

Mewujudkan Impian Bebas Sampah Memasuki Era Society 5.0 Menuju Smart City Di Kota Manado

Realizing a Waste-Free Dream Entering the Era of Society 5.0 Towards a Smart City in Manado City

Nio Song Ai^{1*}, Grace Ega Yulianti Lumban Raja², Siti Marfuah³, Karina Preyse Tumoka⁴

^{1*,2,4} Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara

³ Alumni Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas, Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara

^{1*} Corresponding Author e-mail: niosongai@unsrat.ac.id

Abstrak

Pengelolaan sampah yang ada di Kota Manado masih kurang efektif karena tidak mengaplikasikan metode dan teknik pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, sehingga dapat mengganggu kesehatan dan mengganggu kelestarian lingkungan. Karya ilmiah ini bertujuan untuk memberikan solusi dalam penanganan masalah sampah di Kota Manado untuk mewujudkan impian bebas sampah memasuki era Society 5.0 menuju Smart City yang sesuai dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDG's). Gagasan yang tepat untuk permasalahan sampah yang ada di Kota Manado adalah mengubah sampah organik maupun anorganik menjadi energi terbarukan dalam skala kecil yang nantinya dapat dikembangkan menjadi skala yang lebih besar (industri). Gagasan ini dapat mendukung program Kota Manado dalam mewujudkan kota cerdas karena masyarakatnya sudah dibekali oleh edukasi (pengetahuan) dan teknologi. Pengelolaan sampah futuristik dengan perpaduan teknologi dan edukasi di Kota Manado menuju *smart city* merupakan salah satu inovasi yang efektif untuk mengolah sampah dengan teknologi sederhana. Jenis pengelolaan ini memanfaatkan sampah baik organik maupun anorganik yang nantinya dapat digunakan kembali dalam bentuk energi terbarukan berupa *biofuel* dengan teknik pirolisis. Pirolisis adalah teknik pengolahan sampah plastik dengan memanaskan plastik pada suhu kurang lebih 400°C tanpa oksigen yang akan menghasilkan cairan berupa minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Kata Kunci: *Sustainable Development Goals*, biofuel, pirolisis

Abstract

Waste management in Manado City is still ineffective because it does not use environmentally and friendly waste management methods and techniques that can disrupt health and disrupt environmental sustainability. This scientific work aims to provide solutions in handling waste problems in the city of Manado in fulfilling the dream of zero waste entering the era of Society 5.0 towards a Smart City which is in accordance with the goals of Sustainable Development Goals (SDG's). The promising idea for the waste problem in the city of Manado is converting organic and inorganic waste into renewable energy in a small scale which can be developed further into a larger scale (industry). This idea can support Manado City in bringing to a reality of a smart city because the inhabitants are equipped with education (knowledge) and technology. Futuristic waste management with a combination of technology and education in Manado City towards a smart city is one of the effective innovations to process waste with simple technology that utilizes both organic and inorganic waste. This combination will be able to result in renewable energy in the form of biofuels using pyrolysis techniques. Pyrolysis is a plastic-waste-processing technique by heating plastic until the temperature reaches ± 400 °C without oxygen and then producing a liquid oil which can be used as fuel.

Keywords: *Sustainable Development Goals*, biofuel, pyrolysis

Received: 2 Juli 2021

Accepted: 31 Agustus 2021

©2021 Nio Song Ai, Grace Ega Yulianti Lumban Raja, Siti Marfuah, Karina Preyse Tumoka

A. PENDAHULUAN

Produksi sampah di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk,. Salah satunya ialah sampah plastik yang menjadi perhatian saat ini. Indonesia termasuk negara penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia. Kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah di Indonesia mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik (Kholidah *et al.*, 2018).

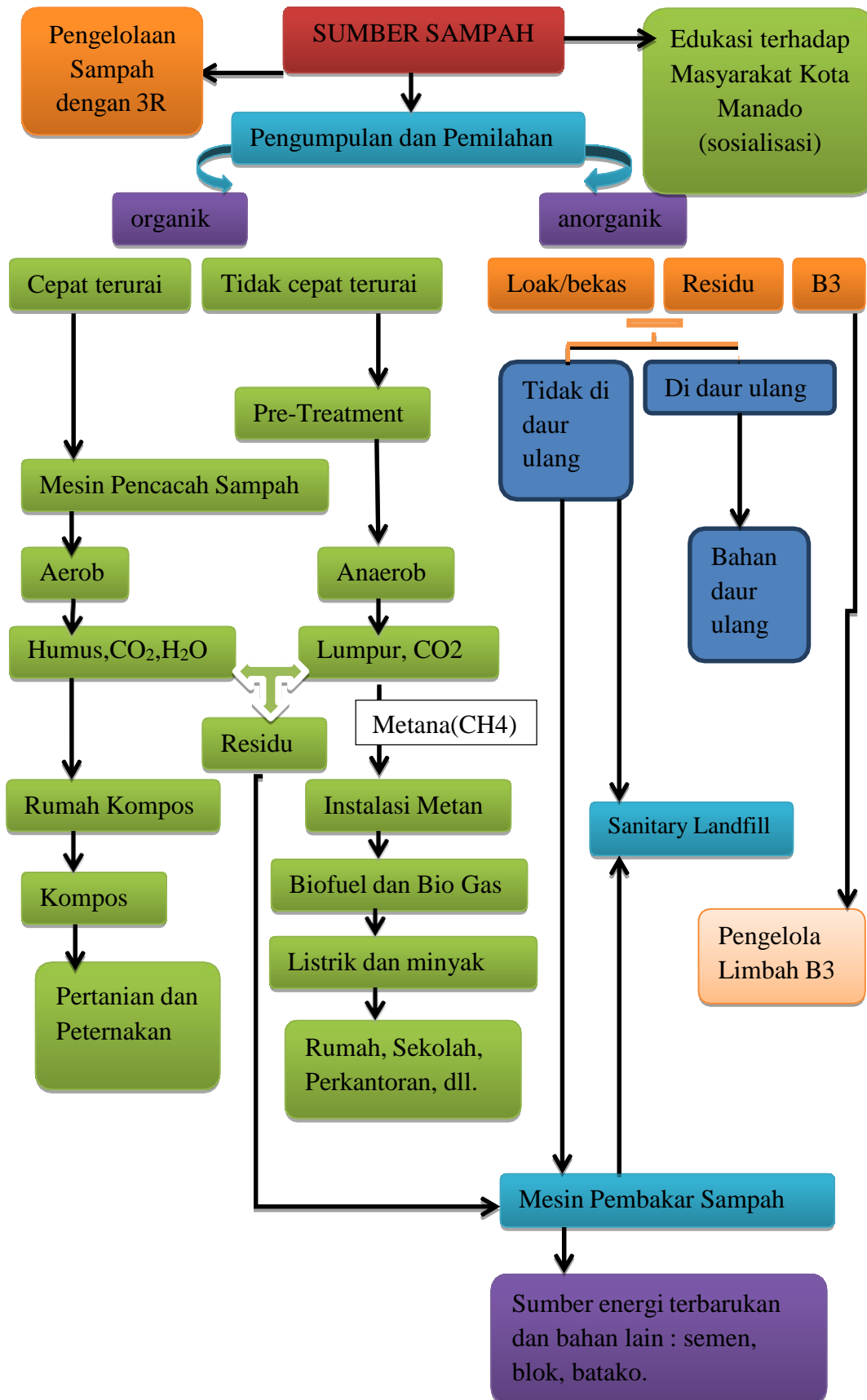
Pertumbuhan dan penyebaran penduduk serta aktivitas masyarakat pada suatu kawasan mengakibatkan peningkatan volume sampah yang dihasilkan, sehingga menimbulkan masalah sosial dalam masyarakat yang berdampak langsung pada lingkungan terkait sampah (Mokodompis *et al.*, 2019). Penduduk Manado di tahun 2011 berjumlah 437.066 jiwa, tahun 2013 meningkat jadi 536.931 jiwa dan tahun 2017 jumlahnya mencapai 600.000 jiwa. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, perkembangan volume sampah di kota Manado pada tahun 2014 berjumlah 828.812 m³, lalu meningkat menjadi 840.960 m³ dan tahun 2017 meningkat menjadi 980.865 m³. Peningkatan volume sampah ini disebabkan oleh adanya pertumbuhan penduduk Manado yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Mokodompis *et al.*, 2019).

Pengelolaan sampah yang ada di Indonesia terutama di Kota Manado masih kurang efektif karena tidak menggunakan metode dan teknik pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan mengganggu kelestarian fungsi lingkungan seperti pengelolaan sampah plastik dengan cara pembakaran dapat menyebabkan pencemaran udara khususnya emisi *dioxin* yang bersifat karsinogenik.

Kebutuhan akan bahan bakar di Indonesia semakin meningkat tetapi ketersediaannya di alam sangat terbatas. Oleh sebab itu Indonesia masih mengimpor minyak dalam bentuk minyak mentah maupun produk kilang atau bahan bakar minyak (BBM) seperti minyak solar atau ADO (*Automotive Diesel Oil*), premium atau bensin, minyak bakar atau FO (*Fuel Oil*), dan minyak tanah untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar dalam negeri. Kondisi ini mengakibatkan beban dan biaya yang harus ditanggung pemerintah Indonesia semakin berat.

Gagasan pemanfaatan teknologi yang didukung dengan edukasi dibutuhkan untuk mewujudkan impian bebas sampah menuju Smart City di kota Manado dan kesiapan memasuki era *Society 5.0*. Seluruh lapisan masyarakat dan pemerintah Kota Manado diharapkan bersinergi dalam mengatasi permasalahan peningkatan volume sampah dan terbatasnya ketersediaan bahan bakar di Kota Manado sesuai dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDG's) yaitu *affordable and clean energy* dan *industry, innovation and infrastructure* untuk semua orang.

B. METODEPELAKSANAAN



Gambar 1. Bagan Alir Pengelolaan Sampah (modifikasi Amalia *et al.*, 2012)

Berdasarkan skema gagasan pada Gambar 1, sampah-sampah yang menjadi sumber permasalahan lingkungan akan diatasi melalui pengelolaan sampah dengan 3R (*reduce, reuse, recycle*) serta dengan memberikan edukasi kepada masyarakat di Kota Manado tentang cara-cara bijak untuk mengolah sampah, misalnya dengan mengadakan sosialisasi atau melakukan pengabdian langsung ke masyarakat di Kota Manado agar masyarakat langsung berperan aktif.

Proses pengolahan sampah ini dapat dilakukan langsung di TPA Sumompow, Manado. Sumber sampah akan dikumpulkan terlebih dahulu, kemudian dilakukan pemilahan untuk memisahkan sampah-sampah organik dengan sampah-sampah anorganik. Sampah yang cepat terurai nantinya akan dapat diolah menjadi kompos dan selanjutnya kompos tersebut dapat digunakan kembali untuk peternakan dan pertanian. Sampah yang tidak cepat terurai akan diolah melalui teknik pirolisis untuk menghasilkan sumber energi terbarukan seperti *biofuel* dan biogas. Pirolisis merupakan proses dekomposisi bahan anorganik melalui proses pemanasan. Hasil dari proses pirolisis ini adalah *liquid fuel* atau bahan bakar minyak. *Liquid fuel* inilah yang nantinya dikomposisikan dengan hasil fermentasi bioetanol dari eceng gondok menjadi bahan bakar minyak yang beroktan tinggi. Sampah tersebut juga dapat menghasilkan biogas yang bisa digunakan menjadi sumber listrik dengan mengolah senyawa metana (CH_4) menggunakan mesin instalasi metan yang diperoleh dari proses anaerob pada sampah. Pengolahan senyawa metan menggunakan mesin digester dan penampung biogas terbuat dari drum plastik dan alat pemurnian biogas dibuat dari pipa paralon dengan panjang 60 cm dan diameter 10 cm yang dilapisi dengan *fiber* (Ritonga *et al.*, 2017). Energi terbarukan ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber energi di rumah-rumah, perkantoran, dan lain-lain.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Manado merupakan kota terbesar kedua di Sulawesi yang terkenal akan keberagaman budayanya dan juga keindahan alamnya, terutama alam bahari. Pada tahun 2010 Manado dikenal sebagai Kota Pariwisata Dunia dan salah satu destinasi yang terkenal adalah Taman Nasional Bunaken yang terkenal akan keindahan bawah lautnya dipenuhi oleh terumbu karang yang beranekaragam. Kegiatan pariwisata yang ada di kota Manado tumbuh pesat dan menjadi salah satu andalan perekonomian kota hingga sekarang. Kondisi ini didukung oleh masuknya Indonesia sebagai anggota MEA (Masyarakat Ekonomi Asean) yang berdampak positif bagi daerah-daerah di seluruh Indonesia, termasuk Kota Manado. Hal ini bisa menjadi salah satu strategi untuk mewujudkan Manado sebagai kota cerdas dan unggul dalam segala bidang. Namun kenyataannya kondisi kebersihan di Kota Manado saat ini masih belum baik dan hal tersebut dapat terlihat di tempat usaha perdagangan, pasar, jalan umum, selokan, pelabuhan, sungai dan tempat-tempat umum lainnya.

Kota Manado juga terkenal dengan berbagai macam makanan khasnya sehingga banyak bermunculan rumah-rumah makan yang tidak hanya membawa keuntungan bagi masyarakat tetapi juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah-limbah hasil pengolahan makanan yang berasal dari rumah makan akan langsung dibuang tanpa diolah, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan (Gambar 2).



Gambar 2. (A). Sampah-sampah dari berbagai tempat akan diangkut menggunakan truk dan akan dibawa ke tempat pembuangan akhir (TPA) Sumompow, (B) dan (C). TPA di Sumompow, Manado. Lingkungan sekitar menjadi tidak sehat dan sampah-sampah yang membusuk menimbulkan aroma yang tidak sedap, (D). Sampah di TPA hanya ditumpuk-tumpuk menggunakan *excavator* tanpa dilakukan pengolahan sampah.

Limbah – limbah tersebut dapat berupa sampah organik maupun anorganik. Limbah organik dapat berupa sisa-sisa makanan seperti sayur, tulang ikan, dan bahan baku lainnya yang dipakai dalam pengolahan makanan, sedangkan limbah anorganik berupa plastik pembungkus makanan, *sterofom*, kaleng dan botol minuman, dan masih banyak lagi. Salah satu bukti nyata bertambahnya volume sampah akibat meningkatnya pariwisata adalah menumpuknya sampah di tempat pembuangan akhir. Sampah – sampah ini menimbulkan aroma yang tidak sedap dan langsung berdampak kepada masyarakat yang tinggal di sekitar tempat pembuangan akhir (TPA). Sampai saat ini pemerintah Kota Manado sudah mulai melakukan program-program kerja untuk mengatasi masalah sampah, tapi belum banyak didukung oleh teknologi dan dasar ilmu pengetahuan dalam pengelolaan masalah sampah. Solusi yang pernah diterapkan oleh pemerintah kota Manado adalah memisahkan antara sampah organik dan anorganik dalam pendekatan melalui penerapan prinsip 3R yaitu *Reduce*, *Reuse* dan *Recycle* dalam menangani masalah sampah organik dan anorganik. Upaya pemisahan sampah dengan prinsip 3R ini tidak dilanjutkan pada saat sampah diangkut ke TPA atau dengan kata lain sampahnya tercampur kembali pada proses pengangkutan, proses pemisahan sampah yang ada di TPA dilakukan oleh para pemulung, seperti botol plastik, kardus, dan sampah anorganik lainnya yang memiliki nilai ekonomis ketika dijual. Penanganan sampah anorganik biasanya mendaur ulang (*recycle*) barang-barang yang sudah tidak dipakai yang nantinya agar memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Semakin meningkatnya volume sampah di tempat pembuangan akhir berdampak bagi lingkungan di sekitarnya. Masalah sampah saat ini sangat kritis, sehingga solusi lain yang

diterapkan pemerintah secara nasional maupun regional di Kota Manado adalah pengurangan penggunaan bahan berdasar plastik, seperti kantong plastik (kresek), botol plastik dan sedotan plastik, digantikan dengan bahan-bahan yang ramah lingkungan yang dalam penggunaannya dapat dipakai secara terus-menerus. Pengetahuan masyarakat mengenai sampah hanya berpusat pada prinsip yang pernah diterapkan oleh pemerintah sehingga pengelolaan sampah ini banyak yang tidak efektif.

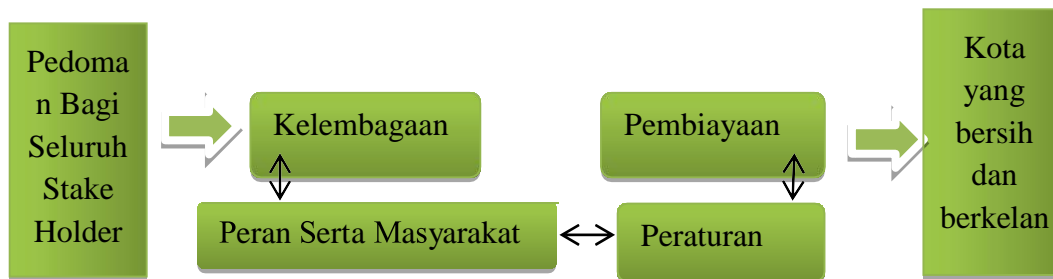
Solusi yang pernah diterapkan dalam pengelolaan kebersihan dalam mengatasi masalah sampah di Kota Manado tidak terealisasi dengan baik, sehingga pemerintah Kota Manado perlu memiliki terobosan yang efektif dan efisien. Terobosan baru yang dapat dilakukan pemerintah kota Manado dalam mengelola sampah untuk terwujudnya impian bebas sampah menuju Smart City adalah konsep rencana pengelolaan sampah dengan tujuan mengembangkan suatu sistem pengelolaan sampah yang modern, dapat diandalkan dan efisien dengan teknologi yang ramah lingkungan. Sistem tersebut harus dapat melayani seluruh penduduk, meningkatkan standar kesehatan masyarakat dan memberikan peluang bagi masyarakat dan pihak swasta untuk berpartisipasi aktif (Egeten *et al.*, 2018). Konsep rencana pengelolaan sampah yang dapat dilakukan pemerintah Kota Manado dengan melibatkan peran Dinas Lingkungan Hidup Kota Manado yang dibantu oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Manado serta masing-masing pemerintah kewilayahan (kecamatan dan kelurahan) dan organisasi RT/RW di Manado (Mokodompis *et al.*, 2019). Konsep ini dapat dimulai dengan pendekatan secara edukatif yang bertujuan untuk menumbuhkan, mengembangkan, dan membina peran serta masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan terutama sampah. Pendekatan edukatif ini dimulai dari diri sendiri dan masyarakat kota Manado yang terdiri dari anak-anak, remaja/dewasa dan ibu rumah tangga.

Pendekatan edukatif yang diupayakan ialah menanamkan kesadaran masyarakat untuk membuang sampah ke tempat sampah dan memisahkan antara sampah organik dan anorganik sekaligus memberikan pemahaman kepada anak-anak sejak dini agar tidak membuang sampah sembarangan dan menyadari dampak negatif yang ditimbulkan dari sampah. Pemilihan duta sampah atau duta lingkungan hidup yang bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup dan Pemerintah kota Manado dapat dilakukan bagi kaum muda. Kesadaran kaum muda untuk peduli lingkungan hidup diharapkan dapat mendukung program-program organisasi-organisasi yang berkecimpung dalam menangani masalah lingkungan yang selanjutnya dapat memajukan Indonesia menjadi lebih baik dalam mengatasi masalah sampah, untuk periode jangka pendek dan panjang di masa yang akan datang. Gagasan ini memberikan kesadaran bagi kaum muda untuk lebih peduli lagi terhadap lingkungan dan sekaligus motivasi dalam mewujudkan produktivitas kaum muda memasuki era Society 5.0. Disamping penggunaan ulang kantong plastik yang masih dalam keadaan baik perlu digalakkan dengan cara membawa kantong plastik sendiri jika berbelanja di toko atau di pasar. Gagasan yang paling tepat yaitu setiap produksi sampah yang dihasilkan baik organik maupun anorganik dapat diolah kembali sebagai sumber energi terbarukan dengan menggunakan teknologi sederhana maupun yang lebih canggih atau lebih modern dengan mempertimbangkan biaya yang harus dikeluarkan.

Memasuki era Society 5.0 menuju Smart City di Kota Manado diperlukan pengembangan teknologi dan peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah. Sistem yang modern dan efisien dengan bantuan teknologi dapat mengambil contoh dari beberapa negara maju ataupun kota-kota lain di Indonesia seperti kota Surabaya. Penggunaan teknologi yang dikembangkan saat ini

kebanyakan dengan metode pirolisis yang nantinya diharapkan dapat membantu permasalahan sampah yang ada di Kota Manado. Gagasan yang tepat yaitu mengubah sampah organik maupun anorganik menjadi energi terbarukan dalam skala kecil yang nantinya dapat dikembangkan menjadi skala yang lebih besar (industri), diharapkan dapat mendukung Kota Manado dalam mewujudkan kota cerdas karena masyarakatnya sudah dibekali oleh edukasi (pengetahuan) dan teknologi pengelolaan sampah yang bijak.

Kota Manado dapat menerapkan model *wastemanagement* seperti yang ada di Surabaya ataupun negara maju lainnya sebagai acuan dalam pengelolaan sampah menuju *smart city*. Prinsip *waste management* yang diterapkan diharapkan dapat menciptakan kawasan yang bersih dan mandiri dalam pengelolaan sampah secara terpadu. Alternatif lain yang dapat juga diterapkan adalah penerapan kembali kebijakan 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace*). Masyarakat juga bisa mendukung kerja petugas kebersihan memenuhi kewajiban membayar retribusi, memelihara kebersihan lingkungan dan dukungan moril kepada petugas kebersihan. Selain itu pengembangan di bidang teknologi dapat dilakukan pemerintah dengan membuat sistem yang mampu mengecek waktu dan lama pengolahan sampah melalui aplikasi yang dibuat dan bekerjasama dengan Kementerian Komunikasi dan Informasi untuk dapat memantau kinerja pemerintah. Gagasan ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah sampah kota Manado demi terwujudnya kota cerdas (Smart City) memasuki era Society 5.0 (Gambar 3).



Gambar 3. Komponen Sistem Pengelolaan Sampah Kota (Amalia *et al.*,2012).

D. KESIMPULAN

Pengelolaan sampah futuristik yang mengkombinasikan teknologi dan edukasi di Kota Manado menuju Smart City merupakan salah satu inovasi yang efektif untuk mengolah sampah. Teknologi sederhana yang memanfaatkan sampah baik organik maupun anorganik yang nantinya dapat digunakan kembali dalam bentuk energi terbarukan berupa *biofuel* dengan teknik pirolisis. Teknik pirolisis merupakan teknik pengolahan sampah plastik dengan memanaskan plastik pada suhu $\pm 400^{\circ}\text{C}$ tanpa oksigen yang selanjutnya akan menghasilkan cairan berupa minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Penerapan teknologi sederhana ini dilengkapi dengan memberikan edukasi yang dapat membuka pemikiran masyarakat agar tidak “memusuhi” atau menganggap sampah hanya memberikan dampak negatif dari lingkungan, namun diperlukan kesadaran dari masyarakat itu sendiri untuk bisa dengan bijak untuk membuang sampah di tempat pembuangan sekaligus dapat mengelompokkan sampah sesuai dengan jenisnya dan tidak mencampur dengan sampah- sampah lainnya atau dengan mengikuti kebijakan 4R (*reduce, reuse, recycle, replace*).

E. DAFTAR PUSTAKA

Amalia R.,Oktopianto Y., Vipriyanti Y. 2012. *Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bantar Gebang*. Jakarta: Universitas Gunadarma.

- Dhokhikah Y., Trihadiningrum Y., Sunaryo S. 2015. Community Participation in Household Solid Waste Reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*. 102:153-162.
- Egeten H., Lumolos J., Sambiran S. 2018. Kebijakan Peraturan Daerah Nomor 7 Tahun 2006 Tentang Pengelolaan Persampahan di Kota Manado. *Jurnal Jurusan Ilmu Pemerintahan*. 1(1):2337-5736.
- Kholidah N., Faizal M., Said M. 2018. Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al₂O₃ as Catalyst. *Science & Technology Indonesia*. 3:1-6.
- Macedo I. C. 2004. *Chapter 10 Converting Biomass to Liquid Fuels: Making Ethanol from Sugar Cane in Brazil*, Energy as an Instrument for SocioEconomic Development, UNDP-EAP.
- Mokodompis Y., Kaunang M., Kasenda V. 2019. Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Kota Manado. *Jurnal Jurusan Ilmu Pemerintahan*, 3 (3): 2337-5736.
- Morgan D. 2005. *Brazil Biofuel strategy pays off as gas price Oil substitutes include sugar cane, corn, soybeans, beets, cornstalls*. The Washington Post, MSNNBC.
- Ritonga A. M., Masrukhi. 2017. Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 10(2):11-22.
- Surono U. B., Ismanto. 2016. Pengelolaan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *J. Mek. Sist. Termal*. 1(1):32-37.
- Thorat P. V, Warulkara S., Sathone H. 2013. Thermofuel – “Pyrolysis of Waste Plastic to Produce Liquid Hydrocarbons”. *Advance in Polymer Science and Technology: An International Journal*. 3(1):14-18.