

Polusi udara perkotaan sebagian besar disebabkan oleh pembakaran limbah padat yang tidak terkendali dan pembakaran yang tidak tepat. Air lindi yang tidak diolah mencemari tanah dan badan air, dan penguraian sampah

organik di tempat pembuangan sampah menyebabkan gas rumah kaca. Tindakan yang tidak tepat juga menyebabkan masalah kesehatan dan keselamatan. Jika hanya bergantung pada pemerintah dan tidak melibatkan masyarakat dalam mengelola sampah, masalah sampah tidak akan selesai. Sampah di Indonesia adalah masalah besar yang mencakup masalah sosial, ekonomi, dan budaya. Setiap tahun, volume sampah meningkat seiring dengan pola konsumerisme masyarakat. Problem ini juga disebabkan oleh peningkatan daya beli masyarakat terhadap berbagai jenis barang kebutuhan pokok dan produk teknologi, serta peningkatan upaya mendukung pertumbuhan ekonomi. Hal ini berkontribusi secara signifikan pada peningkatan kuantitas atau kualitas sampah yang dihasilkan.

Saat ini, timbunan sampah perkotaan meningkat, terutama di kota-kota besar, sekitar 2-4 persen per tahun. Peningkatan ini tidak diikuti oleh sarana persampahan yang memadai sehingga berdampak pada peningkatan pencemaran lingkungan setiap tahun.

Salah satu program terbaik untuk pelestarian lingkungan hidup adalah program 3R, yang berarti *reuse*, *reduce*, dan *recycle* sampah. Program ini mengedepankan penanganan sampah dari sumbernya. Namun, sistem pemilahan sampah belum terintegrasi dalam pengolahan sampah. Tidak ada jaminan bahwa sampah yang telah dipilah dari tingkat rumah tangga akan ditangani secara terpisah ketika tiba di tempat pembuangan akhir (TPA). Fenomena demikian sering dijumpai pada mayoritas TPA di Indonesia, terutama kota-kota besar.

Pemotongan alur distribusi sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA) adalah cara yang efektif untuk mempercepat pemrosesan sampah menjadi produk yang lebih bermanfaat. Hal ini disebabkan sampah yang sudah dipilah dari level rumah tangga tidak selalu akan ditangani secara terpisah ketika sampai di TPA. Pembuatan *eco-enzyme* yang dapat diterapkan pada level rumah tangga adalah cara yang dapat dicapai untuk mencapai metode ini. *Eco-enzyme* adalah ekstrak cairan yang dibuat setelah sisa sayuran dan buah-buahan difermentasi dengan gula merah sebagai substrat. Prinsip pembuatan *eco-enzyme* hampir sama dengan pembuatan kompos, tetapi dengan penambahan air sebagai media pertumbuhan. Akibatnya, produk air yang diperoleh, yang lebih mudah digunakan, lebih disukai.

Keunggulan *eco-enzym* ini adalah bahwa mereka tidak memerlukan lahan yang luas untuk proses fermentasi, seperti yang dibutuhkan untuk membuat kompos.

Produk ini tidak membutuhkan bak komposter tertentu. Dalam memproduksi, peralatan yang digunakan cukup sederhana. Botol air mineral bekas dan

produk lain yang sudah tidak digunakan dapat digunakan kembali sebagai tangki fermentasi *eco-enzyme*. Selain itu, hal ini mendukung ide tentang penggunaan kembali untuk kepentingan lingkungan. *Eco-enzyme* hanya membutuhkan media botol sehingga dapat digunakan di rumah dan menghemat tempat atau ruang.

Sederet manfaat *eco-enzym*, dapat menjadi pertimbangan produk ini untuk semakin dikenal luas produksi pembuatannya. Manfaatnya antara lain membantu pertumbuhan tanaman, sebagai pengganti pembersih deterjen lantai, menurunkan suhu radiator mobil dan menghilangkan sisa pestisida dan kerak.

Suatu konsep yang mengintegrasikan dan bekerja sama dengan pemerintah, lingkungan, dan masyarakat harus dibuat untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dan lingkungan yang bersih dan *sustainable*. Sebuah komunitas lingkungan, juga dikenal sebagai "komunitas lingkungan", atau *eco-community* berfokus pada pengelolaan sampah organik rumah tangga menjadi *eco-enzyme* dan kemudian mendistribusikannya secara komersial. *Eco-komunitas* ini menggunakan ide pengelolaan sampah dari suatu daerah menjadi *eco-enzyme* yang akan digunakan sebagai pupuk organik di lahan pertanian di daerah tersebut jika lahan pertanian di daerah tersebut tidak tersedia atau kebutuhan akan pupuk organik telah dipenuhi.

Selanjutnya, pengelolaan sampah berbasis komunitas masyarakat menjadi pilihan strategis dalam mengatasi persoalan sampah di berbagai wilayah di Indonesia. Dengan sistem terpadu, pendekatan pengelolannya diikuti dengan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan maupun evaluasi berbasis masyarakat. Sebagai pemroduksi sampah, masyarakat terlibat aktif mengkonversi sampah menjadi barang atau ujud yang lebih bermanfaat dan aman bagi bumi.

Salah satu wilayah yang memandang penting tentang pengolahan sampah adalah Kalurahan Wahyuharjo Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo. Melalui Lembaga Pemberdayaan Masyarakatnya, dan Carik Kalurahan Wahyuharjo berupaya menggandeng mitra perguruan tinggi untuk membantu masyarakatnya mengenal bentuk-bentuk pengolahan sampah modern yang dikenal dengan *eco-enzym*. Dengan memahami pengolahan sampah dengan bijak, aksi ini yang mendukung pencapaian SDGS's Desa.

Area yang luas di Desa Wahyuharjo digunakan untuk perkantoran, sekolah, jalan, lapangan, dan ladang. Desa Wahyuharjo terdiri dari lima padukuhan: Padukuhan Bulu, Maesan Wetan, Maesan Kulon, Sungapan Kidul, dan Sungapan Lor. Setiap padukuhan memiliki 10 RW dan 20 RT. Sebagian besar wilayah tersebut merupakan kawasan pertanian. Penduduk Kalurahan

Wahyuharjo sebagian besar berprofesi sebagai petani. Potensi kekayaan alamnya, meliputi lahan pertanian untuk cabai rawit, jahe, ketela pohon, kedelai, padi sawah, pisang, bawang merah, dan kerajinan tangan seperti anyaman pelepah pisang.

Saat ini pengelolaan sampah masyarakat masih berdasarkan *prinsip end of pipe* yaitu sampah dikumpulkan, diangkut dan dibuang di tempat pembuangan akhir. Sebagian besar warga belum memahami proses pengolahan sampah yang bijak dan sekaligus modern seperti *eco-enzym*. Oleh karena itu, tim pengabdian Prodi Administrasi Publik FISIPOL Universitas Widya Mataram menawarkan melalui Program Pengabdian masyarakat untuk mengedukasi masyarakat tentang aneka cara pengolahan sampah sehingga menghasilkan produk sampah yang kreatif dan berdaya guna.

B. Metode Pelaksanaan

1. Kegiatan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) disusun berdasarkan kesepakatan bersama antara mitra dan tim pengabdian. Adapun peran mitra adalah menyiapkan tempat, sarana dan prasarana kegiatan PKM serta proses evaluasi. Kegiatan melibatkan 4 (empat) orang mahasiswa dan 5 (lima) orang dosen dan 1 alumni. Peserta kegiatan berjumlah 25 orang meliputi pengurus dan anggota kelompok tani, pengurus dan kader PKK, wakil dari Lembaga Pemberdayaan Masyarakat Kalurahan Wahyuharjo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo.
2. Alat dan Bahan :Alat tulis dan LCD proyektor untuk sosialisasi dan pelatihan.
3. Penyuluhan dilakukan dengan menggunakan metode pembelajaran orang dewasa, yaitu seluruh peserta berpartisipasi aktif dalam pembinaan. Materi awal berupa pengolahan sampah menjadi produk kerajinan yang bernilai sesuai prinsip *Zero Waste* dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).
4. Materi yang disampaikan membahas tentang aneka cara pengolahan sampah dan praktik lapangan dalam menjalankan usaha pengelolaan sampah sehingga menghasilkan produk sampah yang kreatif dan berdaya guna. Materi selain disampaikan dalam bentuk paparan dari narasumber, peserta disuguhkan video-video pendek dengan *link youtube* terpilih. *Link* selanjutnya dapat disebarluaskan kepada anggota keluarga atau organisasi yang membutuhkan:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=BLFbod4yaUQ>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=4AUajCBp8lQ>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=pDAjCWnohvA>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ZUvurUYK8Bc>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=UCCOoIW-E4M>
5. Prosedur kerja
Prosedur kerja terdiri dari tahap persiapan berupa koordinasi Tim dengan Carik Kalurahan Wahyuharjo Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo; menyusun sarana dan media yang dibutuhkan untuk pelatihan dan menyusun

rencana strategis pelaksanaan kegiatan secara umum. Selanjutnya, pada tahap Pelaksanaan: melakukan penyuluhan tentang *zero waste management*; melakukan *workshop zero waste management: Up grading Sumberdaya Manusia (SDM)* kepada dan Penguatan Struktur Pengurus bank sampah. Terakhir, berupa evaluasi pelaksanaan program.

6. Tujuan Kegiatan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini adalah:
 - a) Mengedukasi masyarakat Kalurahan Wahyuharjo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo untuk mengurangi sampah atau limbah organik rumah tangga dengan menjadikan sebuah cairan *eco-enzyme*.
 - b) Mengedukasi masyarakat Kalurahan Wahyuharjo dengan memberikan sosialisasi mengenai pentingnya cairan *eco-enzyme* serbaguna.

C. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan program pengabdian kepada masyarakat berlangsung di Gedung Kalurahan Wahyuharjo Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo pada hari Kamis tanggal 1 Agustus 2024. Kegiatan diikuti 25 peserta tersebut mendapat dukungan penuh dari bapak Lurah. Kegiatan diawali dengan presentasi tentang pemanfaatan sampah organik dan cairan *eco-enzym*.

Dijelaskan pemateri bahwa *Eco-enzym*, yang berasal dari sampah dapur organik, memainkan peran penting dalam pengelolaan sampah rumah tangga yang berkelanjutan. Biokatalis ini diproduksi melalui proses fermentasi sederhana yang melibatkan gula merah, limbah buah atau sayuran, dan air, sehingga menghasilkan larutan yang kaya akan asam organik, enzim, dan garam mineral. Penerapan *eco-enzym* dalam pengelolaan sampah tidak hanya mendorong daur ulang sampah organik tetapi juga berkontribusi pada pengurangan polusi dan pelestarian lingkungan. Ketika diencerkan dan diterapkan pada limbah, *eco-enzym* dapat secara signifikan mengurangi kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), total padatan terlarut (TDS), dan berbagai senyawa nitrogen, sehingga meningkatkan kualitas air. Selain itu, enzim ramah lingkungan terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman, menawarkan alternatif ramah lingkungan dibandingkan pupuk kimia. Penggunaan enzim ramah lingkungan sejalan dengan prinsip gaya hidup tanpa limbah, menekankan pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang bahan limbah, serta mewakili pendekatan pengelolaan limbah domestik yang hemat biaya dan ramah lingkungan. Dengan mengintegrasikan *eco-enzim* ke dalam praktik pengelolaan sampah rumah tangga, individu dapat berkontribusi pada masyarakat yang lebih berkelanjutan dan mengurangi sampah.

Enzim ramah lingkungan, serbaguna dan berkelanjutan, dapat diterapkan di luar pengelolaan limbah, juga mencakup bidang pertanian, kebersihan, dan bahkan perawatan pribadi. Di bidang pertanian, *eco-enzym* berfungsi sebagai pupuk alami, meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman dengan memecah bahan organik untuk melepaskan unsur hara agar mudah

diserap. Mereka juga bertindak sebagai pestisida alami, menghalangi hama tanpa efek samping berbahaya yang terkait dengan bahan kimia alternatif.

Gambar 1.

Pengabdian memaparkan tentang manfaat *eco-enzym* hingga proses produksi



Gambar 2.

Peserta antusias menyimak film pendek tentang proses produksi *eco-enzym*



Gambar 3.

Penyuluhan diakhiri dengan tanya jawab peserta



Gambar 4.

Ketua Prodi dan Tim Pengabdian sepakat merancang Plan Aksi PKM lanjutan



Pemanfaatan dalam membersihkan perangkat rumah tangga, enzim ramah lingkungan yang diencerkan dapat digunakan sebagai pembersih permukaan yang tidak beracun, membantu memecah kotoran dan kotoran sekaligus aman bagi lingkungan. Selain itu, *eco-enzyme* digunakan dalam pengolahan air limbah. Kemampuannya menguraikan polutan membantu mengurangi kontaminasi air. Mereka juga menjanjikan sebagai agen antimikroba, yang berpotensi menawarkan cara alami untuk memerangi patogen. Ruang lingkup *eco-enzym* juga mencakup proses pengolahan lumpur, yang membantu penguraian bahan organik, mengurangi volume sampah, dan memfasilitasi konversi menjadi kompos. Selain itu, terdapat peningkatan minat terhadap penggunaan enzim ramah lingkungan dalam produk perawatan pribadi, memanfaatkan sifat pembersihnya yang lembut dan manfaatnya bagi lingkungan. Spektrum aplikasi yang luas ini menyoroti potensi enzim lingkungan untuk berkontribusi secara signifikan terhadap masa depan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Cara Mudah Pembuatan *Eco-Enzym*:

Bahan dan peralatan terdiri dari:

- a. Pertama, siapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat *eco-enzym*. Peralatan yang dibutuhkan berasal dari sampah organik, seperti wadah untuk menampung sampah organik, toples atau wadah plastik tertutup, pisau, atau alat pencacah.
- b. Pemakaian wadah plastik yang tidak kedap udara tidak disarankan karena dapat pecah karena fermentasi mikroba.
- c. Bahan sampah yang dibutuhkan: sampah organik adalah semua sisa sayur dan buah yang belum masak atau busuk, seperti jeruk nipis, mentimun, apel, serai, atau kulit sayuran lainnya.
- d. Bahan sampah **yang tidak layak** untuk *eco-enzym*: daun kering, ampas tebu, daun sampah kebun/ petanian, daun atau batang pisang, batok kelapa, kepala nanas, kulit singkong, biji durian, biji salak dan biji mangga.
- e. Molase: gula kelapa, gula aren, molase cair, atau molase kering digunakan. Karena gula pasir tidak murni, tidak disarankan.
- f. Air: dapat berupa air hujan, air PAM, atau air sumur.

Penanganan bahan:

- a. Langkah pertama, sampah organik dibersihkan, potong kecil-kecil semua

sayuran dan buah. Bahan baku buah yang semakin banyak akan menghasilkan cairan *eco-enzym* yang harum dan segar. Bahan baku buah yang dimaksud: jeruk, nanas, semangka, melon dan alpokat kaya akan *enzym*.

- b. Gunakan takaran 10 bagian air, 3 bagian potongan limbah buah dan sayur dan 1 bagian molase. Molase dibuat dari gula jawa (gula aren/jawa asli amat dianjurkan, minim gula pasir atau campuran) yang diiris-iris halus.
- c. Taruh sayur dan buah, di dalam wadah yang sudah disiapkan. Tambahkan air bersih dan tuangkan molase, aduk-aduk. Simpan di tempat yang tidak terkena matahari dan aman dari jangkauan anak kecil atau binatang seperti kucing dan tikus.
- d. Selanjutnya, dijelaskan proses fermentasi. Dua minggu pertama, wadah yang tertutup, sering-sering dibuka agar gas keluar (per dua hari dibuka). Fermentasi yang dilakukan dengan baik akan menghasilkan simpanan cairan tersebut berbau alkohol setelah 1 bulan. Lalu akan berbau asam segar seperti cuka setelah 2 bulan. Pembentukan lapisan jamur dan lapisan agar-agar dalam larutan fermentasi adalah normal. Total proses penyimpanan hingga menjadi *eco-enzym* berlangsung hingga 3 bulan. Untuk memudahkan mengingat, beri label pada wadah sehingga pada saat memanen tepat waktu.
- e. Terakhir, proses pemanenan cairan *eco-enzym*, siapkan botol-botol kecil. Saring cairan *eco-enzym* dengan kain atau saringan sehingga sampah tidak ikut masuk dalam botol penyimpanan. Residu *eco-enzym* dapat dipakai sebagai pupuk tanaman.

Cairan dalam botol siap digunakan. Cairan *eco-enzym* bila ingin dipasarkan, beri label menarik pembuat dan siap dikomersialkan. Di pasar *online*, cairan *eco-enzym* memiliki pasar yang potensial.

Usai kegiatan presentasi dan pemutaran video, peserta antusias bertanya perihal manfaat *eco-enzym* bagi kehidupan sehari-hari khususnya bagi petani. Selanjutnya, pengabdian memaparkan manfaat praktis yang sudah dipraktekkan rutin pengguna *eco-enzym* di tanah air yakni antara lain:

1. Pembersih lantai dan kamar mandi (dengan cara diencerkan dengan air untuk mengepel lantai dan menyikat dinding kamar mandi). Tidak disarankan pencampuran *eco-enzym* dengan bahan pembersih kimia lain karena akan mengurangi efektifitasnya.
2. Cairan Pembersih saat mencuci buah dan sayur, untuk menghilangkan pestisida yang diduga melekat pada sayuran dan buah yang kita beli.
3. Pupuk cair untuk menyuburkan tanaman hias, buah dan sayur.
4. Pengusir hama tanaman maupun hewan pengganggu seperti kecoa, semut dan lipan atau ulat kecil. Untuk membersihkan hama dan membantu fertilizer makan digunakan perbandingan *eco-enzym* dan air: 1 banding 20. Pengenceran yang benar akan berdampak baik pada tanaman namun kalau terlalu pekat cairannya akan kurang baik bagi pertumbuhan tanaman.
5. Agen pengendali hama dan tanaman karena sifat asam yang dikandungnya.

6. Meningkatkan unsur hara dalam tanah yang bermanfaat bagi penyuburan tanah, membantu pemulihan berkelanjutan yang mampu memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan daya tahan tumbuh tanaman sehingga panennya lebih menjanjikan sesuai target.

Kegiatan PKM diakhiri dengan evaluasi. Kehadiran peserta yang antusias dan proses tanya jawab menjadi indikasi bahwa peserta berminat untuk memproduksi *eco-enzym*. Selanjutnya peserta berminat untuk memberikan informasi serupa kepada kerabat atau anggota kelompok tani mereka.

D. Simpulan

Pelaksanaan kegiatan program pengabdian kepada masyarakat tentang pemanfaatan sampah organik dan cairan *eco-enzym* berjalan dengan lancar sesuai rencana. Kehadiran peserta yang antusias dan proses tanya jawab menjadi indikasi bahwa peserta berminat untuk memproduksi *eco-enzym*. Selanjutnya peserta berminat untuk memberikan informasi serupa kepada kerabat atau anggota kelompok tani mereka tentang manfaat *eco-enzym* bagi kehidupan sehari-hari khususnya bagi petani. Manfaat *eco-enzym* antara lain sebagai herbisida, pestisida alami, filter udara, pupuk alami dan filter air untuk tanaman serta dapat menurunkan efek rumah kaca. Mitra sasaran antusias dalam mengikuti kegiatan penyuluhan dan pengetahuan dan ketrampilannya meningkat dalam pengelolaan limbah organik. Langkah mulia mitra mengolah sampah secara bijak menjadi *eco-enzym* diharapkan menjadikan bumi makin sehat. Cairan ajaib yang dikenal kaya manfaat ini juga mampu membantu dalam menjaga kebersihan dan lingkungan serta sebagai pupuk alami yang ramah lingkungan.

E. Ucapan Terima Kasih

Atas terselenggaranya kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM), tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada bapak Lurah Kalurahan Wahyuharjo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo dan jajarannya, tim penggerak PKK, kelompok tani dan alumni beserta semua pihak yang telah membantu sehingga kegiatan PKM berjalan dengan baik. Kepada Ketua Prodi Administrasi Publik, FISIPOL Universitas Widya Mataram yang telah memberikan fasilitas dalam program PKM, kami mengucapkan terima kasih atas dukungannya.

F. Referensi

Aboyitungiye JB and Gravitiyani E (2021) River pollution and human health risks: Assessment in the locality areas proximity of Bengawan Solo river, Surakarta, Indonesia. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability* 5: 13–20.

- Abubakar IR, Maniruzzaman KM, Dano UL, et al. (2022) Environmental sustainability impacts of solid waste management practices in the global South. *International Journal of Environmental Research and Public*.
- Artiningsih A, Zubair H, Imran AM, al. (2019) Contamination and characteristic of Ni and Cr metal on top soil from Antang landfill, Makassar City, South Sulawesi Province, Indonesia *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 235: 12016.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2023b) Kebijakan Pengelolaan Sampah Menuju Adipura. Jakarta: Direktorat Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Pengelolaan Sampah, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Khan AH, López-Maldonado EA, Khan NA, et al. (2022a) Current solid waste management strategies and energy recovery in developing countries – State of art review. *Chemosphere* 291: 133088.
- Mohammad Debby Rizani MDR, Antariksa A, Surjono S, et al. (2016) Waste management strategy in urban areas to achieve the service target (a case study on waste management in Mojokerto, Indonesia). *Journal of Applied Sciences Research* 12: 18–22.
- Nursetiawan Amani NFMK, Shaylinda NMZ, Shahar MS, et al. (2021) Metals contamination on soil and surface water (earth drainage) due to leachate migration from Piyungan land. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering* 1144: 12063.
- Ramadhani T and Aisyah D (2022) Waste management system effectiveness in Jairing Halus village, Secanggang Distrik, Langkat regency. *International Journal on Advanced Technology, Engineering, and Information System* 1: 1–18.