

# PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA DIDUKUNG SISTEM PEMANTAU- AN PENGOMPOSAN OTOMATIS SECARA INTERNET OF THINGS

Reni Astuti Widyowanti<sup>1</sup>, Fahmi Wiryamarta Kifli<sup>2</sup>, Antonius Moruk<sup>3</sup>, Herawati Oktavianty<sup>1</sup>, Ayunda Gustiani Putri<sup>3</sup>, Rengga Arnalis Renjani<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER)

<sup>2</sup>)Program Studi Manajemen Perkebunan, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER)

<sup>3</sup>)Program Studi Teknik Pertanian, Institut Pertanian Stiper (INSTIPER)

## Article history

Received : 12-08-2022

Revised : 21-09-2022

Accepted : 10-10-2022

## \*Corresponding author

Rengga Arnalis Renjani

Email:

[rengga\\_tepins@instiperjogja.ac.id](mailto:rengga_tepins@instiperjogja.ac.id)

## Abstrak

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan mitra dalam mengelola sampah rumah tangga melalui proses pengomposan secara Internet of Things (IoT). Metode pelaksanaan PKM adalah edukasi-persuasif merupakan pendekatan yang dilakukan kepada masyarakat berupa sosialisasi, pelatihan, dan dilanjutkan dengan pendampingan dalam rangka transfer pengetahuan, teknologi, dan pengelolaan keuangan rumah tangga. Teknologi pengolahan kompos dilakukan dengan mekanisme anaerobik. Komposter didesain dengan mengintegrasikan IoT untuk memonitor pH, suhu, dan kelembaban secara real time, serta menambah bioaktivator EM4 secara otomatis selama proses dekomposisi berlangsung. Teknologi komposter secara IoT sangat memudahkan pekerjaan dan yang terpenting adalah meningkatkan keberhasilan pengolahan sampah rumah tangga menjadi pupuk organik. Selain itu, kegiatan manajemen telah berhasil meningkatkan pemahaman mengenai pentingnya pengelolaan keuangan dalam rumah tangga agar dapat meningkatkan tabungan dan investasi. Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi atau movev, kegiatan ini secara keseluruhan telah menggambarkan perkembangan yang memuaskan. Hasil ini diperoleh dari penilaian masyarakat yang senang dan berhasil membuat kompos dari sampah rumah tangga.

Kata Kunci: Internet of Things; Pengomposan; Manajemen Keuangan; Pupuk Organik; Sampah Rumah Tangga; Sistem Pemantauan

## Abstract

This community service (CS) aims to develop partner skills in managing household waste composting processes integrated into the Internet of Things (IoT). The method of implementing CS is education-persuasive; an approach is taken to the community through socialization, training, and continued assistance in knowledge transfer, technology, and household financial management. Anaerobic mechanisms carry out compost processing technology. The composter is designed by integrating IoT to monitor pH, temperature, and humidity in real-time and add a little EM4 bio activator during the decomposition process. The integrated composter technology through IoT greatly facilitates the work, and the most important thing is to increase the success of processing household waste into organic fertilizer. In addition, management activities have succeeded in increasing the understanding of the importance of financial management in households to increase savings and investments. The results of monitoring this activity have illustrated a satisfactory development. This result was obtained from the social assessment where the people were happy and successfully composted from household waste.

Keywords: Internet of Things; Composting; Financial Management; Organic Fertilizers; Household Waste; Monitoring System

© 2022 Some rights reserved

## PENDAHULUAN

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dilakukan dengan melibatkan kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko, Desa Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY yang berjumlah 65 orang anggota aktif. Anggota PKK tersebut terdiri dari ibu-

ibu yang dikategorikan dalam usia produktif, bergerak pada bidang sosial masyarakat dan sebagian besar merupakan istri petani, wirausaha, dan tenaga kerja serabutan. Pemilihan sasaran ibu-ibu rumah tangga ini dengan pertimbangan bahwa banyak dari mereka yang selama ini belum

mempunyai aktivitas yang produktif, atau belum mampu berkarya untuk mendapatkan penghasilan sendiri.

Berdasarkan hasil observasi masalah dari Tim PKM, permasalahan utama mitra saat ini adalah masih kurangnya pengetahuan, wawasan, pemahaman, dan keterampilan dalam mengelola sampah daun-daun kering yang berasal dari kebun di pekarangan, dan sampah dapur. Akibatnya menimbulkan bau yang kurang sedap, banyak lalat, dan pemandangan yang tidak enak dilihat.

Atas dasar kesulitan yang dihadapi mitra dan potensi sumber daya lokal yang belum dimanfaatkan maka Tim PKM INSTIPER menawarkan solusi memberi pelatihan dan praktik langsung membuat kompos guna memberi nilai tambah pada sampah rumah tangga berupa serasah dedaunan yang ada di pekarangan rumah warga ditambah dengan sampah dapur (Allesch & Brunner, 2014; Baroroh et al., 2015; Shukor et al., 2018).

Program PKM yang ditawarkan kepada Kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko sejalan dengan pendapat Sutarto et al. (2018), yang menyatakan bahwa upaya yang dapat dilakukan untuk peningkatan produktivitas masyarakat dan menjadi lebih mandiri dapat dilakukan dengan menerapkan model pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan berbasis keunggulan lokal. Program PKM yang ditawarkan diharapkan meningkatkan kemampuan dan keterampilan masyarakat (Nalhadhi et al., 2020).

Penerapan pengomposan sekarang telah banyak dilakukan pengembangan, antara lain: pemanfaatan *slurry biogas* untuk dijadikan pupuk organik sebagai media pembawa *Trichoderma harzianum* (Pertiwiningrum et al., 2017), pemanfaatan kulit dan pulp kopi (Dadi et al., 2019), sampah makanan (Al-Rumaihi et al., 2020), dan sampah rumah tangga (Zhou et al., 2020).

PKM kali ini mengaplikasikan teknologi pengolahan kompos dengan mekanisme anaerobik (Hartono et al., 2016). Melalui program PKM ini, komposter telah didesain terintegrasi dengan sistem internet atau *Internet of Things* (IoT) yang digunakan untuk pemantauan pH, suhu, dan kelembaban secara real time, dan untuk menambah bioaktivator EM4 secara otomatis selama proses dekomposisi berlangsung (Amin et al., 2014; Yuniwafi et al., 2012). PKM ini bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan, wawasan, pemahaman, dan keterampilan kelompok Ibu PKK 67 Dusun Karangnongko dalam pengelolaan sampah rumah tangga yang ada di lingkungan sekitar melalui proses pengomposan secara IoT.

Produksi kompos rumah tangga ini diharapkan terus berlanjut agar ibu-ibu PKK mempunyai kegiatan yang produktif, kompos yang dihasilkan selain dapat memenuhi kebutuhan sendiri juga dapat dijual

sehingga dapat menambah penghasilan keluarga. Untuk itu dilakukan pula pelatihan manajemen keuangan rumah tangga.

## METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan program PKM dilakukan melalui pelatihan secara metode edukasi-persuasif yakni pendekatan yang dilakukan kepada masyarakat berupa sosialisasi, pelatihan, serta dilanjutkan dengan pendampingan dalam rangka transfer pengetahuan dan teknologi (Sarasanty & Zulfika, 2021). Metode edukasi-persuasif dilakukan tanpa unsur paksaan dan ikut berpartisipasi aktif. Adapun tahap pelaksanaan PKM dibagi menjadi dua tahap, yakni persiapan dan pelaksanaan (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan kegiatan PKM

### Tahap Persiapan

Tahap pertama kegiatan PKM yakni survei lokasi bertemu dengan mitra untuk pemilihan lokasi tempat pelatihan di dalam kelas maupun praktik yang dilakukan melalui diskusi. Selain itu untuk mengidentifikasi kebutuhan serta kendala yang selama ini dirasakan sehingga membutuhkan transfer teknologi dari Tim PKM Instiper. Langkah selanjutnya adalah koordinasi Tim pelaksana PKM untuk pembagian tugas dari berbagai disiplin ilmu dalam rangka menyelesaikan permasalahan masyarakat yang kompleks. Pemecahan masalah bersama mitra lebih terfokus pada satu permasalahan yang dihadapi dan dapat dikatakan belum maksimal penanganannya yaitu, sampah rumah tangga, dedaunan di pekarangan, maupun biomassa lainnya.

Berdasarkan hasil identifikasi tempat yang telah dipilih pada saat survey awal kegiatan, kemudian dimintakan izin kepada pemilik tempat untuk digunakan sebagai kegiatan PKM. Sosialisasi rencana kegiatan PKM kepada anggota kelompok PKK 67 Dusun Karangnongko dilakukan bersamaan dengan pertemuan rutin RW dan pertemuan rutin pengurus. Proses sosialisasi bertujuan untuk menyebarkan informasi tentang rencana

program, penentuan jadwal kegiatan, dan strategi pencapaian kegiatan PKM.

### Tahap Pelaksanaan

Ceramah, tanya-jawab, dan demonstrasi merupakan tiga metode pendekatan yang digunakan selama pelatihan pengelolaan sampah rumah tangga untuk dijadikan kompos. Metode ceramah dan tanya-jawab interaktif digunakan untuk pelaksanaan kegiatan pelatihan di dalam kelas. Selama pelatihan di dalam kelas juga disiapkan video tutorial pembuatan kompos untuk memudahkan transfer teknologi.

Metode demonstrasi digunakan untuk pelaksanaan pembuatan kompos (Widyowanti et al., 2021b). Berhubung masih dalam kondisi pandemi Covid-19, maka Tim PKM INSTIPER melibatkan kelompok PKK 67 Dusun Karangnongko dalam pembuatan kompos secara *hybrid* (*online* dan *offline*). Pelaksanaan kegiatan *offline* dilakukan maksimal hanya 8 orang anggota. Kegiatan *online* dilakukan untuk meningkatkan keterampilan pengelolaan keuangan rumah tangga dan investasi dengan menggunakan modul pengelolaan keuangan, sehingga kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko tetap tangguh menghadapi dampak pandemi. Adapun materi pengelolaan keuangan rumah tangga antara lain pengelolaan terhadap pengalokasian dana (*allocation of fund*) dan mendapatkan dana (*rising of fund*).

### Tahapan Monitoring dan Evaluasi

Tahapan *mentoring*, evaluasi, dan keberlanjutan kegiatan PKM dilakukan setelah kegiatan pelatihan in class dan praktik. Adapun pemantauan aktivitas ibu-ibu PKK agar berjalan berkelanjutan secara mandiri, dilakukan pendampingan secara *online* melalui group komunikasi berupa *chat* (WA Group), foto, maupun *video call*.

## PEMBAHASAN

### Persiapan

Kegiatan PKM digelar di rumah salah satu pengurus Kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko. Pelaksanaan sosialisasi ini dihadiri oleh tim pelaksana PKM INSTIPER, mahasiswa INSTIPER yang membantu kegiatan, dan anggota kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko. Indikator kinerja program pengabdian adalah meningkatnya kemampuan masyarakat dalam mengolah sampah sehingga bisa menjadi sumber pendapatan lain (Tabel 1). Sosialisasi ini dilakukan untuk menyampaikan maksud dan tujuan dari kegiatan pengolahan sampah rumah tangga.

Tahapan awal kegiatan yakni mempersiapkan peralatan berupa komposter. Komposter yang digunakan merupakan tipe anaerobik atau tanpa

menggunakan udara, oleh sebab itu dalam persiapan komposter ini sangat diperhatikan tiap komponennya agar tidak terjadi kebocoran. Bentuk komposter yang diaplikasikan ke masyarakat tersaji pada Gambar 2.

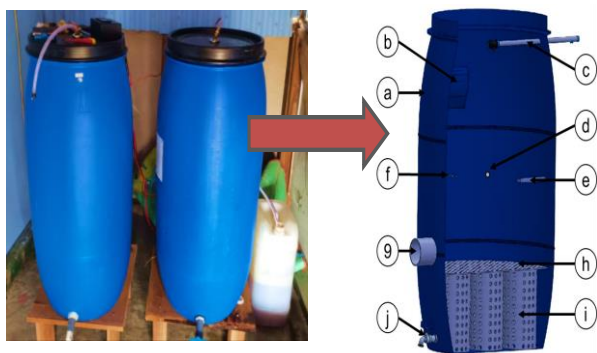
Tabel 1. Indikator kinerja program

Parameter	Ketercapaian target		Cara pengukuran
	Sebelum kegiatan	Sudah kegiatan	
Pengetahuan tentang pemanfaatan limbah	Belum memahami	Sudah memahami	Memahami pengertian limbah beserta jenisnya dan pemanfaatannya.
Proses komposting	Belum memahami	Sudah memahami	Memahami proses komposting dan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi proses komposting.
Monitoring komposting otomatis secara IoT	Belum memahami	Sudah memahami	Memahami dan mampu mengikuti perkembangan teknologi beserta cara pengoperasiannya.
Keterampilan	Belum terampil	Sudah terampil	Melakukan proses komposting dengan teknologi otomatis secara IoT.
Aplikasi pupuk kompos di lahan	Belum tahu	Menjadi tahu	Memberikan pupuk ke tanaman dengan teknik yang tepat.
Manajemen pengelolaan keuangan	Belum memahami	Sudah memahami	Meningkatnya kemampuan mengelola fungsi penggunaan dan mendapatkan dana tambahan sebagai sumber pendapatan lain.

Tahapan selanjutnya setelah komposter selesai dibuat adalah merancang sistem kendali otomatis untuk pemantauan pH, kelembaban dan suhu. Ketiga parameter tersebut digunakan untuk memantau perubahan masing-masing parameter sebelum proses, saat proses, dan hasil akhir dari proses pengomposan. Parameter pH, kelembaban dan suhu terus dikendalikan agar mikroba terus berkembang dan mempercepat dekomposisi (Putra et al., 2021).

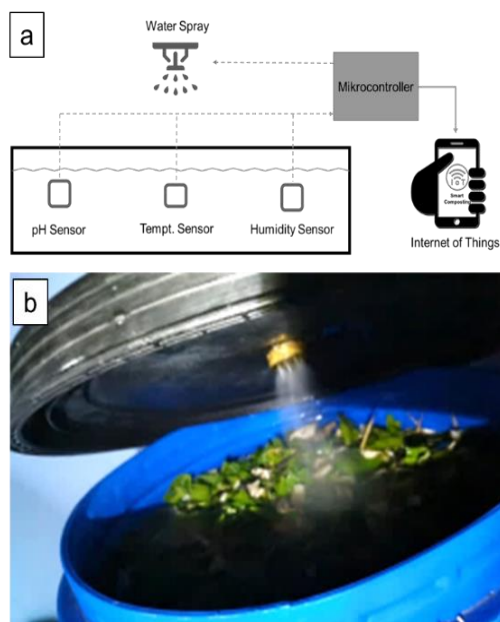
Percobaan sistem kendali otomatis ini (Gambar 3a) didasari oleh masalah kegagalan kelompok Ibu PKK yang selama ini melakukan pengomposan. Kegagalan tersebut terjadi antara

lain karena belum paham tentang proses pengomposan, pemberian air yang terlalu banyak, tidak menambahkan bioaktivator untuk mempercepat dekomposisi, dan tidak memahami parameter yang harusnya dipantau.



**Gambar 2.** Komposter anaerobik (a) drum komposter, (b) pompa, (c) sprayer EM4, (d) sensor suhu, (e) sensor pH, (f) sensor kelembaban, (g) output pengeluaran pupuk, (h) sekat pembatas, (i) dudukan sekat, (j) kran luaran lindi

Adanya sistem kendali ini diharapkan memudahkan untuk memantau perubahan proses dekomposisi biomassa, dan apabila menginginkan tambahan bioaktivator atau EM4 cukup dengan menekan tombol yang ada di *smartphone* (Gubbi et al., 2013; Saarikko et al., 2017). Perintah yang diberikan dari *smartphone* selanjutnya akan menghidupkan pompa, dan EM4 diberikan secara spray (kabut) seperti tersaji pada Gambar 3b.



**Gambar 3.** Sistem pemantauan berbasis IoT (a) skema (b) pemberian EM4 menggunakan sprayer

### Pelatihan in class

Pelatihan *in class* (Gambar 4a) menyampaikan beberapa materi terkait sumber biomassa atau limbah pertanian serta limbah rumah tangga yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pada materi ini diharapkan dapat menambah pengetahuan terkait pemilahan sampah rumah tangga, minimal memilah sampah organik dan anorganik. Sampah organik dari rumah tangga dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik, dan limbah anorganik dapat diolah lebih lanjut (Mallapiang et al., 2020).

Pelatihan ini disampaikan teknologi yang dapat dilakukan untuk mengkonversi biomassa menjadi pupuk organik misalnya dengan cara desinfeksi (Widyawanti et al., 2021a), *vermicomposting*, dan utamanya disampaikan metode untuk *composting* baik secara aerobik maupun anaerobik. Suasana di dalam kelas sangat hidup dengan berbagai pertanyaan yang bersifat teknis, sebab beberapa anggota kelompok PKK RW 67 Dusun Karangnongko pernah mencoba membuat kompos sebelumnya namun belum berhasil.

Pelatihan manajemen keuangan rumah tangga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mengelola fungsi penggunaan dan mendapatkan dana tambahan sebagai sumber pendapatan lain. Muara dari pelatihan ini adalah meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan keluarga (Saparita et al., 2019). Materi yang disampaikan antara lain memberi pemahaman mengenai pentingnya pengelolaan keuangan dalam rumah tangga agar dapat meningkatkan tabungan dan investasi, serta melakukan praktik mencatat penerimaan dan pengeluaran dan membuat anggaran rumah tangga.

### Praktik Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Komposter

Antusiasme dan juga rasa ingin tahu Ibu kelompok PKK RW 67 sangat tinggi, hal ini tergambar dari jumlah peserta yang mengikuti kegiatan praktik adalah 100% hadir, tidak ada yang pulang lebih dahulu sebelum kegiatan berakhir, dan peran interaksi aktif melalui pertanyaan yang disampaikan.

Melalui kegiatan ini ibu-ibu kelompok PKK RW 67 optimis akan berhasil membuat pupuk kompos dan mengoperasikan sistem kendali otomatisnya secara mandiri. Selama kegiatan praktek membuat kompos dari sampah organik, ibu-ibu PKK RW 67 ikut terlibat langsung, baik dalam pengecilan ukuran sampah, menimbang, memasukkan ke dalam komposter, maupun memonitor parameter pengomposan menggunakan *smartphone* (Gambar 4b).

Sampah yang dapat dijadikan kompos antara lain: dedaunan kering, potongan sayuran, dan kulit buah-buahan. Berbagai macam sampah tersebut dicampur, kemudian dimasukkan ke dalam drum

plastik komposter. Pemberian EM4 atau bioaktivator pada komposter dilakukan dengan mengencerkan EM4 sebanyak setengah botol atau 0,6 liter ke dalam jerigen yang berisi air 25 liter, kemudian diaduk merata. Jerigen air yang telah ditambahkan EM4 ini nantinya terhubung dengan pompa dan nozzle sprayer yang berada di bawah tutup drum komposter. Pompa dan sensor terhubung ke mikrokontroler, selanjutnya dikoneksikan ke WiFi.

Smartphone yang telah terkoneksi dengan mikrokontroler selanjutnya menampilkan interface aplikasi yang terdiri dari tombol on/off pompa, pembacaan suhu, kelembaban, dan pH. Proses dekomposisi limbah pertanian yang telah ada di komposter ditunggu hingga 2 bulan hingga proses berjalan maksimal. Pupuk yang sudah terdekomposisi sempurna akan berwarna hitam, tidak berbau sampah, cenderung beraroma segar luaran proses fermentasi, dan remah jika digenggam di tangan. Menurut Widyawanti et al., (2019) pupuk kompos yang baik adalah pupuk yang ion nutrisinya dapat diserap oleh akar tanaman dalam bentuk asam sitrat dan oksalat. Pada umumnya pupuk kompos yang telah dihasilkan memiliki karakter pelepasan nutrisi yang *slow release* dan cocok diaplikasikan pada tanaman tahunan maupun tanaman hortikultura.



**Gambar 4.** Kegiatan pelatihan (a) penyampaian materi di dalam kelas pengelolaan limbah pertanian dan manajemen keuangan rumah tangga (b) praktik pengolahan sampah menggunakan komposter yang terintegrasi sistem IoT di smartphone

### Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi atau monev program terdiri dari monev rutin dan internal (Hertika et al., 2021). Monitoring dan evaluasi rutin dilakukan selama

satu hari sekali oleh Tim dari INSTIPER. Monitoring dilakukan setiap hari untuk mengetahui perubahan suhu, kelembaban, dan pH selama proses dekomposisi. Selain memantau, Tim PKM INSTIPER juga menggali permasalahan yang terjadi, kemudian dicatat dan dilakukan evaluasi untuk menemukan solusinya.

Adapun kegiatan monev internal dilakukan oleh reviewer dari LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) INSTIPER sebanyak satu kali. Monev internal dilakukan untuk melihat perkembangan capaian kegiatan yang telah diterapkembangkan oleh tim PKM INSTIPER. Berdasarkan hasil monev secara keseluruhan telah menggambarkan perkembangan yang memuaskan. Hasil ini diperoleh dari penilaian masyarakat yang senang dan berhasil membuat kompos dari sampah rumah tangga. Kegiatan PKM ini membuat masyarakat merasa terbantu karena dapat meningkatkan pengalaman dalam pembuatan kompos, pengetahuan tentang pengelolaan sampah rumah tangga, pengelolaan keuangan rumah tangga, dan pemantauan pengomposan secara otomatis terintegrasi dengan IoT.

### KESIMPULAN

Pengelolaan sampah rumah tangga merupakan kegiatan yang penting untuk memaksimalkan potensi sampah yang selama ini terbuang begitu saja. Adanya pengabdian masyarakat yang menargetkan kelompok PKK sebagai obyek sekaligus subyek diharapkan mampu menghasilkan produk yang bermanfaat. Teknologi komposter yang terintegrasi dengan sistem internet, sangat memudahkan pekerjaan sebab dapat dilakukan monitoring di mana saja, kapan saja, dan real time, serta yang terpenting adalah dapat meningkatkan keberhasilan dalam mengolah sampah rumah tangga menjadi pupuk organik.

Melalui program yang telah diberikan berupa kegiatan pelatihan di dalam kelas maupun praktik pengolahan sampah ditambah manajemen keuangan rumah tangga, menjadi salah satu solusi untuk kompleksitas permasalahan di tengah Pandemi Covid-19 dan dapat diaplikasikan di tiap-tiap rumah. Program pengabdian masyarakat terus berlanjut sampai pada tahap komersialisasi produk pupuk organik dengan kemasan khusus dan piranti sistem kendali otomatis IoT untuk pengomposan sampah rumah tangga.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta yang telah mendukung dan membiayai seluruh kegiatan pengabdian masyarakat melalui program PKM Internal INSTIPER.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Rumaihi, A., McKay, G., Mackey, H. R., & Al-Ansari, T. (2020). Environmental impact assessment of food waste management using two composting techniques. *Sustainability*, 12(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su12041595>
- Allesch, A., & Brunner, P. H. (2014). Waste Management & Research management: A literature review. *Waste Management & Research*, June, 1–13. <https://doi.org/10.1177/0734242X14535653>
- Amin, M. M., Hashemi, H., Bina, B., Ebrahimi, A., Reza, H., & Ebrahimi, A. (2014). Environmental pollutants removal from composting leachate using anaerobic biological treatment process. *International Journal of Health System and Disaster Management*, 2(3), 136–141. <https://doi.org/10.4103/2347-9019.142191>
- Baroroh, A., Setyono, P., & Setyaningsih, R. (2015). Analisis kandungan unsur hara makro dalam kompos dari serasah daun bambu dan limbah padat pabrik gula ( blotong ). *Bioteknologi*, 12(November), 46–51. <https://doi.org/10.13057/biotek/c120203>
- Dadi, D., Daba, G., Beyene, A., Luis, P., & Van der Bruggen, B. (2019). Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source-separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(3), 263–277. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0256-8>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hartono, D. M., Kristanto, G. A., & Amin, S. (2016). Potential Reduction of Solid Waste Generated from Traditional and Modern Markets. *International Journal of Technology*, 5(2015), 838–846. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v6i5.2016>
- Hertika, A. M. S., Fadjar, M., Widi, S., Permasari, A., & Nugroho, B. A. (2021). Program pemberdayaan PKK melalui program pengembangan sistem akuaponik di Desa Ampeldento, Karangploso, Malang. *Riau Journal of Empowerment*, 4(2), 83–94. <https://doi.org/10.31258/raje.4.2.83-94>
- Mallapiang, F., Kurniati, Y., Syahrir, S., Lagu, A. M. H., & Sadarang, R. A. I. (2020). Pengelolaan sampah dengan pendekatan Asset-Based Community Development (ABCD) di wilayah pesisir Bulukumba Sulawesi Selatan. *Riau Journal of Empowerment*, 3(2), 79–86. <https://doi.org/10.31258/raje.3.2.79-86>
- Nalhadi, A., Syarifudin, S., Habibi, F., Fatah, A., & Supriyadi, S. (2020). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga menjadi Pupuk Organik Cair. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 43–46. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v4i1.2134>
- Pertiwinigrum, A., Budyanto, E. C., Hidayat, M., Rochijan, Soeherman, Y., & Habibi, M. F. (2017). Making organic fertilizer using sludge from biogas production as carrier agent of *Trichoderma harzianum*. *Journal of Biological Sciences*, 17(1), 21–27. <https://doi.org/10.3923/jbs.2017.21.27>
- Putra, D. P., Widyowanti, R. A., Renjani, R. A., & Wahyu, A. (2021). Perombakan Bahan Limbah Kelapa Sawit dengan Metode Vermikompos Decomposition. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(1), 106–112. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2021.v09i01.p11>
- Saarikko, T., Westergren, U. H., & Blomquist, T. (2017). The Internet of Things : Are you ready for what ' s coming ? *Business Horizons*, 60(5), 667–676. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.05.010>
- Saparita, R., Hidajat, E. W., & Apriliyadi, E. K. (2019). Pengembangan ekonomi desa penghasil kopi melalui pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi di Kabupaten Belu. *Riau Journal of Empowerment*, 2(2), 81–91. <https://doi.org/10.31258/raje.2.2.81-91>
- Sarasanty, D., & Zulfika, D. N. (2021). Pendampingan Peningkatan Kualitas Batu Bata dengan Limbah Sekam Padi pada Kelompok Pengerajin di Desa Domas Trowulan Mojokerto. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 175–181. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v5i2.3010>
- Shukor, J. A., Omar, M. F., Kasim, M. M., Jamaludin, M. H., & Naim, M. A. (2018). Assessment of Composting Technologies for Organic Waste Management. *International Journal of Technology*, 9(8), 1579–1587. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i8.2754>
- Sutarto, J., Mulyono, S. E., Nurhalim, K., & Pratiwi, H. (2018). Model Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Kecakapan Hidup Berbasis Keunggulan Lokal Desa Wisata Mandiri Wanurejo Borobudur Magelang. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 27–40. <https://doi.org/10.15294/jpp.v35i1.15091>
- Widyowanti, R. A., Dharmawati, N. D., Hertini, E. S., & Renjani, R. A. (2019). Characterization of Organic Fertilizer Pellet from Slurry of Palm Oil Mill Effluent as Slow Release Fertilizer. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 8(3), 187. <https://doi.org/10.23960/jtpe-l.v8i3.187-197>
- Widyowanti, R. A., Ginting, C., & Renjani, R. A. (2021). The Potential of Biogas Slurry and Palm Oil Mill Effluent Slurry as Slow-Release Fertilizer Pellet Through Densification. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 9(2), 90–99. <https://doi.org/10.18196/pt.v9i2.9588>
- Widyowanti, R. A., Sunardi, Setyorini, T., & Renjani, R. A. (2021). Pendampingan Pembuatan dan Aplikasi Pelet Pupuk Limbah Biogas untuk Tanaman Perkebunan. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 15–21. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v5i1.2632>
- Yuniwati, M., Iskariima, F., & Padulemba, A. (2012). Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi*, 5(2), 172–181. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/977>
- Zhou, X., Yang, J., Xu, S., Wang, J., Zhou, Q., Li, Y., & Tong, X. (2020). Rapid in-situ composting of household food waste. *Process Safety and Environmental Protection*, 141, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.05.039>