
Sistem Pengelolaan dan Pengolahan Limbah Pasar Tradisional Terpadu Guna Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Desa Sumput, Driyorejo, Kab. Gresik

Ahmad Hudaifah, Dosen Program Studi Ekonomi Syariah, Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, Indonesia*

Irvan Adhin Cholilie, Dosen Program Studi Teknologi Agroindustri, Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, Indonesia

Bambang Tutuko, Dosen Program Studi Ekonomi Syariah, Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, Indonesia

Abstract:

The critical issues and mounting problems encountered by local community in Indonesia is regarding with maltreatment and insufficient handling process of residential waste and personal littering. This immense rubbish accumulation is excessively scattered in densely populated urban areas, rural areas, and industrial areas. For the most part, waste management efforts in the most transit and end landfill site are handled by burning garbage, dumping garbage into the riverbank, and mostly transporting tons of disposals and trucks of waste toward the nearest available location for final waste handling. This practice is carried out by considering the quick and inexpensive practicality because such targeted waste can be immediately removed from the existence. The research objective is to assist and produce an excutable and feasible design and program for outskirts market of Sumput with an integrated waste management system method. Based on the diagrammatic scheme proposal, the waste handling system offering and generating monetary income can be obtained by carrying out a holistic waste management starting from surrounding households, market kiosk tenants and buyers. The initiation and applicability of the productive cash waqf funds resulting from fundraising of public donations / various community grants from government agencies and a non-binding transfer of corporate social responsibility. Subsequently, the collectible funds are to be utilized into a waqf savings and supportive membership-based financing administered and vouched by rural cooperative operated with a sharia contract and Islamic principle. The scheme runs inseparably and integrates simultaneously the Garbage Bank of Sumput Village, Gresik Regency and the Productive Plant Management Unit.

Keywords: Garbage; Market; Waqf; Fertilizer; Plants

Abstrak:

Limbah adalah permasalahan yang sering dihadapi oleh masyarakat terutama di negara berkembang seperti Indonesia yang belum membangun sistem pengelolaan limbah rumah tangga dengan baik. Sering dengan peningkatan urbanisasi penduduk menuju pusat aktivitas ekonomi seperti daerah perkotaan, pedesaan, dan kawasan perindustrian. Sebagian besar, tata kelola persampahan oleh masyarakat dilakukan dengan cara dibakar, dibuang ke sungai atau dikirim menuju tempat penampungan sampah. Tujuan utama dari kegiatan dan program pengabdian masyarakat adalah membantu dan memberikan rekomendasi penyelesaian permasalahan sampah di lokasi pasar Sumput Kabupaten Gresik. Analisa kegiatan pendampingan merekomendasikan suatu metode pengelolaan limbah secara terpadu. Berdasarkan skema dari sistem yang dikembangkan, maka potensi pendapatan mampu diperoleh dengan pengelolaan limbah baik di pasar maupun rumah tangga. Modal permulaan untuk melaksanakan operasionalisasi waste to income (sampah-pendapatan) diperoleh dengan penggalangan dana wakaf tunai produktif. Partisipasi pembiayaan sosial tersebut berasal dari masyarakat umum atau donasi/hibah dari

lembaga pemerintah dan CSR Perusahaan. Penghimpunan dana tersebut akan diwujudkan kedalam bentuk Koperasi Simpan Pinjam Wakaf berlandaskan prinsip dan akad syariah. Proposal skemanya adalah dengan mengintegrasikan Bank Sampah Desa Sumput Kabupaten Gresik dengan Unit Pengelola Tanaman Produktif.

Kata Kunci: Sampah; Pasar; Wakaf; Pupuk; Tanaman

*Email Korespondensi: ahmad.hudaifah@uisi.ac.id

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan dan kesehatan di wilayah pemukiman padat dan menjadi bahaya tersembunyi bagi kondisi daya tahan tubuh masyarakat Indonesia adalah limbah hasil sampah rumah tangga. Permasalahan klasik dan berkelanjutan tersebut dialami oleh sebagian besar masyarakat di daerah perkotaan, pedesaan, dan kawasan perindustrian. Dalam perkembangannya, limbah sampah rumah tangga oleh masyarakat diproses dengan pilihan paling praktis dan berbiaya murah. Secara sengaja, beban persampahan tersebut diproses dengan cara pembakaran, pembuangan ke aliran sungai, dan pengumpulan menuju tempat sampah terdekat untuk diangkut secara massal ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Tindakan tersebut yang tidak berkelanjutan dan berorientasi pada lingkungan sebenarnya hanya menyelesaikan masalah sampah secara sementara. Akumulasi dan gundukan sampah berada di zona landfill / TPA secara perlahan tapi pasti menyebabkan penurunan kualitas kebersihan lingkungan. Timbunan sampah yang sudah dihancurkan dan ditutupi dengan metode *dumping*, mengeluarkan gas metan yang mendorong percepatan suatu pemanasan global dan perubahan iklim, karena berbagai penelitian menyimpulkan daya rusak gas tersebut mencapai 23 kali lipat, dibandingkan karbon (Dias, 2009; Sony, 2010, Banowati, 2011).

Sebagai suatu konsekuensi logis dari pertumbuhan penduduk di Kabupaten Gresik yang tinggi, sebagai wilayah industri, maka terjadilah suatu peningkatan volume sampah dan limbah rumah tangga. Ditambah lagi, masyarakat memiliki keinginan, selera dan kecenderungan konsumsi barang dan makanan yang terus meroket, menyebabkan kehadiran timbunan sampah dan limbah rumah tangga. Berbagai jenis buangan akhir dari konsumsi tersebut sangatlah bervariasi dan beragam dengan kadar bahaya yang mengikutinya, sebagai contoh, sampah kemasan plastik dan sejenisnya, dengan sifat berbahaya bagi lingkungan dan sulit diuraikan oleh kandungan tanah. Masyarakat beranggapan sampah rumah tangga adalah suatu sumber dari segala penyakit dan pengelolaannya bukanlah tanggungjawab bersama.

Pada kenyataannya, masyarakat yang cenderung pesimis membuat beban persampahan hanya dipikul oleh pemerintah saja sebagai suatu kebijakan dengan biaya yang mahal. Sistem persampahan yang dipercaiyai dan sudah menjadi tradisi didalam masyarakat selalu berlandaskan pada pendekatan akhir (*end of pipe*), dimana berbagai kotoran limbah sampah dikumpulkan, diangkut, dan dibuang menuju TPA. Masyarakat pada umumnya belum melakukan dan memproses nilai ekonomis pengolahan sampah,

kecuali profesi pemulung. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung di wilayah Pasar Sumput, problematika tersebut juga berlaku bahkan dengan kondisi tingkat keparahan sanitasi dan pencemaran sampah organik dan plastik yang mengkhawatirkan. Secara terus-menerus, pengelola pasar hanya melakukan pembakaran sampah-sampah setelah aktivitas perdagangan di lokasi selesai. Keparahan tersebut sangat menyedihkan justru untuk meminimalisir keluarnya asap hasil pembakaran dilakukan dengan menutup *incinerator* dengan penutup logam seng.

Selain itu, berdasarkan informasi di lapang diperoleh data dan beberapa penjelasan bahwa tidak adanya tempat sampah yang dapat mengakomodir sampah dari masyarakat dilokasi pasar Sumput. Peneliti menemukan banyaknya sampah yang dibuang di area selokan dan halaman pasar. Banyaknya sampah tersebut mengakibatkan timbulnya banjir di pasar Sumput, yang diakibatkan karena tertutupnya sejumlah aliran selokan / drainase oleh sampah-sampah tersebut. Hal ini menjadi latar belakang peneliti untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sistem pengelolaan dan pengolahan sampah yang terpadu. Sistem tersebut bertujuan untuk menciptakan pasar yang bebas dari sampah dan dapat meminimalisir timbulnya banjir. Pengelolaan sampah yang menarik partisipasi aktif masyarakat diharapkan dapat menjadi *income generator* bagi pemerintah desa Sumput. Upaya pengolahan sampah menjadi produk yang berguna seperti kompos dan biogas dapat menjadi alternatif solusi penyelesaian masalah yang terjadi di pasar Sumput.

METODE KEGIATAN

Jenis Penelitian

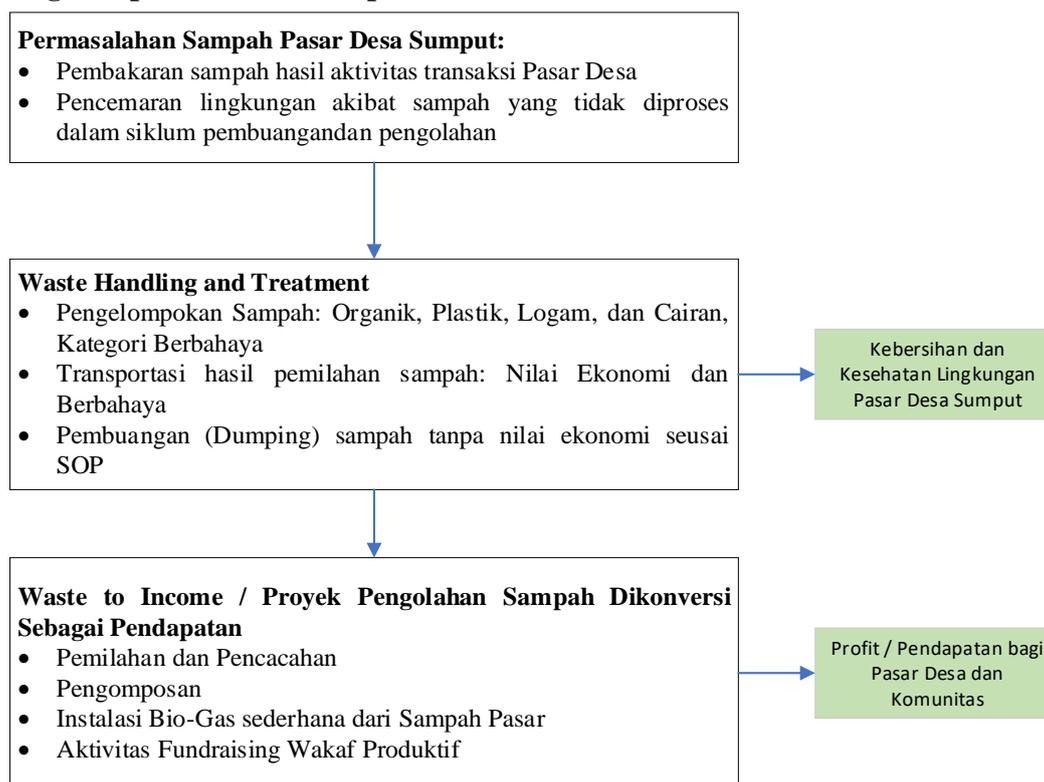
Dalam menjawab rumusan permasalahan dan tujuan penelitian, studi ini menggabungkan pendekatan kualitatif (observasi dan interview) dengan studi pustaka terbatas melalui penyusunan *literature survey*. Berbagai konsep dan gagasan dalam bidang pengelolaan wakaf produktif dan pengelolaan sampah terpadu dianalisa dan dilakukan pengujian penerapan dan kemanfaatannya untuk diterapkan di Pasar Desa Sumput. Untuk menghasilkan rekomendasi yang tepat dan bernilai ekonomi, penelitian ini mencari pandangan ahli dibidang terkait dan mengandalkan persetujuan dan pemahaman pengelola pasar desa dan masyarakat. Keduanya dilaksanakan untuk mendapatkan suatu kerangka hasil sistem pengelolaan sampah yang dapat diterima dan dilaksanakan sepenuhnya oleh komunitas Pasar Desa Sumput. Secara praktis dan implementatif, hasil dari penelitian ini dengan metode yang tepat mampu menghasilkan skema dan began integrasi pengelolaan sampah dan bentuk partisipasi masyarakat sebagai dasar operasional teknis persampahan (SOP Sampah Pasar Desa Sumput).

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini terinspirasi dari aspirasi masyarakat Desa Sumput yang prihatin akan kondisi persampahan yang tidak terkelola dengan baik pada Januari 2019. Konsultasi informal dan tidak resmi telah dilakukan pada priode bulan Februari 2019 – Agustus 2019. Secara efektif, pelaksanaan pendampingan berbasis penelitian aplikatif dan terapan

dilaksanakan pada priode Agustus 2019 sampai Januari 2020. Kesemuanya dilakukan dengan kombinasi kegiatan lapangan (onsite) dan dalam jaringan (onlne). Perubahan bentuk kegiatan disebabkan oleh kesibukan warga dan konsultan ahli yang semakin padat. Tentunya, pemindahan tersebut untuk melakukan penghematan waktu dan sumberdaya bersama.

Kerangka Operasional Konsep



Gambar 1. Diagram Kerangka Kerja Pengabdian Masyarakat Berbasis Penelitian
Sumber: Penulis, 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

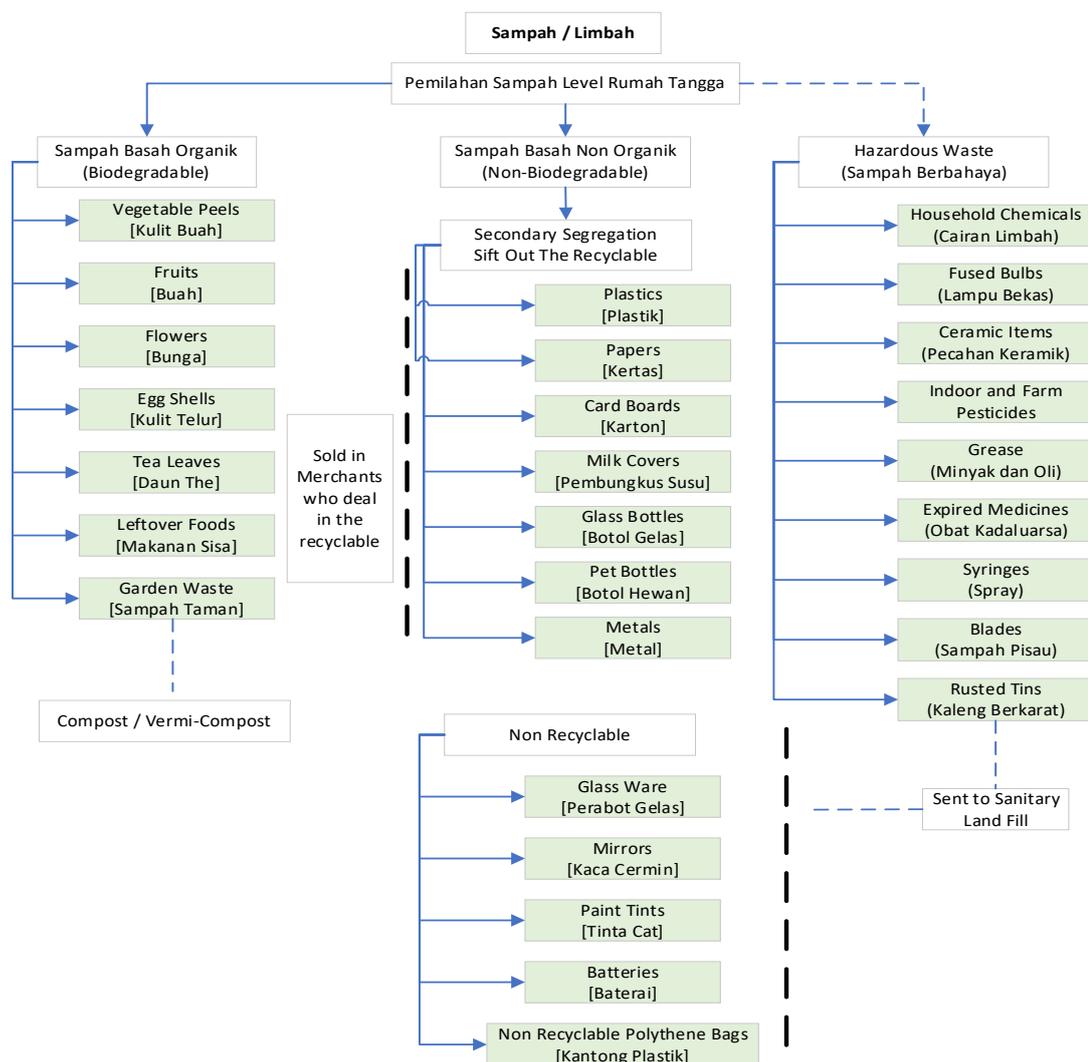
Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dilokasi Desa Sumput adalah memberikan rekomendasi praktis dan terapan berupa operasionalisasi suatu kerangka pengelolaan sampah yang akan diintegrasikan dengan wakaf produktif. Tujuan kegiatan ini melalui rekomendasi yang diusulkan adalah untuk menarik minat masyarakat desa dan mengoptimalkan pendapatan/profit bagi masyarakat yang peduli dalam mengelola sampah. Dengan penerapan kedua konsep tersebut, permasalahan akan insentif dan modal dalam pengelolaan sampah dapat diselesaikan. Sebagai suatu fakta dilapangan bahwa masyarakat perlu didorong oleh semangat moneter (uang) berupa fasilitas penggunaan dana wakaf tunai dan hasil ekonomi (keuntungan) dari pengelolaan sampah. Pengelolaan wakaf tunai dari sumbangan masyarakat umum, pemerintah dan perusahaan dikelola oleh koperasi Desa Sumput. Sedangkan, pengelolaan sampah terintegrasi untuk menghasilkan

pendapatan bagi masyarakat dikelola oleh suatu unit tersendiri tetap berada dibawah koperasi.

Seperti yang terdapat kasus pasar Sumput, pengelolaan sampahnya dilakukan dengan cara dikumpulkan di area tertentu, lalu dilakukan pembakaran. Selain itu, kepedulian masyarakat mengenai lingkungan yang kurang sehingga banyak sampah organik dan anorganik yang berserakan di selokan. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya banjir tahunan di wilayah pasar Sumput. Berdasarkan data persampahan yang berhasil dihimpun oleh tim peneliti, kondisi timbunan sampah diberbagai wilayah Kabupaten Gresik Sebagian besar didominasi oleh sampah organik rumah tangga seperti sisa sayuran dan buah (Wardhani dan Arisandi, 2018). Jumlah sampah organik tersebut diperkirakan bisa mencapai 60 sampai 70 persen dari total sampah yang terdampar diseputar tempat pembuangan sampah sementara dan tidak dapat terproses menuju TPA Ngipik Kabupaten Gresik. Sebagai suatu permasalahan kesehatan, lingkungan dan penataan kawasan, sudah dapat diprediksi bahwa ketiadaan sistem pengelolaan sampah dan partisipasi aktiv masyarakat akan mempercepat bencana banjir akibat sampah dan menjangkitnya penyakit dari kualitas sanitasi yang buruk (Suryati, 2009).

Kunci sukses dan penggerak utama bagi kesuksesan program sampah menjadi pendapatan adalah kedisiplinan dan konsistensi warga (rumah tangga dan pedagang pasar) dalam memilah sampah. Pada fase ini sangat menentukan keberhasilan suatu program dan efisiensi biaya pengolahan sampah yang terukur dan rendah. Beban pengelolaan sampah bernilai ekonomi, berorientasi kesehatan dan kebersihan lingkungan tidak dapat sepenuhnya berada pada garda depan dan tanggungjawab pemerintah. Kesadaran, tindakan nyata dan persistensi keseluruhan pemangku kepentingan sangat menentukan perjalanan sukses atau gagal dari suatu program. Biaya dan investasi yang besar untuk pemilihan teknologi dan metode inovatif dalam pengolahan sampah dapat dikurangi dengan keterlibatan masyarakat dalam memilah sampah dari rumah tangga / hulu-hilir. Pemerintah Desa Sumput Kabupaten Gresik dapat melakukan pelatihan pemilahan sampah pada level rumah tangga kepada seluruh warga dan pedagang pasar, bahkan memberikan buku panduan berupa SOP.

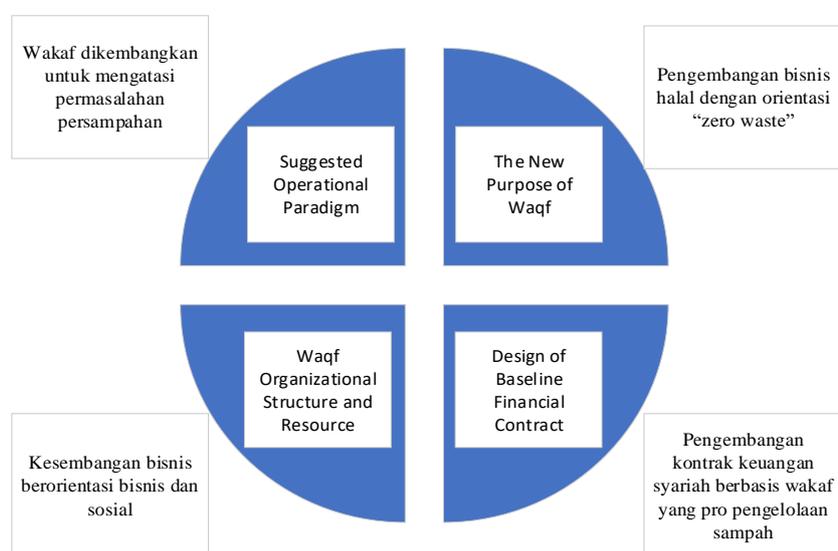
Untuk menjaga konsistensi dan kedisiplinan warga perlu diberlakukan apresiasi bagi yang patuh anjuran pemerintah desa tentang persampahan dan sanksi bagi yang mengabaikannya. Sebagian masyarakat dan pengamat pastilah pesimis tentang pendekatan tersebut karena masyarakat desa pada umumnya akan sangat tidak patuh dan malas untuk melakukan pemilah. Prinsip kedisiplinan memang harus dilakukan secara bertahap konsisten dan tegas. Bagi masyarakat yang lalai dalam memilah sampah dan membuang limbah rumah tangga dan pasar perlu mendapat sangsi sosial tidak dapat mengurus administrasi kependudukan dengan cepat. Warga yang melanggar tetap dilayani tapi diberi jarak waktu lebih lama apabila mau mendapatkan pelayanan cepat maka harus memberiskan dan mengelola pemilahan sampah rumah tangga sesuai anjuran SOP pemerintah Desa Sumput.



Gambar 2. Skema Pemisahan Sampah Rumah Tangga
Sumber: National Institute of Rural Development & Panchayati Raj, 2016

Konsep dan implementasi tentang wakaf adalah solusi dan inovasi tujuan yang baik sesuai dengan *Sharī'ah* (hukum Islam), termasuk untuk penyelesaian permasalahan sampah. Wakaf telah banyak dikembangkan oleh berbagai studi dan kajian untuk mengatasi problematika tentang pembangunan dan kemiskinan di berbagai wilayah di dunia, sebagaimana yang telah dikembangkan oleh Bank Indonesia (BI), Dewan Wakaf Indonesia (BWI) dan Penelitian dan Pelatihan Islam Institute (IRTI) -Islamic Development Bank (IsDB) (2018), Jeddah, tantangan, prinsip, dan aturan tata kelola wakaf yang baik telah ditetapkan. Pengembangan gagasan wakaf kedalam pengelolaan sampah diformulasikan kedalam skema kontrak keuangan Syariah yang terintegrasi dan berkelanjutan melalui komunitas masyarakat desa.

Modal bisnis menjadi faktor pembeda dalam mendirikan wakaf. Model secara umum lembaga wakaf memobilisasi dana wakaf dan mengumpulkan dana ini untuk membangun bisnis dan investasi yang sesuai dengan syariah. Pendapatan hasil bisnis dan investasi digunakan untuk memberikan bantuan darurat, makanan, kesehatan, pendidikan dan lainnya pendampingan bagi segmen masyarakat kurang mampu dan pemberdayaan masyarakat (Alam, 2010). Inisiatif wakaf menangani pengentasan kemiskinan ekonomi, yang merupakan tujuan yang sangat mulia. Pengkaitan antara wakaf produktif dalam persampahan adalah dana wakaf yang terkumpul didesain untuk modal bagi koperasi simpan pinjam desa sebagai fasilitas bagi warga yang bersedia melakukan pemilahan dan pengolahan sampah. Selain fungsi tersebut, dana wakaf terkumpul juga dapat dikembangkan sebagai modal pembelian teknologi pengolah sampah dan penegembangan bisnis terkait persampahan.

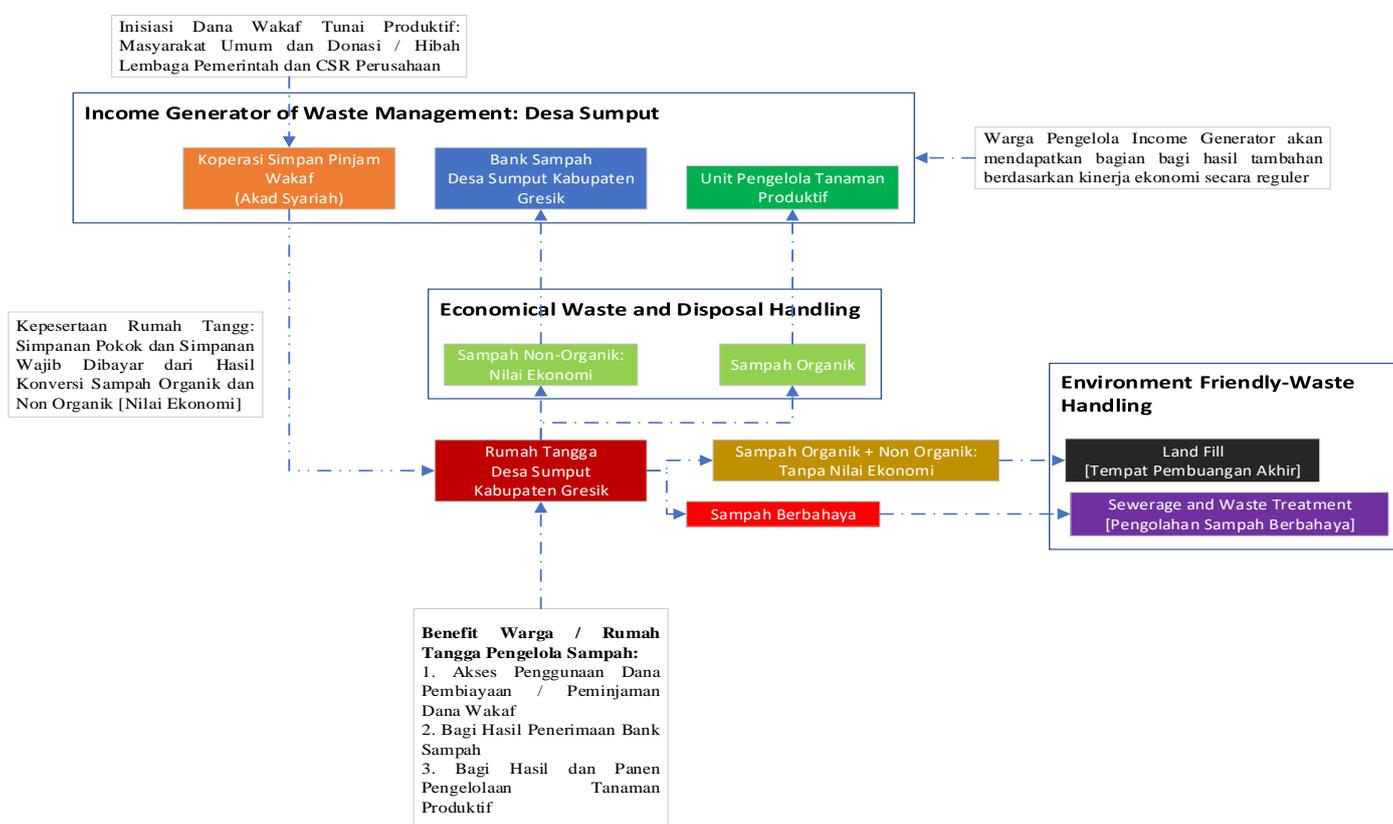


Gambar 3. Kerangka Kerja Produktif dengan Manajemen Wakaf

Sumber: Khan T. 2019

Berdasarkan skema dari sistem yang ditawarkan pendapatan dapat diperoleh dengan melakukan pengelolaan limbah baik di pasar maupun rumah tangga. Inisiasi dari dana wakaf tunai produktif yang berasal dari masyarakat umum atau donasi/hibah dari lembaga pemerintah dan CSR Perusahaan. Dana tersebut akan dirupakan dalam bentuk Koperasi Simpan Pinjam Wakaf dengan akad syariah. Skemanya adalah dengan berintegrasi melalui Bank Sampah Desa Sumpu Kabupaten Gresik dan Unit Pengelola Tanaman Produktif. Warga sebagai pengelola income generator akan mengatur keluar masuk dana yang diperoleh dari hasil usaha bank sampah tersebut. Keseluruhan usulan dan potensi skema dalam integrasi bank sampah, wakaf produktif, koperasi simpan pinjam dan unit kerja composting dan transportasi, telah dikonsultasikan dengan pengurus Desa Sumpu Kabupaten Gresik.

Keikutsertaan rumah tangga dalam keanggotaan simpanan pokok dan simpanan wajib dapat dibayar dengan hasil konversi sampah organik dan anorganik yang bernilai ekonomi. Pengelolaan sampahnya terklasifikasi menjadi 2 kelompok yakni sampah non organik yang berupa botol plastik dan sampah organik yang berupa potongan sayur/buah dan sampah dapur. Sampah anorganik dikelola untuk dijadikan sebagai biji plastik dengan pasar yang cukup menarik bagi pengelola bahan baku *plastic reused* sedangkan sampah organik dimanfaatkan sebagai pupuk kompos oleh unit pengelola tanaman produktif. Sampah-sampah yang berbahaya dan beracun dapat dibantu kelolakan pihak ketiga yakni Pengolahan Sampah Berbahaya, sedangkan sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dikumpulkan di TPA. Adapun benefit yang diperoleh warga/rumah tangga yang melakukan pengelolaan sampah adalah kemudahan akses penggunaan dana pembiayaan/peminjaman dana wakaf, memperoleh bagi hasil penerimaan bank sampah serta memperoleh bagi hasil dan panen pengelolaan tanaman produktif.



Gambar 4. Kerangka Operasional *Productive Waqf Link to Waste Management* (Peneliti)

Pengelolaan sampah dan limbah dalam konteks masyarakat desa berorientasi Syariah (aspirasi keagamaan) dimulai dari level rumah tangga. Sebagaimana dijelaskan dalam kerangka dan panduan operasional diagram di atas. Setiap keluarga dalam rumah tangga berupaya melakukan pengelolaan limbah dan pemisahan sampah berdasarkan klasifikasi sampah *organic (biodegradable waste)*, sampah *non-organic (non-biodegradable waste)* dan sampah berbahaya (*hazardous waste*) sebagaimana. Panduan pengelolaan persampahan yang baik dengan kondisi Indonesia pasti dimulai dari kesadaran dan langkah kongkrit pada level rumah tangga (lihat lebih lanjut Haryaty, (2014); Krismawati (2011); Sembiring, (2017); Sikanna, (2013); Trihadiningrum, (2002) dan Yamtinah, (2002)). Selain pengelolaan sampah pada level rumah tangga masyarakat desa disadarkan dengan gaya hidup sehat sederhana yang berupaya untuk meminimalkan sampah *non-organic* dan tidak perlu. Penjualan nilai sampah diarahkan pada sampah yang memiliki nilai ekonomi untuk didaur ulang dan diproses menjadi kompos dan pupuk bagi penanaman tumbuhan produktif yang dibudidayakan di daerah pedesaan.

KESIMPULAN

Konsep dan implementasi tentang wakaf adalah solusi dan inovasi tujuan yang baik sesuai dengan *Shari'ah* (hukum Islam), termasuk untuk penyelesaian permasalahan sampah. Wakaf telah banyak dikembangkan oleh berbagai studi dan kajian untuk mengatasi problematika tentang pembangunan dan kemiskinan di berbagai wilayah di dunia, sebagaimana yang telah dikembangkan oleh Bank Indonesia (BI), Dewan Wakaf Indonesia (BWI) dan Penelitian dan Pelatihan Islam Institute (IRTI) -*Islamic Development Bank* (IsDB) (2018), Jeddah, tantangan, prinsip, dan aturan tata kelola wakaf yang baik ditetapkan. Pengembangan gagasan wakaf ke dalam pengelolaan sampah diformulasikan ke dalam skema kontrak keuangan Syariah yang terintegrasi dan berkelanjutan melalui komunitas masyarakat desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didanai oleh LPPM Universitas Internasional Semen Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N (2010) *Islamic venture philanthropy: a tool for sustainable community development*. Diakses di <https://ssrn.com/abstract=1565859> or doi: 10.2139/ssrn.1565859.
- Banowati, Eva (2011) *Pengelolaan Sampah Berbasis Komunitas Untuk Konservasi Lingkungan*, Laporan Penelitian, Semarang: LP2M Unnes.
- Centre For Rural Infrastructure National Institute of Rural Development & Panchayati Raj (2016) *Solid Waste Management in Rural Areas: A Step-by-Step Guide for Gram Panchayats*: Rajendranagar, Hyderabad - 500 030. www.nird.org.in

- Dias. Pingkan, L. (2009). Fasilitas Pengolahan Sampah di TPA Jatibarang. Tugas Akhir, Semarang: Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur Undip.
- Haryaty, Tuti (2014) Biogas: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Khan, T (2019) Venture waqf in a circular economy. ISRA International Journal of Islamic Finance, Vol. 11 No. 2, pp. 187-205.
- Krismawati, Amik dan Rika Asnita (2011) Pupuk Organik dari Limbah Organik Sampah Rumah Tangga. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Edisi 3-9 Agustus 2011 No. 3417. Malang. Agroinovasi.
- Sembiring, Srinaita (2017) Tinjauan Sistem Pengelolaan Sampah di Pasar Kota Kabanjahe Kabupaten Karo. Skripsi. Politeknik Kesehatan Medan. Jurusan Kesehatan Lingkungan.
- Sikanna, Rismawaty, dkk (2013) Kajian Teknologi Produksi Biogas dari Sampah Basah Rumah Tangga. Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Tadulako.
- Sony, 2008. *Workshop on Community Based Solid Waste Management in Indonesia*, Makalah, tanggal 16-17 Januari 2008, Jakarta: Balai Kartini.
- Suryati, T (2009) Bijak dan Cerdas Mengelola Sampah. Agromedia Pustaka Indonesia. Jakarta.
- Trihadiningrum, Y (2002) Tentang Penanganan dan Pengelolaan Sampah. Jakarta.
- Wardhani, M.K. dan Arisandi Dwi Harto (2018) Studi Komparasi Pengurangan Timbulan Sampah Berbasis Masyarakat menggunakan Prinsip Bank Sampah di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo. Jurnal Pamator. Volume 11, No. 1, April 2018 Hlm. 52-63.
- Yamtinah, Sri dkk (2006) Studi Pustaka Pemanfaatan Proses Biokonversi Sampah Organik sebagai Alternatif Memperoleh Biogas. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Sumber Energi Hayati di FMIPA UNS.