

PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DESA DALEMAN KIDUL MELALUI RUMAH SAMPAH DIGITAL NAWASENA KEMALA

Yenny Reiza Fitriana¹
Salsabila Nur Hapsari²
Nadia Syakina³
Fahar Kartiko Kuncoro Jati⁴
Budi Hartono⁵
Universitas Tidar^{1,2,3,4,5}
yenny.reiza.fitriana@students.untidar.ac.id¹
salsblan.hap@students.untidar.ac.id²
nadia.syakina@students.untidar.ac.id³
faharkartiko@students.untidar.ac.id⁴
hartono.budi@untidar.ac.id⁵

ABSTRAK

Pengelolaan sampah di Desa Daleman Kidul, Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, belum optimal meskipun telah terdapat bank sampah di tiga dusun. Permasalahan utama adalah kurangnya kelembagaan yang sistematis dan terintegrasi serta rendahnya partisipasi warga dalam pengolahan sampah. Oleh karena itu, Program PPK Ormawa HMJM FE berupaya membentuk kelembagaan “Nawasena Kemala” sebagai Rumah Sampah Digital tingkat desa yang berfokus pada pengelolaan sampah organik dan anorganik. Melalui pemberdayaan ibu-ibu PKK, pemuda karang taruna, dan warga desa, kegiatan ini mengembangkan keterampilan dalam pengolahan sampah menjadi produk bernilai ekonomis. Hasilnya, warga desa di delapan dusun mampu mengelola sampah secara efektif melalui aplikasi digital dan berkontribusi terhadap peningkatan ekonomi lokal. Program ini berhasil meningkatkan kesadaran lingkungan dan pendidikan warga melalui kegiatan berkelanjutan.

Kata Kunci: Sampah, Nawasena Kemala, Ormawa

ABSTRACT

Waste management in Daleman Kidul Village, Pakis District, Magelang Regency, is not yet optimal even though there are waste banks in three hamlets. The main problem is the lack of systematic and integrated institutions and low community participation in waste management. Therefore, the PPK Ormawa HMJM FE Program seeks to form the “Nawasena Kemala” institution as a village-level Digital Waste House that focuses on managing organic and inorganic waste. Through empowering PKK mothers, youth of Karang Taruna, and village residents, this activity develops skills in processing waste into products with economic value. As a result, villagers in eight hamlets are able to manage waste effectively through digital applications and contribute to improving the local economy. This program has succeeded in increasing environmental awareness and community education through sustainable activities.

Keywords: Garbage, Nawasena Kemala, Student Organizations

PENDAHULUAN

Desa Daleman Kidul, yang terletak di Kecamatan Pakis, Kabupaten Magelang, merupakan desa yang memiliki sepuluh dusun dengan jumlah kepala keluarga sebanyak 858 dan total penduduk sebesar 2.594 jiwa. Wilayah ini memiliki potensi geografis dan iklim yang mendukung kegiatan ekonomi, terutama di sektor pertanian dan kerajinan. Sebagian besar penduduk desa bekerja sebagai petani sayur, pengrajin anyaman bambu, dan pedagang sayur keliling. Profesi-profesi ini menunjukkan adanya ketergantungan yang tinggi terhadap sumber daya alam lokal, namun kondisi ekonomi masyarakat masih tergolong rendah. Rendahnya pendapatan masyarakat ini secara langsung berdampak pada kemampuan akses pendidikan, yang menjadi tantangan utama dalam upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia di desa tersebut (Sari & Haryanto, 2021).

Rendahnya tingkat pendidikan di Desa Daleman Kidul menjadi permasalahan mendasar yang memperparah kondisi ekonomi. Sebagian besar penduduk hanya menempuh pendidikan hingga tingkat SMP. Hal ini diperparah dengan keterbatasan akses jalan dan transportasi menuju fasilitas pendidikan yang memadai. Warga lebih memilih mengalokasikan sumber daya finansial mereka untuk memenuhi kebutuhan pokok daripada membiayai pendidikan anak-anak mereka. Kondisi ini sangat berhubungan dengan kemampuan masyarakat dalam mengoptimalkan potensi desa, yang memerlukan keterampilan dan pengetahuan lebih lanjut agar dapat memberikan dampak ekonomi yang lebih baik (Rahman & Santoso, 2019).

Selain tantangan pendidikan, masalah lingkungan di Desa Daleman Kidul juga menjadi perhatian. Dari sepuluh dusun yang ada, tiga di antaranya telah memiliki bank sampah, yakni Dusun Powan, Dusun Daleman Kidul, dan Dusun Genting. Meskipun demikian, pengelolaan sampah di ketiga dusun tersebut belum optimal. Pengelolaan sampah organik dan anorganik belum dilakukan secara sistematis dan terintegrasi, sehingga produk yang dihasilkan dari pengolahan sampah tersebut belum memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Sebagian besar sampah yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, seperti sisa panen dan kemasan pupuk, tidak diolah dengan baik dan sering kali menumpuk di tepi jalan, menyebabkan pencemaran lingkungan dan menimbulkan bau tidak sedap (Susilawati & Hartono, 2020).

Dari 10 dusun di Desa Daleman Kidul, 3 dusun diantaranya telah memiliki bank sampah, namun pengelolaan sampah organik dan anorganik belum optimal. Dusun yang telah memiliki bank sampah yaitu Dusun Powan, Dusun Daleman Kidul, dan Dusun Genting. Pengelolaan di 3 dusun tersebut belum optimal karena tidak adanya kelembagaan yang sistematis dan terintegrasi, sehingga dalam pengolahannya belum dapat dijadikan produk bernilai ekonomis. Pada analisis aktivitas pekerjaan maupun kegiatan sehari-hari warga Desa Daleman Kidul sebagai petani pastinya menyumbangkan sampah organik maupun anorganik yang cukup besar. Dari kegiatan tersebut, banyak hasil sisa panen dibiarkan di pinggir jalan bahkan terbungkalai begitu saja sehingga menimbulkan bau kurang sedap. Selain itu, penggunaan pupuk kemasan botol dan plastik yang merupakan sampah anorganik selalu bertambah seiring berjalannya aktivitas petani yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Dengan begitu Tim PPK Ormawa HMJM FE membentuk kelembagaan pengelolaan sampah yang dapat membantu warga desa untuk mengelola sampah yang nantinya dapat dijadikan penghasilan tambahan warga desa.

Tim PPK Ormawa HMJM FE menyadari pentingnya membentuk kelembagaan pengelolaan sampah yang dapat membantu warga desa mengelola sampah organik maupun anorganik secara lebih efektif. Kelembagaan ini diharapkan dapat memberdayakan warga desa dan mengubah cara pandang mereka terhadap sampah, bukan lagi sebagai limbah, melainkan sebagai sumber pendapatan tambahan. Pembentukan kelembagaan yang sistematis dan berbasis pada teknologi digital diharapkan dapat menjadi

solusi bagi pengelolaan sampah yang terintegrasi, sekaligus memberikan dampak positif terhadap perekonomian desa (Purnamasari & Nugroho, 2018).

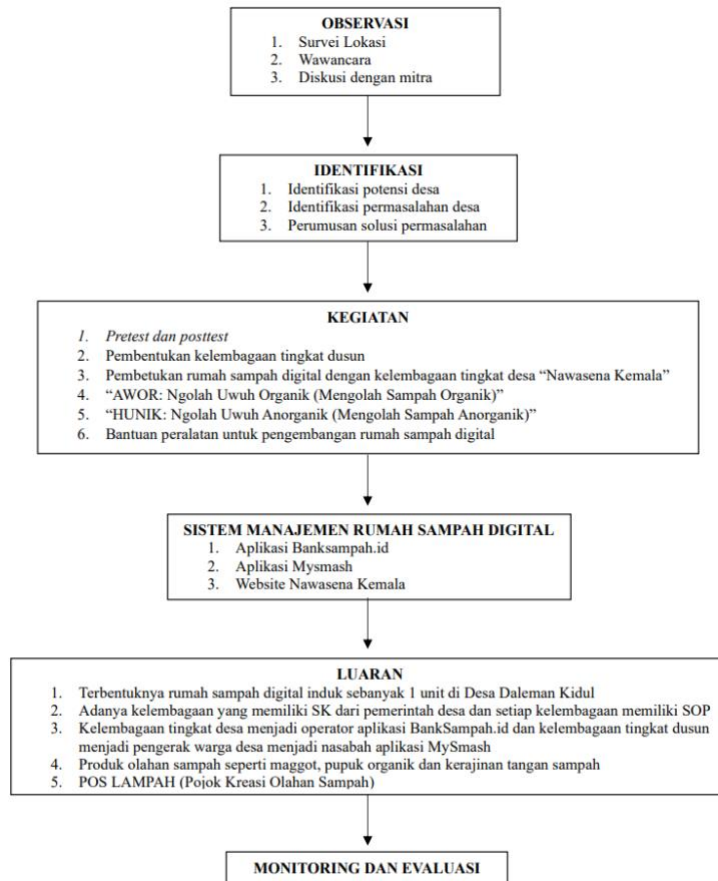
Capaian tujuan program PPK Ormawa HMJM FE adalah mengoptimalkan peran ibu-ibu tiap dusun, pemuda karang taruna tiap dusun dan warga desa pada pembentukan program Rumah Sampah Digital, Membentuk kelembagaan Rumah Sampah Digital di tiap dusun yang berpusat di desa yang nantinya bernama “Nawasena Kemala”, Meningkatkan keterampilan warga desa dalam pengolahan sampah anorganik melalui kegiatan kerajinan tangan serta pengolahan sampah organik melalui kegiatan budidaya maggot dan pembuatan pupuk organik, dan meningkatkan perekonomian warga desa melalui kegiatan menjadi nasabah Rumah Sampah Digital, budidaya maggot, pembuatan pupuk organik dan kerajinan tangan dari hasil pemanfaatan potensi desa.

Selain itu, program ini juga bertujuan untuk meningkatkan keterampilan warga desa dalam pengolahan sampah serta memberikan manfaat ekonomi melalui budidaya maggot, pembuatan pupuk organik, dan kerajinan tangan. Pada akhirnya, program ini diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup warga desa melalui peningkatan perekonomian dan keberlanjutan lingkungan (Wardhani & Wahyuni, 2019). Dengan pengelolaan yang baik, Desa Daleman Kidul dapat menjadi contoh sukses pengelolaan sampah berbasis digital dan pemberdayaan masyarakat.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam kegiatan PPK Ormawa HMJM FE adalah pendekatan partisipatif, di mana anggota masyarakat desa, khususnya karang taruna, ibu-ibu, dan warga desa, dilibatkan secara aktif dalam setiap tahap pelaksanaan program. Kegiatan pemberdayaan ini berfokus pada delapan dusun di Desa Daleman Kidul, yaitu Dusun Powan, Dusun Daleman Kidul, Dusun Genting, Dusun Sabrang Kidul, Dusun Gumuk, Dusun Gunung Setugel, Dusun Dompoyong, dan Dusun Dudan. Setiap dusun memiliki karakteristik sosial dan ekonomi yang berbeda, sehingga metode yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan spesifik masyarakat di masing-masing dusun (Sugiyono, 2018).

Pendekatan kolaboratif ini memungkinkan warga desa untuk berperan serta dalam proses pemberdayaan dan pengambilan keputusan terkait pelaksanaan kegiatan. Melalui teknik observasi partisipatif dan wawancara mendalam, tim pelaksana mampu mengidentifikasi kebutuhan dan potensi setiap dusun, yang kemudian menjadi dasar dalam perancangan program. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya bersifat top-down tetapi juga memperhatikan partisipasi aktif masyarakat sebagai subjek utama dalam pelaksanaan program (Creswell, 2014).



Gambar 1. Metode Penyelesaian Masalah

Gambar 1. menjelaskan terkait metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah desa. Metode persuasif dengan beberapa tahapan digunakan oleh Tim PPKO HMJM FE. Tahapan yang dimaksud meliputi observasi desa, pengumpulan data prioritas permasalahan desa dan identifikasi, penetapan tujuan, perumusan solusi untuk mencapai tujuan, pelaksanaan alternatif solusi, dan monitoring dan evaluasi. Secara garis besar, metode pelaksanaan dan kerangka pemecahan masalah di jelaskan pada Gambar.

Alur Pemberdayaan Masyarakat: 1) Terbentuknya Rumah Sampah Digital ditingkat desa yang bernama “Nawasena Kemala”, dengan nama ini diharapkan dapat menjadikan kelembagaan tingkat desa memiliki masa depan yang cerah dan mampu memberi keuntungan bagi warga desa, 2) Terbentuknya kelembagaan tingkat dusun untuk mengintegrasikan kinerja kelembagaan yang tersistematis, 3) Memberdayakan warga tiap dusun melalui ibu-ibu tiap dusun, karang taruna, dan warga desa dalam pengolahan sampah organik dan anorganik, 4) Menggunakan aplikasi BankSampah.id dan MySmash untuk mempermudah proses pemilahan sampah, 5) Adanya kegiatan pengolahan sampah dapat meningkatkan perekonomian warga dan menunjang pendidikan warga desa yang lebih baik lagi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei pertama menunjukkan bahwa masih belum optimalnya pengelolaan sampah di desa dan belum adanya pengolahan sampah untuk dijadikan produk bernilai ekonomis. Selain itu, didapati bahwa rata-rata warga memiliki pendidikan hanya sampai tingkat SMP dikarenakan faktor ekonomi dan fasilitas

pendidikan yang letaknya jauh. Perbaikan ekonomi warga desa perlu terlebih dahulu diselesaikan untuk mencapai pendidikan yang layak melalui potensi desa dengan melakukan pengolahan sampah yang sistematis dan terintegrasi. Kepala desa sangat berharap permasalahan desa dapat teratasi dan warganya dapat diberdayakan sesuai dengan potensi desa. Harapan kepala desa tertuang pada link video berikut ini <https://youtube.com/watch?v=g1K0U3xx1H0&feature=shared>.



Gambar 2. Pemetaan Kebutuhan dengan Kepala Desa Daleman Kidul

Survei tahap kedua dilakukan dengan tujuan menggali informasi dari narasumber yaitu perangkat desa dan warga desa. Berdasarkan hasil survei lanjutan, diketahui bahwa dari 10 dusun di Desa Daleman Kidul terdapat 7 dusun yang masih belum dapat mengelola sampah, sedangkan 3 dusun lainnya telah melakukan pengelolaan sampah namun belum optimal karena tidak adanya kelembagaan yang sistematis dan terintegrasi. Survei yang telah dilakukan mengenai kondisi lingkungan desa serta karakter warga desa, dapat dijadikan potensi dalam mendukung usulan rancangan kegiatan pemberdayaan, agar nantinya dapat menjadi penggerak ekonomi warga. Dalam hal tersebut perangkat desa menyambut baik usulan tim PPK Ormawa HMJM FE dengan menandatangani surat pernyataan kesediaan kerjasama.



Gambar 3. Eksplorasi Permasalahan dan Solusi dengan Kepala Desa Daleman Kidul

Menurut hasil survei dan analisis bersama perangkat desa ditemukan permasalahan pada pendidikan warga yang kurang mumpuni, karena mayoritas warga hanya mencapai tingkat SMP disebabkan oleh keterbatasan ekonomi. Aktivitas warga menyumbangkan sampah anorganik maupun organik yang cukup besar. Hasil sisa panen yang dibiarkan begitu saja di pinggir jalan sangat mengganggu pemandangan dan menimbulkan bau kurang sedap. Selain itu, penggunaan pupuk kemasan botol menghasilkan sampah anorganik yang selalu bertambah seiring berjalannya aktivitas pertanian. Dari hasil analisis permasalahan tersebut, warga sangat berharap mendapat pendampingan pelatihan mengenai pengelolaan sampah secara mudah melalui sistem digital dan adanya pendampingan pengolahan sampah menjadi produk bernilai ekonomis. Video harapan warga desa dapat diakses melalui laman https://youtube.com/watch?v=n_9QbRIQPk4&feature=shared.

Tim PPK Ormawa HMJM FE mengoptimalkan 3 dusun yang telah memiliki bank sampah dan menambah 5 dusun lainnya untuk dapat melakukan pengelolaan sampah. Empat dusun yang dimaksud ialah Dusun Sabrang Kidul, Dusun Gumuk, Dusun Gunung Setugel, Dusun Dompok dan Dusun Dudan.

Pengoptimalan ini dengan cara membentuk Rumah Sampah Digital yang memiliki nama “Nawasena Kemala” pada tingkat desa dan memiliki kelembagaan tingkat dusun. Jadi, Tim PPK Ormawa HMJM FE memberdayakan 8 dusun dalam Rumah Sampah Digital ini.



Gambar 4. Logo Aplikasi MySmash

Sistem manajemen rumah sampah digital adalah menggunakan aplikasi pengelolaan sampah digital milik PT Solusi Hijau Indonesia yang memiliki aplikasi BankSampah.id dan MySmash. Aplikasi BankSampah.id digunakan untuk memudahkan pengelola tingkat desa dalam pembukuan transaksi kegiatan, pengelolaan, pemanfaatan, dan pemasaran sampah secara digital dan aplikasi MySmash dapat digunakan untuk nasabah tiap dusun per KK.

Dalam pengelolaan sampah organik maupun anorganik terdapat kegiatan yang bernama AWOR dan HUNIK. Kegiatan AWOR: Ngolah Pupuk Organik yang memiliki arti mengolah sampah organik. Sesuai dengan arti namanya yaitu berkumpul, maka karang taruna melakukan pertemuan setiap 35 hari sekali untuk mendiskusikan kemajuan kegiatan setiap dusun sehingga keberhasilan dapat terukur secara sistematis pada setiap bulannya. Kegiatan pengolahan sampah organik dilakukan secara rutin setiap hari dalam pemberian pakan sampah organik dalam budidaya maggot maupun pengolahan pupuk organik. Selain itu, terdapat kegiatan HUNIK: Ngolah Uwuh Anorganik yang memiliki arti mengolah sampah anorganik. Pada kegiatan HUNIK, pengelolaan sampah anorganik dilakukan oleh ibu-ibu PKK dan warga desa untuk menambah nilai ekonomis. Pengolahan sampah anorganik dilakukan 1 minggu sekali untuk mengembangkan keterampilan ibu-ibu PKK dan warga desa dalam membuat kerajinan tangan. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mengembangkan keterampilan warga desa dalam pengolahan sampah organik dan anorganik.

Bukti website “Nawasena Kemala”

Pada bulan Juli hingga Agustus 2024, Tim PPK Ormawa HMJM FE bersama warga membentuk kelembagaan tingkat dusun dengan metode FGD. Hasil dari kegiatan ini adalah terbentuknya kelembagaan tingkat dusun yang memiliki SK dan telah disahkan oleh Kepala Desa Daleman Kidul. Tujuan dibentuknya kelembagaan tingkat dusun



Nawasena Kemala merupakan nama Lembaga Rumah Sampah Digital yang berpusat di desa. Dalam kelembagaan ini terdapat perwakilan dari setiap dusun untuk menjadi pengurusnya.



Tim PPKO HMJM FE bersama warga membuat Rumah Sampah tiap dusun



Awal Agustus 2024, Tim PPK Ormawa HMJM menyelenggarakan acara Sosialisasi Penggunaan Aplikasi Bank Sampah dan Pengelolaan Sampah Organik melalui Budidaya Maggot dihadiri oleh Kader Kelembagaan Tingkat Dusun dan Kader Nawasena Kemala, selain warga desa mitra terkait juga turut hadir seperti Bappeda dan Litbangda Kab.Magelang, Dinas Lingkungan Hidup Kab.Magelang, Dinas Pertanian dan Pangan Kab.Magelang, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, dan Babinsa Daleman Kidul.



Kegiatan monitoring dan evaluasi dilakukan secara rutin oleh dosen pendamping dan tim PPK Ormawa HMJM FE. Kegiatan monitoring dan evaluasi dilakukan guna memberikan umpan balik ataupun saran untuk perbaikan pada kegiatan selanjutnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari program pemberdayaan masyarakat Desa Daleman Kidul melalui Rumah Sampah Digital Nawasena Kemala menunjukkan bahwa pendekatan berbasis digital untuk pengelolaan sampah dapat secara signifikan meningkatkan kesadaran lingkungan masyarakat dan mengembangkan keterampilan ekonomi lokal. Program ini berhasil mengintegrasikan penggunaan teknologi digital untuk mengatur pengumpulan dan pengolahan sampah secara lebih efisien, yang pada gilirannya mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam menjaga lingkungan. Selain itu, masyarakat diajak untuk mengelola sampah sebagai sumber daya yang berpotensi ekonomi, sehingga mendukung peningkatan pendapatan dan kemandirian ekonomi masyarakat desa.

Implikasi dari program ini dapat dirasakan dalam dua aspek utama, yaitu lingkungan dan sosial-ekonomi. Secara lingkungan, program ini memberikan dampak positif berupa berkurangnya volume sampah yang dibuang secara sembarangan, sehingga menciptakan lingkungan desa yang lebih bersih dan sehat. Dari sisi sosial-ekonomi, pemberdayaan melalui Rumah Sampah Digital Nawasena Kemala membantu meningkatkan keterampilan digital dan kewirausahaan warga, terutama dalam memanfaatkan limbah sebagai produk bernilai jual. Dengan demikian, program ini berpotensi untuk menjadi model bagi desa-desa lain dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah dan memberdayakan masyarakat secara lebih efektif.

Namun, program ini memiliki keterbatasan, terutama terkait dengan akses teknologi dan dukungan sumber daya manusia yang memadai. Masih terdapat tantangan dalam memastikan semua warga desa

memiliki akses dan keterampilan yang cukup untuk mengoperasikan aplikasi atau teknologi digital yang digunakan dalam program ini. Oleh karena itu, saran yang dapat diberikan adalah untuk meningkatkan pelatihan keterampilan digital bagi masyarakat dan membentuk tim pendamping lokal yang dapat memastikan keberlanjutan program. Selain itu, pemerintah setempat diharapkan dapat mendukung program ini dengan memberikan fasilitas dan insentif untuk pengembangan Rumah Sampah Digital sebagai bagian dari strategi pembangunan berkelanjutan di tingkat desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh tim pengabdian yang telah bekerja keras dan berdedikasi dalam menyukseskan program pemberdayaan masyarakat Desa Daleman Kidul melalui Rumah Sampah Digital Nawasena Kemala. Kerja sama, komitmen, dan semangat yang tinggi dari seluruh anggota tim telah menjadi fondasi utama keberhasilan program ini. Ucapan terima kasih yang mendalam juga kami sampaikan kepada Universitas Tidar, yang melalui dukungan akademik, fasilitas, serta berbagai sumber daya telah memungkinkan terlaksananya program ini. Tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari universitas, program pemberdayaan ini tidak akan dapat berjalan dengan baik dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat. Terakhir, kami ingin berterima kasih kepada masyarakat Desa Daleman Kidul yang telah dengan antusias menyambut dan berpartisipasi aktif dalam program ini. Partisipasi dan keterbukaan dari masyarakat dalam mengembangkan dan mengelola Rumah Sampah Digital Nawasena Kemala menjadi wujud nyata dari semangat gotong royong dalam menjaga kebersihan lingkungan serta memperkuat perekonomian desa. Semoga sinergi yang terjalin ini dapat terus terjaga dan memberikan manfaat berkelanjutan bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Liang, L. (2019). Digital waste management: Understanding the role of community engagement in recycling behavior. *Journal of Environmental Management*, 245, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.032>
- Afolabi, A. O., & Oladimeji, S. (2021). Assessing the effectiveness of digital platforms in promoting community participation in waste management. *International Journal of Environmental Research*, 15(2), 102-116. <https://doi.org/10.1007/s11111-021-10345-6>
- Amos, N. T., & Rahman, S. M. (2020). Community-driven digital platforms and their impact on waste management: A case study approach. *Waste Management & Research*, 38(8), 789-799. <https://doi.org/10.1177/0734242X20927012>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2020). Green supply chain coordination with information sharing and sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 125, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.01.105>
- Brown, H. P., & Smith, L. E. (2018). The influence of digital waste management solutions on urban waste reduction. *Journal of Urban Management*, 7(4), 121-136. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.09.001>
- Chen, J., & Zhang, S. (2020). The role of technology adoption in enhancing recycling behaviors among rural communities. *Environmental Technology & Innovation*, 19, 101062. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101062>

- De Oliveira, F., & Gonçalves, A. (2019). Examining the integration of ICT in waste management: A systematic review. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.008>
- Hasibuan, R. R., Nisa'Khusnia, A., Afifah, H., Darmawan, A. R., Ulya, W., & Agung, S. W. (2023). UPAYA STRATEGI PEMASARAN DAN PEMBUATAN ABON DARI IKAN LELE PADA DESA SUMPINGHAYU. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(7), 2263-2271.
- Hasibuan, R. R., & Najmudin, N. (2024). Content Marketing, Customer Engagement On Marketing Performance Mediated By Digital Marketing In Batik Msmes In Banyumas Regency. *International Journal of Economics, Business and Innovation Research*, 3(03), 287-304.
- Hasibuan, R. R. (2024). DAMPAK PERSONAL BRANDING DAN INFLUENCER MARKETING TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN KONSUMEN GENERASI Z. *House of Management and Business (HOMBIS) Journal*, 3(2), 57-62.
- Hofmann, T., & Schneider, M. (2019). Waste management in the digital age: Evaluating the effectiveness of mobile applications in reducing waste. *Journal of Environmental Psychology*, 64, 90-100. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.05.007>
- Kamaruddin, M., & Bin, N. M. (2020). Digital approaches to rural waste management: Opportunities and challenges in Asia. *Asian Journal of Environmental Management*, 15(1), 85-95. <https://doi.org/10.1080/10356710.2020.1765354>
- Liu, Y., & Wang, S. (2021). Exploring the effectiveness of digital media in promoting environmental awareness and waste management practices. *Environmental Science & Policy*, 119, 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.010>
- Mansour, G., & Molla, H. (2018). Digitalization in waste management: A review of case studies and best practices. *Waste Management*, 78, 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.001>
- Nakata, Y., & Yamaguchi, K. (2021). Enhancing community involvement in waste management through digital tools: Insights from a field study. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127834. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127834>
- Park, S., & Lee, J. (2019). Smart waste management systems: A framework for optimizing waste reduction. *Journal of Sustainable Development*, 12(4), 34-46. <https://doi.org/10.5539/jsd.v12n4p34>
- Schafer, K., & Williams, T. (2020). The role of digital waste collection systems in enhancing environmental sustainability: A review. *Environmental Research Letters*, 15(2), 024002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab65f5>