

INOVASI PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA DENGAN TEKNOLOGI *ZERO WASTE* BERORIENTASI PADA *GOOD MANAGEMENT-GARBAGE PRACTICES*

Sapto Priyadi¹, R. Soelistijono², A.F. Azies³, Haryuni⁴, Wiyono⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

*e-mail: saptopriyadi@lecture.utp.ac.id

ABSTRAK

Paradigma masyarakat terhadap sampah padat yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga pada umumnya dibuang agar tidak lagi berada di lingkungannya. Pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga tergantung pada tingkat pendidikan, penghasilan, tingkat pemahaman dan kesadaran bahaya sampah apabila tidak dikelola dengan baik. Anggota masyarakat yang telah memahami dan sadar, pembuangan sampah dilakukan secara terstruktur, yaitu dibungkus dan dibuang di prasarana pembuangan sampah sementara tingkat rumah tangga yang telah disediakan, kemudian diambil oleh petugas sampah tingkat lingkungan untuk dibuang di tempat pembuangan sampah sementara tingkat kalurahan. Anggota masyarakat yang telah dan/atau belum paham serta belum sadar bahaya sampah, penelolaannya dilakukan dengan cara dibakar di sekitar rumah, atau dibungkus dan dibuang di pinggir jalan, di lahan kosong atau di sungai. Membuang sampah sembarangan selain merusak pemandangan, menimbulkan bau tidak sedap dan mencemari lingkungan, sampah bisa menjadi tempat berkembangbiaknya kuman penyebab penyakit. Dampak buruk dari tindakan tersebut dalam jangka pendek mencemari udara dengan gas dioxan, metan dan *sulfuric acid*, dalam jangka menengah/panjang menyebabkan tersebarnya wabah penyakit diare, leptospirosis, demam tifoid, penyakit pes, dan shigellois serta dapat menurunkan kualitas hidup manusia. Merubah pola pikir anggota masyarakat terkait pengelolaan sampah yang tidak sehat dan sampah tidak bermanfaat, menjadi tanggung jawab bersama antara masyarakat dan *stakeholder* tingkat desa. Penulis yang mempunyai kompetensi yang didukung pengalaman hasil riset serta merupakan bagian dari warga Singopuran, terpanggil untuk berbagi ilmu *good management-garbage practices* kepada masyarakat dan *stakeholder* tingkat desa Singopuran – Kartasura. Inovasi *good Management-garbage practices* penulis sampaikan dalam forum diskusi dengan *stakeholder* tingkat kalurahan (Kepala Desa, Ketua Badan Perwakilan Desa dan Ketua BUMDES). Gambaran singkat inovasi pengelolaan sampah: timbulan sampah rumah tangga (dari dapur) dimasukkan dalam wadah (plastik) → dikondisikan di depan rumah (aman dari hujan dan gangguan binatang) → limbah sampah diambil oleh petugas (penggrobog) → dibawa ke tempat pembuangan sementara (TPS) – Singopuran; di TPS timbulan sampah dilakukan pemilahan pendahuluan (secara manual): batang kayu, besi pecahan kaca, limbah elektronik, lembaran spon, styrofoam dan ban) → sampah campuran plastik dan bahan organik masuk ke mesin pemilah dan pencacah bahan organik; 1) *plastic outer* secara manual dipilah berdasarkan warna dan jenis → pressing → penjualan. 2) luaran cacahan bahan organik, *processed* → a) media tanam dan b) pupuk organik padat (berupa *pellet*) → packaging → penjualan. Styrofoam, plastik tidak laku, spon dan karet masuk ke mesin pirolisis → *liquid smoke* anorganik, arang dan tar → *raw material paving-block*. Sebagian padatan organik (50%) + potongan-potongan kayu dan tempurung kelapa → mesin pirolisis → *precursor* pestisida nabati → a) pestisida nabati dalam kemasan; timbulan arang + tar → b) briket.

Kata kunci: sampah, media-tanam, pupuk-pelet, pestisida-nabati.

ABSTRACT

The community's paradigm of solid garbage generated from household activities is generally disposed of so that it is no longer in the environment. Garbage management at the household level depends on the level of education, income, level of understanding and awareness of the dangers of garbage if it is not managed properly. Community members who understand and are aware that garbage disposal is carried out in a structured manner, that is, it is wrapped and disposed of at the household level temporary garbage disposal infrastructure that has been provided, then collected by the environmental level garbage officials to be disposed of at the urban village level temporary garbage disposal sites. Community members who have and/or do not understand and are not aware of the dangers of garbage, are managed by burning it around the house, or wrapping it and dumping it on the side of the road, in vacant land or in the river. Disposing of litter in addition to being an eyesore, causing bad odors and polluting the environment, garbage can be a breeding ground for disease-causing germs. The adverse effects of this action in the short term are polluting the air with dioxan gas, methane and sulfuric acid, in the medium/long term causing outbreaks of diarrheal diseases, leptospirosis,

typhoid fever, bubonic plague and shigellois and can reduce the quality of human life. Changing the mindset of community members regarding unhealthy garbage management and useless garbage is a shared responsibility between the community and village level stakeholders. Authors who have competence supported by research experience and are part of Singopuran residents, are called upon to share knowledge of good management-garbage practices to the community and stakeholders at the Singopuran - Kartasura village level. The author conveyed the innovation of good Management-garbage practices in a discussion forum with village level stakeholders (Village Head, Chair of BPD and Chair of BUMDES). A brief overview of garbage management innovations: generated household garbage (from the kitchen) is put in a (plastic) container → conditioned in front of the house (safe from rain and animal disturbance) → garbage is collected by officials (grobag) → taken to temporary garbage disposal unit (TPS) – Singopuran; at the TPS garbage generated is pre-sorted (manually): logs, iron, glass shards, electronic garbage, sponge sheets, styrofoam and tires) → garbage mixed with plastic and organic materials goes into sorting machines and shredders of organic matter; 1) plastic outer is manually sorted by color → pressing → selling. 2) output of credit organic materials, processed → a) planting media and b) solid organic fertilizer (in the form of pellets) → packaging → sales. Styrofoam, unsold plastic, sponge and rubber enter the pyrolysis machine → inorganic liquid smoke, charcoal and tar → paving-block raw materials. Some organic solids (50%) + pieces of wood and coconut shells → pyrolysis machine → botanic pesticide precursors → a) packaged botanic pesticides; while the generation of charcoal + tar → b) briquettes.

Keywords: garbage, growing-media, pellet-fertilizer, botanic-pesticides.

1. PENDAHULUAN

Sampah adalah suatu benda yang tidak digunakan/dipakai lagi dan tidak disenangi, akan dibuang yang berasal dari aktivitas manusia (WHO); sedangkan menurut Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 dinyatakan sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau dari proses alam yang berbentuk padat. Peningkatan timbulan sampah perkotaan dan wilayah penyangga setiap tahunnya mengalami peningkatan, pola pengelolaan sampah kumpul – angkut – buang, maka akan selalu menumpuk di tempat pembuangan sampah sementara (TPS) maupun di tempat pembuangan akhir (TPA) yang berakibat pada tingkat pencemaran (gambar 5). Peningkatan sampah kalau tidak diikuti ketersediaan prasarana dan sarana pengelolaan sampah yang memadai, akan berdampak pada pencemaran lingkungan udara (gas dioxin, metan dan sulfuric acid), pencemaran air tanah melalui air lindi dan bahkan sebagai sumber berbagai penyakit menular seperti diare, leptospirosis, demam tifoid, penyakit pes, dan shigellois serta dapat menurunkan kualitas hidup manusia.

Kebiasaan masyarakat membakar sampah (gambar 3) dan bahkan tidak menyadari jenis sampah yang cenderung didominasi sampah kimia sintetis (styrofoam, plastik, karet dan lain-lain), akan mengeluarkan gas beracun membahayakan kesehatan dan memperburuk kualitas lingkungan udara, pembakaran sampah plastik menghasilkan gas dioxin yang berbahaya terhadap kesehatan. Senyawa tersebut dapat terbentuk pada pembakaran temperature rendah hingga pembakaran dengan menggunakan incinerator pada temperatur 400 – 600°C (kondisi optimum pembentukan dioksin). Beragamnya komposisi yang terdapat pada sampah, ketika sampah dibakar (proses pembakaran yang tidak stabil) menghasilkan dioksin dan furan, persamaan reaksi: $C + H_2 + Cl_2 + O_2 + N_2 \rightarrow CO_2 + CO + HCl + N_2 + O_2 + PCDD + PCDF$

Pada pembakaran sampah selain dihasilkan karbon dioksida, karbon monooksida, asam klorida juga dihasilkan PCDD (poly-chlorinated dibenzo-p-dioxin) dan PCDF (poly-chlorinated dibenzofuran). Polychlorinated dibenzo-p-dioksin (PCDD) dan polychlorinated dibenzofuran (PCDF) merupakan kontaminan dalam ekosistem global dalam jumlah yang sangat kecil. Senyawa-senyawa tersebut menimbulkan pengaruh yang cukup signifikan bagi lingkungan, keduanya merupakan produk sampingan dari proses pembakaran. Sifat fisik dan kimia PCDD maupun PCDF memiliki 1 – 8 atom klorin yang terikat pada molekul dibenzo-p-

dioksin atau molekul dibenzofuran. Pola penggantian ini menghasilkan 8 homolog dan 75 kongener untuk PCDD dan 135 kongener untuk PCDF.

Dioksin dihasilkan dari pembakaran sampah, gas emisi kendaraan, kebakaran hutan, asap rokok. *PCDD/PCDF* merupakan senyawa yang sangat tahan lama, sebab senyawa ini tidak mudah terurai di alam. Di Amerika Serikat Sebagian besar paparan *dioxin* yang terjadi sekarang merupakan akibat *dioxin* yang terbentuk bertahun-tahun yang lalu. Kalaupun seandainya pembentukan *dioxin* dapat dihentikan saat ini juga, *dioxin* tetap akan berada di lingkungan selama bertahun-tahun mendatang. PCDD/PCDF adalah pencemar multimedia, artinya apabila terlepas ke lingkungan akan mengganggu berbagai keseimbangan komponen lingkungan. PCDD/PCDF bersifat lipofilik artinya kelarutan dalam air yang sangat rendah, maka terkonsentrasi dalam jaringan lemak terutama terikat pada partikulat dan material organik dalam tanah dan dalam biota. Dalam udara PCDD/PCDF sebagai senyawa semi-volatil, artinya dapat dalam fasa gas maupun terikat oleh partikel dari senyawa lainnya. Terjadinya paparan PCDD/PCDF pada manusia melalui: inhalasi, dermal dan oral (konsumsi pangan). Paparan dioksin pada manusia dikaitkan dengan peningkatan resiko luka pada kulit, fungsi hati, perubahan aktifitas enzim dalam hati, metabolisme lemak, penurunan berat badan secara drastis, menurunnya sistem kekebalan (C-AIDS) sehingga menunjukkan tingkat infeksi yang tinggi, ketidak normalan sistem saraf dan endokrin, merupakan teratogen (merupakan agent perusak embrio) dan sangat potensial fetotoksik (toxic agent pada fetus/janin), merupakan potensial promoter proses karsinogenesis hati dan organ lainnya.

Mengingat dampak buruk PCDD/PCDF, maka pembakaran sampah/insinerasi menjadi sumber utama emisi PCDD/PCDF ke dalam lingkungan, sehingga banyak negara memberlakukan pelarangan pembakaran sampah. Ditinjau dari kestabilan fisika, kimia, biologi serta persistensi di lingkungan dalam jangka waktu yang sangat lama. sumber utama dioksin disebut melalui proses pembakaran dan industri, sedangkan sumber sekundernya endapan, lumpur limbah/*biosludge*, kompos, tanah dan terkontaminasi.

Pembakaran styrofoam menghasilkan klorofluorocarbon (CFC), sebagai agent perusak lapisan ozon, yang secara alami bereaksi dengan molekul yang mengandung nitrogen, hidrogen dan klorin, pada hal pembakaran sampah menghasilkan N_2 dan HCl. Klorin yang terlepas dari CFC akan menguraikan ikatan ozon (O_3), sehingga kerapatan lapisan akan berkurang. Penipisan lapisan ozon menyebabkan radiasi sinar UV-B meningkat dan berdampak pada kerusakan sistem perlindungan alami makhluk hidup (manusia, hewan dan tanaman). Pada manusia menyebabkan katarak dan menurunnya kekebalan sel-sel kulit dan berujung pada kanker kulit, menghambat metabolisme tanaman sehingga menghambat pertumbuhan dan kerdil, pada ekosistem perairan berakibat buruk pada distribusi fitoplankton yang menjadi dasar rantai makanan di perairan.

Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah konsep *landfill* berpotensi mencemari air tanah, kontaminan terbawa oleh infiltrasi air melalui tanah. Berdasarkan SNI 19-2454-2002, kriteria jarak TPA dari perumahan terdekat > 500 m, namun kenyataannya perumahan yang jaraknya radius 200 m dari TPA mempengaruhi kualitas air sumur dangkal. Pencemaran lindi terhadap air tanah dangkal, dikarenakan proses difusi, disperse dan adsorpsi, sehingga menimbulkan masalah baru terkait dengan manajemen kualitas lingkungan.



Gambar 1.
Membuang Sampah
Sembarangan Di Lahan
Kosong
Sekitar Pemukiman



Gambar 2.
Membuang Sampah Di
Pinggir Jalan Desa
Penghubung
Ke Jalan Kabupaten



Gambar 3.
Sampah Di Pinggir Jalan
Dibakar



Gambar 4.
Ajakan Tertib Dalam Mengelola Sampah



Gambar 5.
Timbulan Sampah Over Load Di TPS

Pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga yang dikelola melalui konsep *open dumping*, *incenerator* atau dibakar secara konvensional, *sanitary landfill*, belum menjadi solusi yang baik. Praktek pengelolaan sampah yang baik adalah yang mampu meminimalkan penumpukan timbulan sampah di tempat penampungan dan *zero waste*. Konsep *zero waste* merupakan praktek pengelolaan sampah yang baik dengan pendekatan teknologi pengolahan

sampah *recycle* (mendaur ulang sampah), agar dapat dimanfaatkan kembali dan meminimalkan terjadinya kontaminasi di udara, air maupun tanah.



Gambar 6.
Pengelolaan sampah tingkat Rumah Tangga di dapur



Gambar 7.
Pengkondisian sampah tingkat Rumah Tangga siap diambil penggrobag



Gambar 8.
Grobag siap mengumpulkan dan mengangkut sampah Ke TPS

Inovasi Pengelolaan Sampah

Manajemen penanganan sampah yang baik dimulai dari tingkat rumah tangga melalui kegiatan sosialisasi – edukasi perihal kesadaran bahaya sampah, dan manfaatnya apabila dikelola dengan praktek yang amanah, baik, sehat dan indah (gambar 6, 7, 8). Pengelolaan sampah terpadu berbasis kebutuhan masyarakat merupakan suatu konsep pengelolaan sampah yang perencanaan, pelaksanaan dan pengawasannya dilakukan masyarakat melalui lembaga yang dipercaya yaitu BUMDES.

Berdasarkan potret pengelolaan sampah yang sekarang dilakukan (*open dumping*) di TPS tingkat desa dan setelah menumpuk diangkut ke TPA tingkat kabupaten, terdapat beberapa permasalahan:

1. Tidak berimbangnya antara jumlah armada dan petugas dengan volume timbulan sampah,
2. Keterbatasan kapasitas TPS menyebabkan volume timbulan sampah setiap hari *over load*,
3. Ketika TPS tidak beroperasi beberapa hari saja, maka terjadi menumpukan sampah dan menimbulkan bau yang tidak sedap,
4. Biaya operasional pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA cenderung mengalami peningkatan, karena tergantung informasi harga bahan bakar di SPBU dan biaya pemeliharaan armada-armada pengangkut sampah,
5. Rendahnya pengelola sampah dalam hal ini pengurus BUMDES, perihal pengetahuan teknik praktek pengelolaan sampah yang baik,
6. Rendahnya kesadaran masyarakat perihal bahaya sampah apabila tidak dikelola dengan baik,
7. Rendahnya pengetahuan warga masyarakat tentang manfaat sampah apabila dikelola dengan baik
8. Keberatan atau ketidakmampuan diantara warga untuk membayar iuran pengelolaan sampah di tingkat Rukun Tetangga (RT),
9. Budaya turunan terkait pengelolaan sampah, karena lahan pekarangan yang masih luas, sehingga cukup tersedianya *space* untuk tempat pembuangan secara *open dumping* maupun *burning*.

10. Rendahnya pemahaman masyarakat terhadap konsep 3R (Reuse – memakai kembali barang bekas yang masih bisa digunakan; Reduce – berusaha mengurangi sampah; dan Recycle – mendaur ulang sampah menjadi lebih bermanfaat dan meminimalkan limbah).

Uraian di atas dapat dijadikan sebagai rumusan masalah dan bagaimana cara mengelolanya. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat dalam jangka pendek dan jangka panjang. Pada tujuan jangka pendek target yang ingin dicapai adalah memberikan pemahaman kepada masyarakat melalui model pengelolaan sampah yang baik dan benar: 1) masyarakat memahami pentingnya kebersihan dan kesehatan lingkungan, dan 2) pengadaan mesin pemilah plastik secara otomatis dan pencacah bahan organik, 3) mengatasi atau meminimalkan penumpukan sampah di TPS desa, 4) pengadaan mesin pembuat pupuk padat bentuk *pellet*, dan 5) mengolah limbah organik menjadi sarana produksi pertanian (media tanaman dan pupuk padat bentuk *pellet*) unggul dan mandiri (mampu membuat efektif mikroorganisme *** secara mandiri). Target jangka panjang: 1) pengadaan *pyrolysis reactor* untuk mengelola limbah an-organik (styrofoam, plastik tidak laku, karet, spon) menjadi *tar* dan *liquid smoke* yang berguna untuk bahan tambahan pembuatan *buis beton* dan *paving block*. 2) optimalisasi *pyrolysis reactor* untuk pembuatan pestisida nabati dengan bahan baku cacahan bahan organik, potongan papan, balok dan batang kayu, 3) terwujud visi pengelolaan limbah padat dari rumah tangga menjadi produk berkah dan tanpa limbah (*zero waste*), 4) menjadi perusahaan dan konsultan pengolahan sampah terpadu, dan 5) meningkatkan kesejahteraan karyawan dan tim mitra penggrobag. Sanitasi yang bersih, sehat dan indah, dibutuhkan untuk melindungi setiap orang dari faktor yang menimbulkan gangguan kesehatan fisik maupun mental.

2. METODE

Terkait dengan permasalahan sampah tersebut, maka peningkatan peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga menjadi sangat penting, dan program sebagai upaya menumbuh-kembangkan kepedulian dan kesadaran masyarakat terkait pengelolaan sampah dapat dilakukan melalui:

1. Edukasi bahaya sampah apabila tidak dikelola dengan praktek yang baik,
2. Edukasi manfaat sampah apabila dikelola dengan baik,
3. Sosialisasi konsep pengelolaan sampah di TPS desa, termasuk gambaran luaran yang dihasilkan dan pendapatan untuk kemaslahatan bersama.

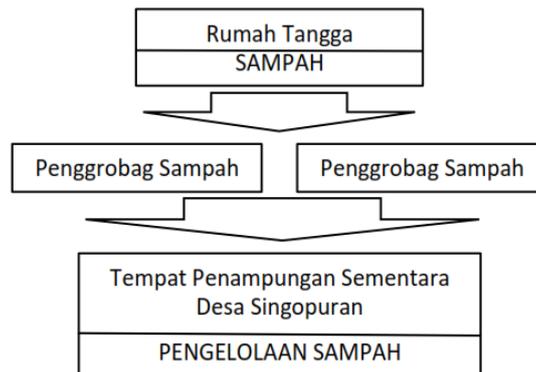
Kegiatan tersebut dilaksanakan secara intensif dan menjadi tanggung jawab *stakeholder* tingkat desa dalam hal ini badan profesional (BUMDES) sebagai pengelola TPS desa. Program edukasi dan sosialisasi tersebut diharapkan dapat membentuk dan/atau meningkatkan perilaku masyarakat perihal:

- a. Memahami kebersihan lingkungan/sanitasi melalui pengelolaan sampah tingkat rumah tangga,
- b. Secara aktif berperan dalam mewujudkan kebersihan lingkungan,
- c. Bersedia mengikuti intruksi kerja dalam rangka implementasi standar operasional prosedur (SOP) pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga dan pemeliharaan kebersihan lingkungan,
- d. Dalam hal diantara anggota masyarakat tidak bersedia mengelola sampah di tingkat rumah tangga, karena masih tersedianya lahan pekarangan untuk *land fill*, maka perlu kebijakan terbaik dengan mempertimbangkan pemeliharaan kebersihan lingkungan,
- e. Bersedia dan konsisten ikut membiayai pengelolaan sampah,
- f. Dalam hal diantara anggota masyarakat tidak bersedia atau tidak konsisten membiayai, maka perlu dicari akar permasalahannya dan solusi sebagai kebijakan terbaik yang

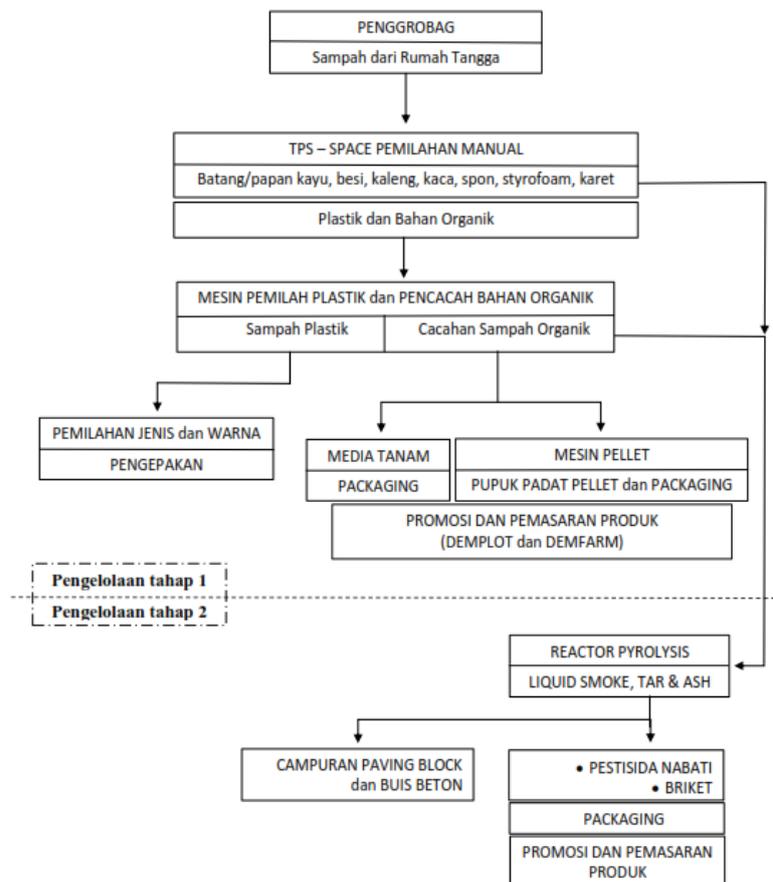
berorientasi pada nilai religious (sedekah BUMDES kepada masyarakat tidak mampu), dengan mempertimbangkan aspek manfaat dari timbulan sampah mereka dan aspek ekonomi secara komprehensif dalam manajemen keuangan TPS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil diskusi antara penulis dengan Kepala Desa, Ketua BUMDES dan Ketua BPD sebanyak 5 kali dan merujuk pada permasalahan sampah terkait dengan cara pengelolannya, maka Penulis menginovasikan model pengelolaan sampah dari rumah tangga secara *good management-garbage practices* (GM-GP):



Gambar 9. Diagram Alir Pengelolaan Sampah Dari Rumah Tangga Ke TPS



Gambar 10. Diagram Alir Desain Teknis Pengelolaan Sampah Di TPS – Singopuran – Kartasura

4. KESIMPULAN

Alhamdulillah atas ridha-Nya model *good management-garbage practices* (GM-GP) di TPS Singopuran – Kartasura telah menjadi kebijakan Kepala Desa bersama dengan Ketua Badan Perwakilan Desa (BPD) dan Ketua Bdan Usaha Milik Desa (BUMDES). Sebagai buktinya *stakeholder* internal tersebut telah memesan peralatan sebagai sarana pengelolaan sampah: 1) mesin pemilah plastik – pencacah bahan organik, dan 2) mesin pembuat pupuk organik padat berupa pellet. Praktek pengelolaan sampah yang baik dalam prosesnya menghasilkan produk daur ulang tidak menimbulkan masalah baru (*zero waste*) dan dekat dengan sumbernya serta menumbuhkan rasa memiliki (*handarbeni/sense of belonging*) serta rasa tanggung jawab anggota masyarakat untuk mengelola sampahnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku *inovator* dan *educator* dalam kegiatan pengabdian masyarakat di Singopuran – Kartasura, mengucapkan terima kasih kepada segenap *stake holder* internal maupun eksternal atas kerjasamanya dan yang telah memfasilitasi kegiatan ini, teriring do'a *baarakallaahu* untuk warga masyarakat Singopuran – Kartasura.

DAFTAR PUSTAKA

- Dian, P.D., Anies, M., Ressay, O., dan Reba, A.P., 2020. Kebutuhan Karbon Aktif Untuk Pengurangan Dioksin Pada Gas Buang Cerobong Incinerator Pengolahan Sampah Domestik. *Jurnal Rekayasa Lingkungan – Pusat teknologi Lingkungan – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*.
- Hayat, Hasan, Z., 2018. Model Inovasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Ketahanan Pangan – Universitas Islam Malang*.
- Idaul, H., Husmah, Gina, H., dan Novita, R.S., 2018. Implementasi sekolah sedekah sampah. *International Journal of Community Service Learning, vol.2 (4) – UNDIKSHA*.
- Muhammad, A.Q., Juita, R.M., Nana, T.M.Br.K., 2019. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dalam Peningkatan Pendapatan Pada Kelompok Ibu-Ibu Asiyah. *Prodikmas – Jurnal hasil pengabdian kepada masyarakat – UMSU*.
- N. Komang., A.A., Sudharto, P.H., dan Safrudin, 2018. Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah UNTAG – Semarang*.
- Priyadi, S., 2008. Teknik Bio-Fertilizer Faeses Melalui Dekomposisi Destilasi Bertingkat Dan Pirolisis Menjadi Saprotan Organik Cair Bebas Coli dan Salmonella. *Laporan Penelitian Kolaborasi – PDAM Surakarta*.
- , 2008. Kajian Produksi Asap Cair (Bio-Oil) dari Sampah Kota Melalui Teknologi Pirolisis dengan Produk Samping Bio-Pestisida dalam Upaya Zero Waste. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing – DRPM-DIKTI*
- , 2010. Inovasi Teknologi Daur Ulang Untuk Membuka Peluang Nafkah Ganda Masyarakat Sekitar T.P.A. Sampah Menjadi Pestisida dan Pupuk Organik dalam Format Asap Cair Study Kasus Di Jumantono – Karanganyar – Jateng. *Laporan Penelitian STRANAS – DRPM-DIKTI*.
- Rafi, A., 2021. Peran BUMDES dalam Pengelolaan Sampah dengan Incinerator dan Komposter di Sumbergondo – Batu. *Jurnal Ekologi, Masyarakat & Sains, vol. 2 (1)*.
- Sri, S., 2010. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. *Prosiding seminar nasional. Fakultas Teknik – Universitas Wahid Hasyim – Semarang*.