

PERANCANGAN SCREW SCREEN UNTUK PRODUKSI PUPUK ORGANIK DARI SAMPAH DOMESTIK

M.S. Prasetyo Budi^{1*}, Y. Agus Jayatun²

¹Jurusan Teknik Pertambangan STTNAS Yogyakarta

²Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta

*prasyobudims88@gmail.com

ABSTRAK

Produksi sampah merupakan salah satu masalah yang penting dalam masyarakat modern dan pembuangannya menjadi salah satu masalah lingkungan yang serius. Komposting merupakan salah satu metode pengolahan sampah secara biologis yang banyak digunakan karena lebih ramah lingkungan. Di Mayungan, dusun Salakan, Potorono Banguntapan Bantul, telah dirintis unit pengolahan sampah yang diberi nama Bersih Menjadi Sehat (BMS). Sampah yang diolah di BMS bersumber dari sampah domestik. Di unit komposting, dapat diproses sekitar 80 kg kompos setiap harinya. Salah satu kendala di unit komposting BMS adalah mesin ayakan yang digunakan masih berupa mesin ayakan konvensional dengan hasil ayakan ukuran up size tidak terdistribusi secara merata sepanjang ayakan, sehingga dibutuhkan tenaga manual yang banyak untuk memisahkan hasil ayakan yang down size dengan hasil ayakan yang up size.

Penelitian diawali dengan melihat kondisi mesin ayakan yang sudah ada. Berdasarkan pengamatan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi waktu pengayakan. Faktor pertama adalah ukuran kompos yang upsize tidak terdistribusi secara merata di sepanjang mesin ayakan, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk memisahkan kompos ukuran down size dengan up size. Faktor yang kedua adalah belum adanya ukuran mesh yang berbeda untuk mesin ayakan, sehingga hasil ukuran kompos hanya satu ukuran. Hal ini dapat diatasi dengan memberikan ukuran mesh yang berbeda dalam satu mesin ayakan. Percepatan pengayakan dapat dipacu dengan menambahkan screw di dalam mesin pengayak yang akan mendorong kompos up size terdistribusi sepanjang mesin ayakan sehingga pemisahan kompos dengan ukuran yang berbeda dapat dilakukan secara mekanis.

Hasil penelitian yang berupa rancangan mesin ayakan Screw Screen diharapkan dapat memberikan solusi kepada pengelola sampah BMS untuk memperbaiki mesin pengayak yang sudah ada sehingga dapat memberikan hasil ayakan yang optimal.

Kata kunci : sampah, komposting, mesin pengayak screw

ABSTRACT

Municipal solid waste is the most important problem in a modern community. Large quantities of municipal solid waste (MSW) are produced in modern society and its disposal poses serious environmental, social and economic problems. Biological treatment such as composting is an environmentally and economically solution. Bersih Menjadi Sehat (BMS) is one of municipal solid waste fertilizer producer that was built in Mayungan, Salakan, Potorono, Banguntapan Bantul. BMS composting unit produced about 80 kg organic fertilizer a day. One problem in composting unit of BMS is screen machine. The screen machine only had one size fertilizer and the upsize fertilizer could not distributed in the line of screen. The upsize fertilizer was only gathered in inlet side of screen. This would be longer time to screen fertilizer. It can be solved by attaching a screw in the screen and give two sizes of wiremesh. The first wire mesh was 5 mm and the second wire mesh was 10 mm. Screw that was attached in the screen would be distributed upsize fertilizer in the line of screen machine, therefore fertilizer separation process could be fasten.

Keywords : municipal solid waste, composting, screw screen

PENDAHULUAN

Sampah adalah semua jenis buangan yang bersifat padat atau semi padat yang dibuang karena tidak dipergunakan atau tidak diinginkan. Sampah juga didefinisikan sebagai sesuatu yang tidak dapat digunakan, dibuang, yang berasal dari kegiatan atau aktivitas manusia; sebagian dari benda atau hal-hal yang dipandang tidak digunakan, tidak disenangi atau dibuang, sisa aktifitas kelangsungan hidup manusia.

Sampah didefinisikan sebagai bahan sisa dari aktifitas industri maupun perorangan yang tidak mempunyai nilai. Saat ini ada peningkatan dalam produksi sampah, pengelolaannya, dan pembuangannya. Hal ini menunjukkan bahwa produksi sampah merupakan efek samping dari konsumsi dan produksi yang cenderung mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan ekonomi dan sosial. Lebih jauh ada peningkatan kesadaran terhadap masalah lingkungan, kesehatan, ekonomi, dan sosial yang berkaitan dengan pembuangan sampah. Perlu diberikan perhatian khusus untuk mengolah dan mengelola sampah padat dikarenakan keberadaannya yang melimpah dan berdampak buruk pada lingkungan. Di Malaysia rata-rata jumlah sampah domestik yang dihasilkan sekitar 0,5 kg/orang/hari dan dapat meningkat menjadi 1,7 kg/orang/hari di lingkungan perkotaan. Peningkatan yang signifikan ini menjadi masalah yang serius karena kurangnya lahan untuk penimbunan sampah sehingga perlu dilakukan suatu sistem pengelolaan sampah (Municipal Solid Waste Management). Keberadaan sampah ini juga berdampak buruk pada sumber air, tanah, dan udara dikarenakan munculnya lindi dan bau dari sampah. (Santibanez-Aguilar, dkk., 2013).

Keberlanjutan lingkungan adalah salah satu sasaran penting dari setiap negara, karena berkaitan dengan kehidupan masyarakat dan hak-hak manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Di negara berkembang, pengolahan sampah yang tidak sesuai akan menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius (al-Khatib, dkk., 2015). Produksi sampah merupakan salah satu masalah yang penting dalam masyarakat modern. Sejumlah besar sampah dihasilkan oleh masyarakat modern, dan pembuangannya menjadi salah satu masalah lingkungan yang serius. Sebagai contoh India, menghasilkan sekitar 700 juta ton sampah organik setiap tahun. Tahun 2007, di Cina dihasilkan sekitar 180 juta ton sampah dan terus meningkat dengan kecepatan 8-10% per tahun. Sampah dapat menyebabkan pencemaran yang serius pada lingkungan perkotaan, mengancam kehidupan masyarakat, lingkungan hidup, dan keberlanjutan perkembangan masyarakat. Sejumlah besar sampah dihasilkan oleh masyarakat modern, dan pembuangannya menjadi salah satu masalah lingkungan yang serius (Awasthi, dkk., 2014). Saat ini produksi sampah mencapai 150 juta ton per tahun dengan kecepatan kenaikan produksi sampah mencapai 8-10% per tahun (Zhang, dkk., 2013).

Pertumbuhan wilayah perkotaan yang cepat dengan migrasi populasi yang masiv dari pedesaan ke pusat kota menyebabkan kenaikan produksi sampah. Kecepatan kenaikan produksi sampah, lokasi penimbunan sampah yang terbatas, dan ketatnya peraturan lingkungan untuk pembukaan lokasi baru penimbunan sampah serta incinerator telah meningkatkan biaya pembuangan sampah khususnya di negara berkembang. Karena itu masyarakat dan pemerintah berada dalam tekanan berat untuk menemukan metode pengolahan sampah yang berkelanjutan (Xiao, dkk., 2009). Kolaborasi masyarakat merupakan bagian dari pemahaman mereka terhadap perencanaan pengolahan sampah terpadu (Al-Khatib, dkk., 2015).

Permasalahan pengelolaan sampah ini telah menjadi perhatian pemerintah dengan menerbitkan undang-undang nomer 18 tahun 2008 mengenai pengelolaan sampah. Pertumbuhan wilayah perkotaan yang cepat dengan migrasi populasi yang masiv dari pedesaan ke pusat kota menyebabkan kenaikan produksi sampah. Kecepatan kenaikan produksi sampah, lokasi penimbunan sampah yang terbatas, dan ketatnya peraturan lingkungan untuk pembukaan lokasi baru penimbunan sampah serta incinerator telah meningkatkan biaya pembuangan sampah khususnya di negara berkembang. Karena itu masyarakat dan pemerintah berada dalam tekanan berat untuk menemukan metode pengolahan sampah yang berkelanjutan.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk pengolahan sampah adalah landfill atau penimbunan. Sekitar 65% sampah yang diproduksi dikelola dengan metode penimbunan. Penimbunan membutuhkan sejumlah besar lokasi untuk penimbunan, selain itu juga dapat menimbulkan permasalahan pencemaran sekunder seperti lindi dari timbunan sampah, GHG, dan bau.

Komposting, salah satu metode pengolahan sampah secara biologis banyak digunakan karena lebih ramah lingkungan. Komposting menggunakan mikroba untuk pengolahannya. Ada beberapa kendala yang dihadapi dalam komposting sampah. Kendala pertama adalah belum terpilahnya sampah dari sumbernya. Setidaknya ada beberapa faktor yang mempengaruhi pemilahan sampah dari sumbernya. Pertama pengangkutan sampah dari sumber ke lokasi komposting. Mahalnya transportasi dan ketidakjelasan harga sampah khususnya yang sudah terpilah seperti sampah kertas, plastik, dan sampah organik menjadi satu permasalahan dalam pembiayaan pengolahan sampah. Permasalahan kedua adalah efisiensi administratif, yaitu personal yang menangani administrasi pengolahan sampah biasanya melakukan pekerjaan pengolahan sampah secara sosial. Artinya, pekerjaan pengolahan belum dapat digunakan sebagai suatu pekerjaan profesional yang dapat digunakan

untuk mencukupi kebutuhan, sehingga pekerjaan pengolahan sampah kadang terbengkalai. Kendala yang kedua adalah ukuran sampah yang akan diproses menjadi kompos mempunyai ukuran yang berbeda. Hal ini menyebabkan starter kompos yang ditambahkan menjadi tidak efektif, proses fermentasi menjadi lebih lama, dan kesulitan dalam pengadukan. Kendala ini dapat diatasi dengan cara mencacah sampah sebelum dikomposting menjadi ukuran yang lebih kecil.

Beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mengolah sampah antara lain pirolisis, biogas, dan komposting. Menurut Chen, dkk., (2015), dalam proses pirolisis, energi dapat diperoleh dengan cara yang lebih bersih dari pada pembakaran sampah secara konvensional karena jumlah nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur oksida (SO₂) yang dihasilkan dari proses pirolisis jauh lebih rendah dari pembakaran sampah konvensional. Untuk mengurangi emisi gas ini, kualitas sampah padat yang dipirolisis harus mempunyai kualitas yang baik dengan melakukan pengolahan pendahuluan terhadap sampah sebelum dipirolisis. Dari proses pirolisis ini akan dihasilkan residu yang baik pula. Cabeza, dkk., (2013), menjelaskan bahwa pengolahan secara biologi pada sampah merupakan cara yang paling dapat diterima oleh lingkungan. Pengolahan secara biologi dapat berupa pengolahan menjadi biogas dengan cara anaerob maupun komposting sampah secara aerob.

Salah satu faktor penting dalam pengolahan sampah adalah belum terpisahnya sampah dari sumbernya. Pemilahan sampah menimbulkan penambahan biaya untuk proses pemilahannya. Sangat umum bagi masyarakat membuang sampah dalam kondisi bercampur antara satu material dengan material lainnya. Beberapa material yang umum berada dalam sampah antara lain plastik. Plastik mempunyai dampak yang sangat besar pada lingkungan karena merupakan senyawa yang non-dgradable (tidak dapat hancur), dan menempati ruang yang sangat besar. Selain plastik, material yang sering terdapat pada sampah adalah kertas. Kertas menempati 30-40% total volume sampah padat. Logam juga merupakan salah satu material yang banyak terdapat pada sampah dan merupakan bahan sampah yang dapat didaur ulang. Gelas/kaca adalah material lain penyusun sampah yang dapat didaur ulang. Proses daur ulang kaca harus dipisahkan dari material sampah lainnya. Keuntungan dari daur ulang gelas/kaca adalah mengurangi penggunaan konsumsi energi jika dibandingkan menggunakan silika sebagai bahan baku makanan dan sayur/buah yang ada dalam komposisi sampah sekitar 27-40% (Santibañez-Aguilar, dkk., 2013). Komposisi penyusun sampah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi sampah padat di beberapa negara

Type of waste	USA ^a 2010	Mexico ^b 2009	France ^b 2009	Colombia ^b 2009	American ^c Samoa 2009	China ^d 1993
Paper and cardboard	28,5	14,2	35	22	26,4	3,1
Plastic	12,4	5,8	7	5	12,8	4,9
Metals	9	3,1	5	1	7,9	0,7
Textiles	5,3	1,2	5	4	4,2	2,1
Glass	4,6	6,6	12	2	3,4	2,2
Food wastes	13,9	31,6	21	56	3,78	46,9
Yard trimmings	13,4	9,8	-	10	11,30	-
Others	12,9	27,7	15	-	30,22	40,1

Sumber: Santibañez-Aguilar, dkk., 2013

Aktivitas pengolahan sampah seperti kegiatan seperti pengumpulan sementara, penyimpanan, transportasi, pengolahan, pengolahan dan pembuangan hampir tidak dilakukan di perkotaan karena kurangnya organisasi, sumber daya keuangan, kompleksitas dan Sistem multi-dimensi. Perlu menjadi perhatian bahwa pemusnahan sampah yang tidak terkendali dapat menimbulkan banyak perubahan lingkungan (hujan, matahari, angin), yang berkontribusi dalam menciptakan kondisi tidak sehat. Lindi limbah dan penyebaran bau, yang dapat menimbulkan ancaman bagi kesehatan masyarakat dan menimbulkan pencemaran lingkungan bahaya kesehatan termasuk cedera; 58% dari anak-anak yang diwawancarai telah terluka dari kaca dibuang di jalan-jalan (Al-Khatib, dkk., 2015).

Sejumlah besar sampah domestik dihasilkan oleh masyarakat modern dan pembuangannya dapat menyebabkan masalah yang serius. Komposting merupakan salah satu pemecahan dalam pengolahan sampah domestik. Komposting digunakan secara luas dalam pengolahan sampah domestik. Untuk komposting skala kecil, metode windrow dapat digunakan untuk mengolah sampah menjadi kompos. Waktu yang dibutuhkan sekitar 3-4 bulan, tetapi kualitas dan kematangan kompos tidak pasti. Selama komposting, terjadi dekomposisi senyawa organik. Dekomposisi dan bioksidasi senyawa organik semakin cepat dengan peningkatan suhu. Bioksidasi senyawa organik diawali pada suhu 40oC. Kenaikan suhu mempercepat destruksi mikroba patogen dan benih gulma. Komposting dengan cara natural membutuhkan waktu yang sangat lama sementara volume sampah meningkat dengan cepat dan lahan menjadi lebih sempit (Awasthi, dkk., 2014).

Komposting merupakan proses biologi yang paling sukses untuk mengolah sampah yang penuh dengan bahan yang membusuk. Di Eropa, total sampah domestik yang diproduksi mencapai 239,5 juta ton meningkat hingga 260,7 juta ton dalam jangka waktu 10 tahun yang

setara dengan 524 kg per tahun per kapita di tahun 2008. Di Spanyol, 26,3 juta ton sampah telah dikumpulkan selama tahun 2008. Hal ini setara dengan 465 kg per orang per tahun. Langkah terbaik untuk mengurangi dampak sampah domestik adalah dengan cara meminimasi sampah dari sumbernya. Meskipun semua upaya telah dilakukan, tetapi tidak mungkin mencapai kondisi ini secara sempurna. Karena itu diperlukan alternatif pengolahan sampah, khususnya mengolah sampah busuk setelah dihilangkan atau dipisahkan dari sampah yang dapat didaur ulang. Pengolahan secara biologis merupakan langkah yang paling bisa diterima oleh lingkungan (aerobic composting atau anaerobic digestion). Beberapa studi yang pernah dilakukan dapat dikonfirmasi bahwa kedua cara tersebut dapat memaksimalkan daur ulang dan perolehan kembali komponen sampah. Beberapa studi membuktikan bahwa sumber pemisahan sampah yang diikuti dengan daur ulang (kertas, logam, tekstil, dan plastik) dan komposting atau anaerobic digesting (untuk sampah yang mudah busuk) dapat menghasilkan gas rumah kaca yang paling rendah, dibandingkan pembakaran sampah. Komposting harus mempertimbangkan metode pengelolaan sampah dan proses produksi pada waktu yang bersamaan. Komposting dapat meningkatkan pendapatan dari proses awal (biaya pembuangan/pengumpulan sampah) hingga akhir proses (produk yang dapat dijual). Ada juga hasil penting lain berkaitan dengan penggunaan kompos. Kompos mempunyai nilai nutrisi yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk menutrisi tanah dengan memberikan nutrisi senyawa organik dan menekan penyakit pada tanaman. Kegunaan lain dari kompos adalah sebagai media filtrasi dalam sistem biofiltrasi untuk mengolah senyawa volatil yang menyebabkan sumber bau di industri. Alternatif ini sangat signifikan karena produk akhir dapat digunakan sebagai bagian dari proses itu sendiri. Perlu juga dicatat bahwa selama tahun 2009, komposting mewakili 18% pengolahan sampah di Eropa. Di Spanyol, pada tahun yang sama, sekitar 24% sampah domestik diolah dengan cara komposting dan prosesnya akan terus meningkat selama beberapa tahun terakhir (Cabeza, dkk., 2013).

Komposting dapat dilakukan pada sampah yang sudah dipilah berdasarkan jenisnya, yaitu kertas, logam, plastik, dan kaca. Persyaratan inilah yang menjadi tantangan dalam proses komposting sampah. Faktor yang penting dalam proses penyediaan sampah yang sudah terpilah ini antara lain transportasi, yaitu jarak (kilometer) dan waktu yang harus ditempuh oleh alat transportasi sampah. Faktor lainnya adalah efisiensi administrasi, yang disebabkan karena multi tugas yang dikerjakan oleh petugas pengolah sampah serta kurangnya kerja sama dan pendanaan. Hal ini disebabkan profesi pengolah sampah belum dapat dijadikan sebagai profesi utama. Umumnya penyedia pengumpul sampah dilakukan oleh perorangan dan sampah yang sudah terkumpul langsung dibuang ke TPA. Biaya yang ditentukan oleh jasa

penyedia sampah biasanya bervariasi, dan masyarakat mempunyai kontrol yang lemah terhadap penyedia jasa pengumpul sampah ini (Poldnurd, 2015).

Di Mayungan, dusun Salakan, Potorono Banguntapan Bantul, telah dirintis unit pengolahan sampah yang diberi nama Bersih Menjadi Sehat (BMS). Kegiatan pengolahan sampah yang ada di BMS antara lain bank sampah, pengomposan sampah organik, dan kebun pembibitan tanaman sayur dan buah. Sampah yang diolah di BMS bersumber dari sampah domestik. Sebagian sampah sudah terpilah dari sumbernya, sebagian lagi belum terpilah. Di unit komposting, dapat diproses sekitar 80 kg kompos setiap harinya. Salah satu kendala di unit komposting BMS adalah mesin ayakan yang digunakan masih berupa mesin ayakan konvensional dengan hasil ayakan yang up size tidak terdistribusi secara merata sepanjang ayakan, sehingga dibutuhkan tenaga manual yang banyak untuk memisahkan hasil ayakan yang down size dengan hasil ayakan yang up size. Hal ini menyebabkan pekerjaan pengayakan membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak dan waktu yang lebih lama.

METODE PENELITIAN

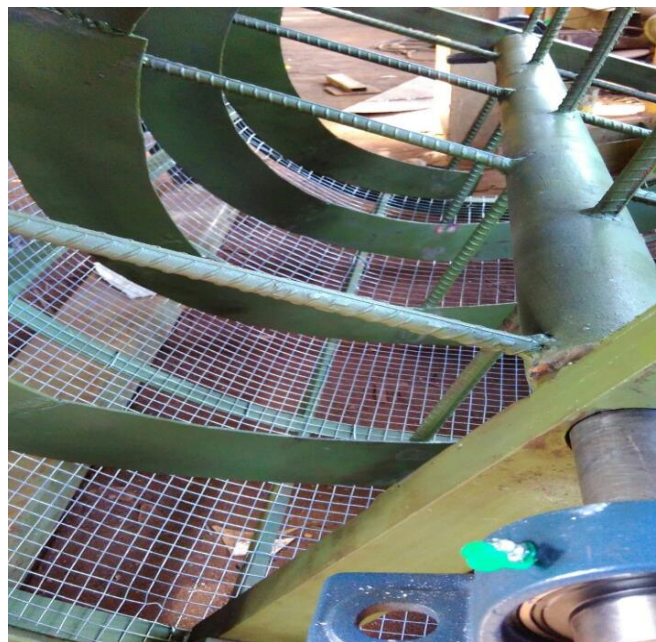
Bahan yang digunakan adalah sampah organik. Penelitian diawali dengan melihat kondisi mesin pengayak yang sudah ada. Mesin pengayak yang ada di BMS Berdasarkan pengamatan, ada tiga faktor yang mempengaruhi waktu pengayakan. Faktor pertama adalah pemindahan hasil komposting ke mesin pengayak dilakukan secara manual. Pemindahan secara manual mengakibatkan lamanya waktu memasukkan feed ke mesin pengayak. Hal ini dapat diatasi dengan memasang belt conveyor dari lokasi komposting ke mesin pengayak. Faktor yang kedua adalah ukuran kompos yang upsize tidak terdistribusi secara merata di sepanjang mesin ayakan, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk memisahkan kompos ukuran down size dengan up size. Faktor yang ketiga adalah belum adanya ukuran mesh yang berbeda untuk mesin ayakan, sehingga hasil ukuran kompos hanya satu ukuran. Kompos yang memiliki ukuran di atas ukuran mesh yang ada akan dipisahkan selanjutnya dihancurkan secara manual untuk kemudian dimasukkan kembali ke mesin pengayak hingga diperoleh ukuran kompos yang seragam. Hal ini dapat diatasi dengan memberikan ukuran mesh yang berbeda dalam satu mesin ayakan. Percepatan pengayakan dapat dipacu dengan menambahkan screw di dalam mesin pengayak yang akan mendorong kompos up size terdistribusi sepanjang mesin ayakan sehingga pemisahan kompos dengan ukuran yang berbeda dapat dilakukan secara mekanis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang berupa rancangan mesin pencacah disajikan dalam gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Rancangan target mesin pengayak pupuk organik dari sampah domestik



Gambar 2. Penampang screw mesin pengayak

1. Spesifikasi Mesin:

Ukuran mesin ayakan: tinggi 100 cm, Panjang 120 cm

Diameter ayakan 80 cm

Power motor penggerak : 5 PK

2. Cara Kerja mesin pengayak :

Mesin pengayak yang dirancang dilengkapi dengan screw dan motor pemutar. Fungsi screw dalam alat pengayak ini adalah untuk mendorong bahan yang akan diayak ke arah depan sehingga hasil ayakan tidak keluar hanya di satu tempat *loading* saja. Screw yang dipasang dalam alat pengayak ini merupakan inovasi dari alat pengayak yang telah dimiliki oleh BMS sebelumnya. Alat pengayak yang telah dimiliki oleh BMS sebelumnya tidak dilengkapi dengan screw, sehingga hasil ayakan hanya keluar dari satu titik *loading* bahan yang akan diayak. Dengan adanya screw yang terpasang dalam alat pengayak yang baru ini, diharapkan proses pengayakan dapat lebih cepat karena hasil ayakan dapat terdistribusi lebih cepat di sepanjang mesin ayakan. Pengguna tidak perlu lagi memindahkan hasil ayakan dari satu titik pemasukan (*loading*) bahan ke titik pengeluaran bahan. Pupuk keluaran hasil ayakan dapat langsung dimasukkan dalam kemasan karena alat pengayak ini dilengkapi dengan 2 (dua) *duct* yang mengarahkan hasil ayakan keluar dari mesin pengayak. Efisiensi tenaga manual yang dibutuhkan menjadi lebih tinggi, karena tenaga manual yang semula harus memindahkan hasil ayakan dari tempat pengayak ke tempat penampung, sekarang dapat langsung memasukkan pupuk di lokasi pengayakan. Kelebihan berikutnya dari mesin pengayak yang baru ini adalah dari segi ukuran yang lebih kecil dan dilengkapi dengan roda, sehingga dapat dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain dengan lebih mudah. Dengan demikian mesin pengayak ini dapat digunakan untuk mengayak pupuk kompos di sumber pembuatannya sehingga lebih efektif dan efisien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin pengayak lama hanya mampu memberikan satu hasil ukuran ayakan, yaitu 1 cm.
2. Mesin pengayak lama tidak dapat mendistribusikan hasil ayakan upsize sepanjang mesin pengayak, sehingga dibutuhkan kerja manual untuk memisahkannya.
3. Kendala ini dapat diatasi dengan merancang mesin pengayak yang dilengkapi dengan screw dengan dua efek ukuran hasil pengayakan.
4. Screw screen yang diletakkan di dalam mesin pengayak dapat mendistribusikan hasil ayakan upsize sepanjang mesin pengayak, sehingga hasil ayakan upsize dapat dikeluarkan disisi lain dari mesin pengayak, tidak perlu pemisahan secara manual.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Pemerintah Republik Indonesia yang telah memberikan bantuan penelitian melalui program hibah penelitian riset terapan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
2. Pengurus Bersih Menjadi Sehat (BMS), Potorono, Salakan, Mayungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khatib, I.A., Kontogianni, S., Nabaa, H.A., Alshami, N., Al-Sari, M.I., 2015, **Public perception of hazardousness caused by current trends of municipal solid waste management**, *Waste Management* 36, pp.323–330
- Awasthi, M K., Pandey, A.K., Khan, J., Bundela, P.S., Wong, J.W.C., Selvam, A., 2014, **Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting**, *Bioresour. Technol.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.048>)
- Burnley, S., Coleman, T., Peirce, A., 2015, **Factors influencing the life cycle burdens of the recovery of energy from residual municipal waste**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.022>
- Cabeza, I.O., López, R., Ruiz-Montoya M., Díaz, M.J., “**Maximising municipal solid waste e Legume trimming residue mixture degradation in composting by control parameters optimization**”, *Journal of Environmental Management* 128, pp.266-273
- Chen, D., Yin, L., Wang, H., He, P., 2015, **Reprint: Pyrolysis technologies for municipal solid waste: A review**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.022>
- Pemerintah RI, 2008, **Undang-undang Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah**, hlm.3
- Poldnurk, J., 2015, **Optimisation of the economic, environmental and administrative efficiency of the municipal waste management model in rural areas**, *Resource, Conservation, and Recycling Journal*, 97, pp.55-65
- Santibanez-Aguilar, J.E., Ponce-Ortega, J.M., Gonzales-Campos, J.B., Serna-Gonzales, M., El-Halwagi, M.M., 2013, “**Optimal Planning for The Sustainable Utilization of Municipal Solid Waste**”, *Waste Management* 33, pp.2607-2622