Volume 2 No. 4 2025, 495 - 510
DOI : https://doi.org/10.62335

Indonesian Journal of Community Empowerment
https://manggalajournal.org/index.php/maju
E-ISSN 3032-369X

APPLICATION OF QR CODE TECHNOLOGY IN HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT EDUCATION IN BAUBAU CITY

Farid Yusuf Nur Achmad[1] , Ery Muchyar Hasiri[2] , Mawar Melati[3] , Muhammad Ghufron Nur Achmad[4]

[1]Prodi. Ilmu Pemerintahan FISIP UM Buton
[2]Prodi. Teknik Informatika UNIDAYAN Baubau
[3]Prodi. Ilmu Pemerintahan FISIP UM Buton
[4]Prodi. Teknik Informatika UNIDAYAN Baubau

E-mail: faridyusuf.umb@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:
Received :12-05-2025
Revised :-03-06-2025
Accepted: 09-06-2025

Key words: *Waste Management, Qr Code Technology, Waste Segregation, Household Management.*

DOI: *https://doi.org/10.62335*

ABSTRACT

Household waste management is a crucial issue in creating a clean and healthy environment. Technology can play a significant role in enhancing the efficiency of waste management systems, one of which is the use of Quick Response (QR) Code. This community service aims to evaluate the implementation of QR Code technology in household waste management in Baubau City. The program focuses on educating the community on how to use QR Codes to report the waste generated and teaching them about proper waste segregation. Through the implementation of this system, it is expected that the community will be able to manage waste more efficiently, while the local government can monitor and analyze waste data in real-time. The evaluation results show that the use of QR Code technology has a positive impact on increasing public awareness and simplifying waste management at the household level. Although there were some challenges related to technology adaptation for certain members of the community, overall, the program successfully created a more structured and transparent waste management system. This community service contributes to the development of a technology-based waste management system that can be applied more widely, both in Baubau City and other regions. Therefore, the application of QR Code technology in household waste management can be an effective solution to address waste issues in urban environments.

ABSTRAK

Pengelolaan sampah rumah tangga merupakan isu penting dalam menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Teknologi dapat memainkan peran yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi sistem pengelolaan sampah, salah satunya adalah penggunaan Quick Response (QR) Code. Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau. Program ini mengedepankan edukasi kepada masyarakat mengenai cara menggunakan QR Code untuk melaporkan sampah yang dihasilkan, serta mengedukasi mereka tentang pemilahan sampah yang baik. Melalui penerapan sistem ini, masyarakat diharapkan dapat lebih mudah mengelola sampah secara lebih efisien, sementara pemerintah dapat memantau dan menganalisis data sampah secara real-time. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan teknologi QR Code memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesadaran masyarakat dan mempermudah pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga. Meskipun terdapat beberapa tantangan terkait dengan adaptasi teknologi bagi sebagian masyarakat, secara keseluruhan program ini berhasil menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih terstruktur dan transparan. Pengabdian ini memberikan kontribusi dalam mengembangkan sistem pengelolaan sampah berbasis teknologi yang dapat diterapkan secara lebih luas, baik di Kota Baubau maupun di daerah lain. Dengan demikian, penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi masalah sampah di lingkungan urban

PENDAHULUAN

Kota Baubau, yang terletak di Pulau Buton, memiliki tantangan besar dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Sebagai kota dengan jumlah penduduk yang terus berkembang, masalah pengelolaan sampah menjadi isu yang semakin kompleks. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Baubau, volume sampah rumah tangga yang dihasilkan setiap harinya mencapai angka yang signifikan, namun sistem pengelolaannya belum sepenuhnya efisien. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemilahan sampah dan bagaimana cara mengelola sampah rumah tangga secara benar (Napitupulu, 2018). Masyarakat seringkali kesulitan dalam membedakan sampah yang dapat didaur ulang dan sampah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir.

Pengelolaan sampah rumah tangga yang tidak terorganisir dengan baik dapat berdampak buruk pada kesehatan masyarakat dan lingkungan. Sampah yang tidak dikelola dengan benar dapat mencemari tanah, air, dan udara, serta menyebabkan berbagai penyakit (Setiawan, 2020). Masalah ini juga memperburuk kualitas lingkungan hidup di Kota Baubau, yang seharusnya menjadi tempat yang nyaman

dan bersih untuk dihuni. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan pengelolaan sampah rumah tangga menjadi hal yang sangat penting, dan membutuhkan pendekatan yang inovatif dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah melalui penggunaan teknologi, khususnya QR Code, untuk mempermudah pemantauan dan pelaporan sampah di tingkat rumah tangga.

QR Code merupakan teknologi yang telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pemasaran, logistik, dan layanan publik. Kode QR dapat secara signifikan meningkatkan pengelolaan limbah rumah tangga dengan memungkinkan pelacakan dan pemantauan yang tepat dari jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan oleh setiap rumah tangga. Aplikasi yang dikembangkan oleh Wandee et al. menunjukkan kepuasan dan kualitas pengguna yang tinggi, memfasilitasi proses pengelolaan limbah yang lebih mudah di dalam komunitas (Wandee dkk., 2022). Selain itu, mengintegrasikan Kode QR dengan teknologi IoT, seperti yang terlihat dalam sistem ESS-IoT, memungkinkan pengumpulan dan klasifikasi limbah secara real-time, meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan (Younis, 2023). Selain itu, aplikasi pembelajaran mendalam seperti mWaste dan sistem pemisahan limbah yang diusulkan oleh Ramanathan memanfaatkan teknologi canggih untuk mengklasifikasikan limbah secara akurat, mempromosikan daur ulang dan mengurangi kontribusi TPA. Secara kolektif, inovasi ini menggambarkan potensi Kode QR dalam mendorong praktik pengelolaan limbah yang efektif di tingkat rumah tangga. Sistem ini memungkinkan masyarakat untuk dengan mudah melaporkan sampah yang mereka hasilkan, sekaligus mempermudah pihak pemerintah untuk memantau dan mengelola sampah secara lebih efisien. Namun, penerapan teknologi ini memerlukan pemahaman yang baik dari masyarakat, terutama terkait dengan cara penggunaannya dan manfaat yang dapat diperoleh dari sistem tersebut. Dalam konteks ini, edukasi menjadi hal yang sangat penting. Tanpa edukasi yang memadai, masyarakat tidak akan dapat memanfaatkan teknologi ini secara maksimal. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pelatihan kepada warga Kota Baubau mengenai cara mengelola sampah rumah tangga dengan menggunakan teknologi QR Code. Pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, serta memberikan mereka alat yang efektif untuk melaporkan dan memantau sampah rumah tangga mereka.

Penelitian terkait penggunaan teknologi dalam pengelolaan sampah rumah tangga semakin berkembang. Integrasi teknologi berbasis aplikasi dalam pengelolaan limbah telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan kesadaran publik dan partisipasi dalam pemilahan sampah. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi seluler, seperti prototipe 'Pilahin', secara efektif mendorong rumah tangga untuk memilah sampah dengan menyediakan fitur yang mengkategorikan sampah dan menemukan fasilitas daur ulang terdekat, sehingga mengurangi kontribusi TPA (Saptaputra dkk., 2023). Selain itu, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem pengelolaan limbah cerdas memungkinkan pemantauan tingkat limbah secara real-time, mengoptimalkan rute pengumpulan dan melibatkan warga dalam proses (Pradeep dkk., 2023). Penelitian yang menyoroti bahwa strategi desain persuasif dalam aplikasi pemilahan limbah dapat memotivasi pengguna untuk

mengadopsi perilaku ramah lingkungan, meningkatkan kesadaran dan partisipasi mereka dalam inisiatif daur ulang (Hao & Xiaoyan, 2021). Temuan ini menggarisbawahi efektivitas solusi berbasis aplikasi dalam mendorong keterlibatan masyarakat dan meningkatkan praktik pengelolaan limbah (Sozoniuk dkk., 2022). Teknologi ini juga membantu pemerintah daerah untuk mengelola sampah secara lebih terorganisir dan efisien, yang pada akhirnya dapat mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan.

Namun, meskipun penggunaan teknologi QR Code memiliki potensi besar, penerapannya di Kota Baubau menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah tingkat pemahaman masyarakat tentang penggunaan teknologi tersebut. Untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan kode QR di antara kelompok yang beragam, terutama mereka yang tidak terbiasa dengan teknologi digital, pendekatan multifaset sangat penting. Penelitian menunjukkan bahwa faktor sosial secara signifikan mempengaruhi adopsi pembayaran kode QR, dengan memfasilitasi dukungan dan ekspektasi kinerja memainkan peran penting dalam membentuk sikap positif terhadap teknologi ini (Widayat dkk., 2023). Selain itu, inisiatif pendidikan yang menargetkan generasi milenial, yang semakin terlibat dalam transaksi digital, dapat meningkatkan literasi mengenai sistem kode QR, sehingga memperluas penggunaannya dalam berbagai konteks ekonomi (Kurniawti dkk., 2021). Selain itu, kode QR telah terbukti efektif dalam menyampaikan informasi secara efisien, seperti yang terlihat di pengaturan perawatan kesehatan selama pandemi COVID-19, di mana mereka menggantikan selebaran kertas tradisional, menunjukkan kemudahan penggunaan dan sifat tanpa kontak (Sharara & Radia, 2022). Secara keseluruhan, membina lingkungan yang mendukung dan menyediakan pendidikan yang ditargetkan dapat menjembatani kesenjangan bagi mereka yang kurang akrab dengan teknologi QR, mempromosikan penerimaan dan pemanfaatan yang lebih luas (Widayat dkk., 2023). Selain itu, ketersediaan perangkat dan akses terhadap teknologi juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam implementasi sistem ini.

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk menerapkan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik, serta memberikan mereka alat yang mudah digunakan untuk melaporkan sampah yang mereka hasilkan. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk membantu pemerintah daerah dalam memantau dan mengelola sampah rumah tangga secara lebih efisien, dengan melibatkan masyarakat sebagai bagian dari solusi. Seiring dengan meningkatnya populasi dan urbanisasi di Kota Baubau, penting untuk memperhatikan bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Pengelolaan sampah yang efektif adalah salah satu aspek penting dari pembangunan kota yang berkelanjutan. Oleh karena itu, implementasi sistem pengelolaan sampah berbasis QR Code ini diharapkan dapat menjadi model yang dapat diadaptasi di kota-kota lain yang menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan sampah. Edukasi yang diberikan dalam kegiatan ini akan mencakup pemahaman dasar mengenai pentingnya pemilahan sampah, cara penggunaan teknologi QR Code untuk melaporkan sampah, serta dampak positif yang dapat diperoleh dari penerapan sistem ini. Pelatihan ini juga akan melibatkan

simulasi penggunaan QR Code untuk memantau sampah rumah tangga, serta memberikan kesempatan bagi masyarakat untuk mengajukan pertanyaan dan berdiskusi tentang cara-cara terbaik untuk mengelola sampah di lingkungan mereka.

Sistem QR Code yang diterapkan dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau ini dirancang untuk memudahkan masyarakat dalam mencatat jenis sampah yang mereka hasilkan, baik sampah organik maupun anorganik. Masyarakat akan diberikan kode QR yang dapat dipindai untuk melaporkan sampah yang mereka hasilkan. Data yang terkumpul akan digunakan untuk memantau tren pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga, yang nantinya dapat digunakan untuk perencanaan kebijakan pengelolaan sampah yang lebih efektif. Melalui penerapan sistem ini, diharapkan dapat tercipta perubahan positif dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau, yang tidak hanya meningkatkan kualitas hidup masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Kesadaran yang lebih tinggi mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang baik dapat mengarah pada perubahan perilaku yang lebih bertanggung jawab dalam masyarakat, yang pada akhirnya akan membantu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat bagi semua pihak. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau, dengan fokus pada dampak penerapannya terhadap kesadaran masyarakat serta kemudahan pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga. Evaluasi tersebut akan mencakup identifikasi tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem QR Code, serta penyusunan saran untuk pengembangan sistem tersebut di masa depan. Pada akhirnya, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat Kota Baubau dalam meningkatkan pengelolaan sampah rumah tangga dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan ramah lingkungan, mengingat potensi besar teknologi QR Code sebagai solusi efektif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah di berbagai daerah, yang diharapkan dapat diterapkan lebih luas pada masa mendatang.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat dalam penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi QR Code dalam edukasi pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau. Program ini dirancang untuk menyasar seluruh kecamatan, kelurahan, RW, dan RT di wilayah Kota Baubau, yang terdiri dari 8 kecamatan, 43 kelurahan, 169 RW, dan 569 RT . Integrasi teknologi QR Code dalam sosialisasi dan pelatihan pengelolaan limbah sangat penting untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat dan kesadaran lingkungan. Pendekatan ini, seperti yang disorot oleh Pereira dan Freitasdalam perdini, dapat secara efektif didukung oleh solusi berbasis IoT yang mengoptimalkan proses pengumpulan limbah dan melibatkan warga secara langsung dalam kegiatan pengelolaan limbah (Pardini dkk., 2020). Pengembangan tempat sampah pintar, yang memanfaatkan sensor untuk memantau tingkat limbah dan mempersonalisasi interaksi pengguna, lebih lanjut menekankan pentingnya desain yang berpusat pada manusia dalam mempromosikan perilaku pembuangan limbah yang bertanggung jawab (Guna dkk., 2022). Selain itu,

inisiatif pendidikan, baik formal maupun informal, sangat penting dalam menumbuhkan budaya tanggung jawab lingkungan, karena telah terbukti secara signifikan mempengaruhi perilaku individu terhadap pengelolaan limbah (Brotosusilo dkk., 2022). Kebutuhan untuk pengembangan kapasitas dalam materi pelatihan juga menggarisbawahi pentingnya melengkapi pemangku kepentingan dengan pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi masalah limbah plastik secara efektif (Stojic & Salhofer, 2022). Secara kolektif, strategi ini menyoroti pendekatan multifaset yang diperlukan untuk meningkatkan praktik pengelolaan limbah dalam masyarakat. Selain itu, penyuluhan dilakukan dengan memanfaatkan media sosial dan aplikasi daring guna menjangkau masyarakat secara lebih luas. Melalui pendekatan ini, diharapkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah rumah tangga dapat meningkat secara signifikan.

Proses pelatihan yang dilaksanakan bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai penggunaan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah. Teknologi ini memungkinkan setiap rumah tangga untuk melakukan pelaporan terhadap sampah yang dihasilkan secara mudah melalui perangkat mobile. Pelatihan ini mencakup pengajaran tentang cara memasukkan data terkait jenis sampah yang dibuang, jumlah sampah, serta frekuensi pembuangan. Kegiatan pelatihan dilaksanakan secara langsung di tingkat kelurahan dan RT guna memfasilitasi partisipasi aktif masyarakat. Metode pelatihan ini dilengkapi dengan pembuatan materi edukasi berupa pamflet dan video yang secara jelas menjelaskan prosedur penggunaan teknologi QR Code. Dengan pendekatan ini, diharapkan masyarakat dapat dengan mudah mengimplementasikan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan efisien.

Setelah pelatihan dilakukan, langkah selanjutnya adalah implementasi sistem QR Code pada setiap rumah tangga. Setiap rumah tangga akan diberikan akses kode QR yang berfungsi untuk melaporkan sampah yang dihasilkan setiap harinya. Dengan demikian, sampah yang dibuang akan tercatat dalam sistem secara terstruktur, memudahkan pengelolaannya serta mempermudah pemantauan oleh pemerintah setempat. Analisis pola pengelolaan limbah di berbagai tingkat geografis, seperti kecamatan dan desa, sangat penting untuk mengembangkan strategi yang efektif untuk mengatasi meningkatnya tantangan pembangkitan limbah padat. Pendekatan pembelajaran mesin telah digunakan untuk memprediksi pembentukan dan pembuangan limbah, mengungkapkan bahwa faktor demografis dan sosial-ekonomi secara signifikan mempengaruhi pola produksi limbah (Namoun dkk., 2022). Misalnya, penelitian telah menunjukkan bahwa model seperti Random Forest Regressor menghasilkan akurasi tinggi dalam memprediksi jenis limbah berdasarkan data sosial-ekonomi, yang dapat berperan dalam menyesuaikan strategi pengelolaan limbah dengan konteks lokal spesifik (Dunkel dkk., 2022). Selain itu, hasil pengumpulan data ini dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas program dalam meningkatkan kesadaran masyarakat serta menilai perubahan perilaku masyarakat dalam mengelola sampah. Penggunaan sistem QR Code juga memungkinkan pengelola sampah untuk memberikan feedback kepada masyarakat terkait kebiasaan pengelolaan sampah yang baik.

Selanjutnya, kegiatan pengabdian ini akan dilengkapi dengan program evaluasi berkala untuk mengukur keberhasilan program. Evaluasi dilakukan dengan mengumpulkan data dari masyarakat terkait pengalaman mereka dalam menggunakan sistem QR Code dan dampaknya terhadap perilaku pengelolaan sampah. Pengelola sampah semakin memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kepuasan masyarakat mengenai sistem pengelolaan sampah, terutama melalui penerapan tempat sampah pintar dan solusi berbasis IoT. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk memantau tingkat limbah secara real-time, memungkinkan rute pengumpulan yang dioptimalkan dan pengelolaan sumber daya yang lebih baik, yang dapat mengarah pada efisiensi dan keterlibatan pengguna (Vishnu dkk., 2022). Survei yang dilakukan pada pengalaman pengguna dengan teknologi ini menunjukkan kesediaan publik yang kuat untuk terlibat dalam perilaku yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, menyoroti pentingnya desain yang berpusat pada manusia dalam mempromosikan praktik berkelanjutan (Guna dkk., 2022). Evaluasi ini penting untuk menilai apakah program ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Selain itu, survei tersebut akan memberikan wawasan mengenai tantangan yang dihadapi oleh masyarakat dalam menerapkan teknologi QR Code. Hasil evaluasi ini juga dapat digunakan untuk memperbaiki dan mengembangkan sistem untuk kedepannya.

Untuk mendukung keberlanjutan program ini, pengabdian ini juga mencakup pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sampah secara berkelanjutan. Pelatihan lanjutan tentang teknik pengelolaan limbah ramah lingkungan, termasuk daur ulang, pengomposan, dan pemilahan limbah, sangat penting untuk mendorong keterlibatan masyarakat dan mempromosikan praktik berkelanjutan. Pengenalan kode QR dapat memfasilitasi pelatihan ini dengan memberikan akses mudah ke informasi dan sumber daya yang terkait dengan pengelolaan limbah. Penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan limbah yang efektif sangat penting untuk mencapai kelestarian lingkungan dan transisi menuju ekonomi sirkular, di mana limbah diperlakukan sebagai sumber daya daripada beban (Tanveer dkk., 2022). Teknik seperti pengomposan tidak hanya mengurangi limbah makanan tetapi juga meningkatkan kualitas tanah, seperti yang ditunjukkan dalam studi kasus di mana sistem pengomposan di tempat secara efektif mengubah limbah organik restoran menjadi kompos berkualitas tinggi (Feodorov dkk., 2022). Tujuan dari pelatihan lanjutan ini adalah untuk memperkuat pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola sampah secara lebih efisien dan ramah lingkungan. Dengan demikian, masyarakat tidak hanya akan terbiasa dengan sistem pelaporan sampah menggunakan QR Code, tetapi juga memiliki pengetahuan yang lebih baik dalam mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Program ini juga akan melibatkan kolaborasi dengan organisasi lingkungan lokal yang memiliki pengalaman dalam pengelolaan sampah untuk memperkaya materi pelatihan dan memotivasi masyarakat.

Sebagai bagian dari strategi keberlanjutan, kegiatan ini juga akan memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan komunikasi dan pemantauan pengelolaan sampah. Platform berbasis aplikasi akan dikembangkan untuk

memungkinkan masyarakat melaporkan sampah secara langsung, memantau perubahan dalam pengelolaan sampah di wilayah mereka, serta mengakses informasi terkait pemilahan sampah dan fasilitas daur ulang. Aplikasi ini juga akan dilengkapi dengan fitur gamifikasi yang dapat meningkatkan partisipasi masyarakat, seperti memberikan penghargaan kepada rumah tangga yang berhasil mengurangi volume sampah atau yang melakukan pemilahan sampah dengan baik. Diharapkan, penggunaan teknologi digital ini dapat menjangkau lebih banyak individu dan mendorong mereka untuk berpartisipasi lebih aktif dalam program pengelolaan sampah berbasis QR Code.

Tabel 1 menunjukkan rincian kegiatan yang dilakukan dalam pengabdian masyarakat ini, mulai dari sosialisasi, pelatihan, hingga evaluasi. Program ini juga melibatkan berbagai stakeholder, seperti pemerintah daerah, masyarakat, dan organisasi lingkungan, untuk menjamin kelancaran implementasi dan keberlanjutan proyek. Gambar 1 memperlihatkan ilustrasi sistem QR Code yang akan digunakan dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau. Dengan menggunakan teknologi ini, diharapkan masyarakat dapat lebih mudah berpartisipasi dalam pengelolaan sampah secara bertanggung jawab, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas lingkungan di kota tersebut.

Tabel 1: Rincian Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Lokasi	Keterangan
Sosialisasi dan Pelatihan	Bulan 1	Kecamatan, Kelurahan	Pelatihan kepada masyarakat
Implementasi Sistem QR Code	Bulan 2	RW dan RT	Penerapan teknologi QR Code di rumah tangga
Evaluasi dan Survei Kepuasan	Bulan 3	Kecamatan, Kelurahan	Pengumpulan feedback dari masyarakat
Pelatihan Lanjutan	Bulan 4	Kecamatan, Kelurahan	Pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sampah

Gambar 1. Ilustrasi Sistem Kode OR Untuk Pengelolaan Sampah Rumah Tangga

Program ini bertujuan untuk menciptakan perubahan positif yang berkelanjutan dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau, dengan memanfaatkan

teknologi QR Code sebagai alat utama. Keterlibatan aktif masyarakat sangat diperlukan agar program ini dapat berjalan dengan efektif dan memberikan dampak yang signifikan terhadap kebersihan lingkungan di daerah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

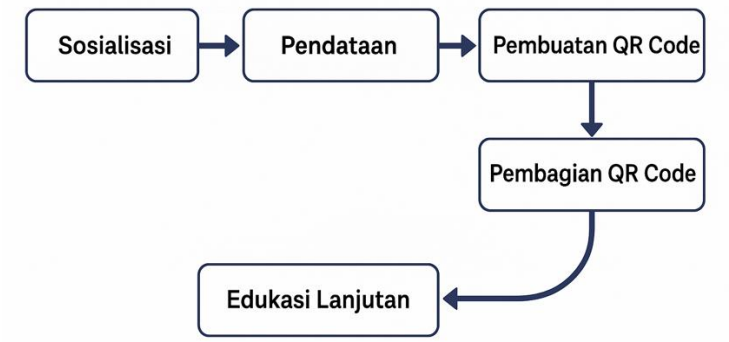
Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini dimulai dengan sosialisasi yang dilaksanakan di tingkat kecamatan dan kelurahan di Kota Baubau. Kegiatan sosialisasi ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep pengelolaan sampah rumah tangga yang lebih efisien melalui teknologi QR Code. Dalam prosesnya, peserta diberikan pemahaman tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Para peserta juga dijelaskan mengenai cara kerja sistem QR Code yang akan diterapkan dalam pelaporan sampah. Kegiatan ini dihadiri oleh berbagai kalangan, termasuk warga setempat, tokoh masyarakat, dan pihak terkait dari pemerintah kota. Sosialisasi ini berlangsung dengan sangat interaktif, di mana peserta aktif mengajukan pertanyaan dan memberikan masukan terkait implementasi sistem QR Code di lingkungan mereka.

Tabel 1. Tahapan Implementasi Program QR Code

Tahapan	Kegiatan Utama
Sosialisasi	Pengenalan sistem QR Code, edukasi manfaat pengelolaan sampah
Pelatihan	Penggunaan aplikasi, pemindaian QR, pelaporan sampah, pemilahan
Penerapan	Pembagian QR Code rumah tangga, input data mandiri melalui aplikasi
Pemantauan	Evaluasi mingguan oleh petugas, verifikasi input data
Edukasi Lanjutan	Pendampingan rumah tangga dan distribusi materi edukatif

Sumber: olah data pengabdian

Setelah tahap sosialisasi, dilanjutkan dengan pelatihan yang lebih mendalam terkait penggunaan QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Pelatihan ini dilakukan dengan metode tatap muka di setiap kelurahan, dengan fokus pada pengenalan langsung terhadap perangkat mobile dan aplikasi yang akan digunakan. Para peserta diberikan instruksi langkah demi langkah tentang cara memindai QR Code menggunakan ponsel mereka dan bagaimana cara melaporkan sampah yang mereka hasilkan. Pelatihan ini juga mencakup pengajaran mengenai pemilahan sampah, di mana peserta diajarkan untuk memilah sampah organik dan non-organik sebelum melaporkannya melalui aplikasi. Selain itu, pelatihan juga mengajarkan cara mengisi data seperti jenis sampah, jumlah sampah, dan frekuensi pembuangan, yang nantinya akan dikumpulkan oleh sistem pengelolaan sampah setempat.



Gambar 2. Diagram Alur Proses Implementasi Teknologi QR Code

Pada tahap berikutnya, penerapan sistem QR Code di tingkat rumah tangga dimulai. Setiap rumah tangga diberikan kode QR yang dapat dipindai melalui aplikasi yang telah disediakan. QR Code ini terhubung dengan sistem pengelolaan sampah yang memungkinkan data tentang sampah rumah tangga tercatat secara otomatis. Setiap kali sampah dibuang, rumah tangga hanya perlu memindai kode QR yang telah diberikan dan memasukkan informasi terkait jenis sampah yang dibuang. Sistem ini juga memungkinkan pengelola sampah untuk memantau secara langsung aktivitas pembuangan sampah di tingkat rumah tangga. Dengan demikian, pengelolaan sampah menjadi lebih terstruktur dan efisien, karena data yang tercatat akan memudahkan pemantauan serta analisis terhadap volume dan jenis sampah yang dihasilkan di tiap RT.

Tabel 2. Respons RT terhadap Uji Coba Sistem QR Code

Kategori	Jumlah
Total RT se Kota Baubau	569
RT Target Uji Coba Sistem QR Code	150
RT Mengalami Kendala Teknis	33
RT Membutuhkan Pendampingan	22
RT Memilah Sampah dengan Benar	123

Sumber: olah data pengabdian

Proses implementasi ini juga diiringi dengan pemantauan dan evaluasi untuk menilai efektivitas penggunaan sistem QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Setiap minggu, petugas pengelola sampah melakukan pengecekan terhadap laporan yang masuk melalui aplikasi untuk memastikan data yang dikirimkan oleh masyarakat sesuai dengan yang diharapkan. Pemantauan ini dilakukan dengan tujuan untuk mendeteksi adanya kesalahan dalam penginputan data atau masalah teknis lainnya yang dapat menghambat sistem. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat telah mulai beradaptasi dengan penggunaan teknologi QR Code dalam kegiatan sehari-hari mereka. Meskipun demikian, beberapa rumah tangga masih mengalami kesulitan dalam mengoperasikan aplikasi, terutama mereka yang kurang familiar dengan penggunaan teknologi mobile.

Tabel 3. Tingkat Respons dan Adaptasi Masyarakat per RT

Aspek	Jumlah RT (dari 569)	Persentase (%)
RT yang menjadi target uji coba sistem QR	150 RT	26.4%
RT yang mengalami kendala teknis	33 RT	22.0% dari RT uji coba
RT yang membutuhkan pendampingan teknis	22 RT	14.7% dari RT uji coba
RT yang sudah memilah sampah dengan benar	123 RT	82.0% dari RT uji coba

Sumber: olah data pengabdian

Untuk mengatasi kendala tersebut, dilakukan sesi pendampingan langsung oleh petugas yang telah dilatih sebelumnya. Sesi ini dilakukan dengan cara mendatangi rumah tangga yang mengalami kesulitan dan memberikan bantuan teknis secara langsung. Petugas menjelaskan kembali cara menggunakan aplikasi dan memastikan bahwa rumah tangga tersebut dapat memindai QR Code dengan benar serta melaporkan sampah yang mereka hasilkan. Dalam beberapa kasus, rumah tangga yang kurang terbiasa dengan perangkat mobile mendapatkan bantuan lebih intensif. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi QR Code tergolong mudah, adaptasi masyarakat terhadap teknologi baru membutuhkan waktu dan pemahaman yang mendalam.

Selama pelaksanaan program ini, berbagai tantangan juga muncul, terutama dalam hal kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemilahan sampah. Beberapa rumah tangga masih belum sepenuhnya memahami konsep pemilahan sampah antara yang organik dan non-organik. Oleh karena itu, dilakukan program edukasi tambahan yang menekankan pada pentingnya pemilahan sampah di tingkat rumah tangga. Edukasi ini dilakukan dengan mengadakan sesi khusus tentang cara memilah sampah yang benar dan manfaat jangka panjangnya terhadap kebersihan lingkungan dan pengelolaan sampah yang lebih efisien. Sesi ini juga mengundang praktisi lingkungan yang berpengalaman untuk berbicara tentang dampak positif dari pemilahan sampah terhadap lingkungan.

Untuk mendukung kegiatan edukasi ini, materi edukasi berupa pamflet dan video yang menjelaskan prosedur pemilahan sampah dan penggunaan QR Code juga disebarluaskan. Pamflet ini diberikan kepada setiap rumah tangga yang berpartisipasi dalam program pengelolaan sampah, sedangkan video edukasi diputar di pusat-pusat komunitas dan tempat-tempat umum lainnya. Melalui materi ini, diharapkan masyarakat mendapatkan pemahaman yang lebih jelas mengenai langkah-langkah pengelolaan sampah yang benar, serta bagaimana teknologi QR Code dapat mempermudah pelaporan sampah mereka. Materi ini juga mencakup informasi mengenai cara mendaur ulang sampah non-organik dan cara membuat kompos dari sampah organik.

Dalam tahap evaluasi, dilakukan survei kepuasan terhadap masyarakat yang telah menggunakan sistem QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga. Survei ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana sistem ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan sampah, serta tingkat kepuasan masyarakat terhadap penerapan teknologi tersebut. Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat merasa terbantu dengan adanya teknologi QR Code, meskipun ada

beberapa keluhan terkait kesulitan teknis dalam penggunaan aplikasi. Namun, mayoritas peserta merasa bahwa sistem ini memberikan kontribusi positif terhadap kebersihan lingkungan mereka dan lebih mudah digunakan dibandingkan dengan sistem pelaporan sampah manual yang sebelumnya diterapkan.

Tabel 3. Hasil Survei Kepuasan Masyarakat

Aspek Kepuasan	Jumlah Responden	Persentase (%)
Merasa terbantu dengan sistem	107	71.3%
Mengalami kendala teknis ringan	25	16.7%
Tidak puas	18	12.0%

Sumber: olah data pengabdian

Melalui kegiatan evaluasi ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun ada tantangan dalam hal adaptasi teknologi dan pemahaman masyarakat, secara keseluruhan penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau berjalan dengan lancar dan memberikan dampak positif. Sebagian besar masyarakat yang terlibat dalam program ini menunjukkan perubahan perilaku yang signifikan dalam hal pengelolaan sampah, seperti peningkatan kesadaran akan pentingnya pemilahan sampah dan pengurangan sampah yang dihasilkan. Program ini berhasil memperkenalkan konsep pengelolaan sampah berbasis teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Program ini diharapkan dapat terus berkembang dan diterapkan di berbagai wilayah di Kota Baubau setelah hasil yang telah dicapai. Perluasan penerapan sistem QR Code akan dilanjutkan ke seluruh kecamatan dan kelurahan dengan fokus pada peningkatan pelatihan dan pendampingan untuk masyarakat. Harapannya, sistem pengelolaan sampah berbasis QR Code tidak hanya menjadi solusi sementara, tetapi juga menjadi bagian integral dari sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan di daerah tersebut. Pemantauan berkelanjutan terhadap penggunaan teknologi ini juga akan dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi secara optimal. Pemerintah Kota Baubau juga merencanakan pembaruan aplikasi QR Code dengan penambahan fitur baru yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan mempermudah masyarakat dalam melaporkan sampah yang dihasilkan. Pembaruan ini diharapkan akan memperkuat keberlanjutan program pengelolaan sampah berbasis teknologi di masa mendatang. Secara keseluruhan, pengabdian ini menunjukkan bahwa teknologi dapat memberikan solusi efektif dan efisien dalam pengelolaan sampah rumah tangga, serta membuka peluang penerapan teknologi serupa dalam pengelolaan lingkungan yang lebih luas. Keterlibatan aktif masyarakat dalam program ini menjadi kunci suksesnya, dengan harapan mereka akan terus berpartisipasi dalam menjaga kebersihan lingkungan melalui pengelolaan sampah yang lebih baik. Dengan demikian, penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau telah berhasil mencapai tujuannya untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang efisien dan berkelanjutan, yang diharapkan dapat menjadi model bagi daerah lain yang ingin menerapkan teknologi serupa, serta berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan akibat sampah rumah tangga.

Gambar 3. Alur Pelaksanaan Program dalam Pengelolaan Sampah

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau telah berhasil memberikan dampak yang signifikan terhadap sistem pengelolaan sampah di wilayah tersebut. Melalui penerapan sistem ini, masyarakat dapat dengan mudah melaporkan sampah yang dihasilkan secara terstruktur, sehingga memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dan terorganisir. Sistem ini juga mendorong peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik, serta mengedukasi mereka mengenai cara memilah dan membuang sampah dengan benar. Dengan adanya teknologi QR Code, pengelola sampah dapat memantau dan menganalisis data sampah yang dihasilkan di tingkat rumah tangga secara real-time, memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan efisien. Implementasi sistem ini juga mempermudah koordinasi antara pemerintah dan masyarakat dalam hal pengelolaan sampah, dengan memanfaatkan aplikasi berbasis teknologi untuk memudahkan proses pelaporan dan pemantauan.

Sistem QR Code yang diterapkan di Kota Baubau tidak hanya berfungsi sebagai alat pelaporan, tetapi juga sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. Pemantauan yang dilakukan secara berkala menunjukkan bahwa masyarakat semakin terbiasa menggunakan teknologi ini untuk melaporkan sampah rumah tangga mereka. Meskipun terdapat tantangan dalam hal adaptasi teknologi bagi sebagian masyarakat, sebagian besar peserta telah berhasil mengimplementasikan teknologi ini dalam kehidupan sehari-hari mereka. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, asalkan ada pendidikan dan pelatihan yang memadai. Keberhasilan program ini juga tidak lepas dari peran serta pemerintah daerah yang aktif dalam mengkoordinasi dan memberikan fasilitas yang mendukung implementasi sistem QR Code.

Penerapan sistem ini diharapkan dapat memberikan dampak jangka panjang bagi pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau, serta menjadi model bagi daerah lain yang ingin menerapkan teknologi serupa. Selain itu, sistem ini juga dapat mempercepat proses transisi menuju pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Teknologi QR Code dapat membantu mengurangi masalah sampah yang selama ini dihadapi oleh banyak kota, terutama dalam hal pencatatan

dan pemantauan sampah secara manual. Sistem ini juga memungkinkan pengelolaan sampah yang lebih transparan dan akuntabel, karena setiap laporan yang dibuat oleh masyarakat dapat dipantau dan dianalisis dengan lebih mudah. Dengan demikian, teknologi QR Code tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk pengelolaan sampah, tetapi juga sebagai alat untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pengelolaan sampah di Kota Baubau.

Meskipun demikian, untuk mencapai keberlanjutan yang lebih baik dalam program ini, perlu dilakukan evaluasi secara berkala terhadap implementasi sistem QR Code. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi oleh masyarakat dalam menggunakan teknologi ini serta untuk menemukan solusi yang tepat. Pengelolaan sampah yang baik memerlukan dukungan dari semua pihak, baik itu pemerintah, masyarakat, maupun organisasi terkait. Oleh karena itu, program ini perlu didukung oleh kebijakan yang kuat dan infrastruktur yang memadai untuk memastikan kelancaran dan keberlanjutan sistem pengelolaan sampah berbasis teknologi. Pemerintah Kota Baubau harus terus berkomitmen untuk memperbarui dan meningkatkan teknologi yang digunakan, dengan menambahkan fitur-fitur baru yang dapat mempermudah masyarakat dalam melaporkan sampah.

Keberhasilan implementasi sistem QR Code juga menunjukkan pentingnya kolaborasi antara pemerintah dan masyarakat dalam mencapai tujuan pengelolaan sampah yang lebih baik. Tanpa adanya partisipasi aktif dari masyarakat, program ini tidak akan berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk terus mengedukasi masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah dan manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan teknologi dalam pengelolaan tersebut. Program ini juga memberikan peluang bagi masyarakat untuk berperan aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan mereka, yang pada akhirnya akan menciptakan kota yang lebih bersih dan sehat. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemilahan sampah di tingkat rumah tangga, yang merupakan langkah awal dalam menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien.

Penggunaan QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau dapat menjadi contoh bagi kota-kota lain yang ingin mengimplementasikan teknologi serupa. Dengan dukungan yang tepat, sistem ini dapat diperluas dan diterapkan di berbagai daerah untuk mengatasi masalah sampah secara lebih efisien. Salah satu kunci keberhasilan implementasi sistem ini adalah kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pengabdian kepada masyarakat ini juga merupakan langkah penting dalam membangun budaya pengelolaan sampah yang lebih baik di tingkat rumah tangga. Jika program ini berhasil diterapkan secara luas, maka dapat diharapkan akan terjadi perubahan signifikan dalam cara masyarakat mengelola sampah mereka, yang pada akhirnya akan berdampak positif bagi kebersihan dan kesehatan lingkungan.

Penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau telah berhasil menciptakan sistem yang lebih efisien dan terstruktur. Program ini membuktikan bahwa teknologi dapat berfungsi sebagai alat yang efektif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah di daerah urban. Sistem ini tidak hanya mempermudah masyarakat dalam melaporkan sampah yang mereka hasilkan, tetapi juga memungkinkan pemerintah untuk memantau dan menganalisis data

sampah secara real-time. Dengan adanya sistem ini, proses pengelolaan sampah menjadi lebih transparan dan terorganisir, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Program ini juga membuka peluang untuk melakukan perbaikan berkelanjutan terhadap sistem pengelolaan sampah di masa depan.

Keberhasilan program ini tidak hanya bergantung pada teknologi yang diterapkan, tetapi juga pada partisipasi aktif dari masyarakat. Masyarakat yang terlibat dalam program ini diharapkan dapat menjadi agen perubahan dalam pengelolaan sampah, yang dapat membawa dampak positif bagi lingkungan mereka. Oleh karena itu, penting untuk terus memberikan pelatihan dan edukasi kepada masyarakat agar mereka dapat menggunakan teknologi ini dengan baik dan benar. Selain itu, evaluasi dan perbaikan yang terus-menerus akan memastikan bahwa sistem ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang maksimal bagi masyarakat.

Dengan demikian, penerapan teknologi QR Code dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kota Baubau merupakan langkah yang positif dalam menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan. Keberhasilan program ini menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi solusi efektif dalam mengatasi masalah pengelolaan sampah yang dihadapi oleh banyak kota di dunia. Dengan terus mengembangkan dan memperluas penerapan teknologi ini, diharapkan akan tercipta perubahan signifikan dalam cara masyarakat mengelola sampah mereka, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada terciptanya lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Brotosusilo, A., Utari, D., Negoro, H., Firdaus, A., & Velentina, R. (2022). Community empowerment of waste management in the urban environment: More attention on waste issues through formal and informal educations. Global Journal of Environmental Science and Management, 8(2). https://doi.org/10.22034/GJESM.2022.02.05

Dunkel, J., Dominguez, D., Borzdynski, Ó. G., & Sánchez, Á. (2022). Solid Waste Analysis Using Open-Access Socio-Economic Data. Sustainability, 14(3), 1233. https://doi.org/10.3390/su14031233

Feodorov, C. (Soricu), Velcea, A. M., Ungureanu, F., Apostol, T., Robescu, L. D., & Cocarta, D. M. (2022). Toward a Circular Bioeconomy within Food Waste Valorization: A Case Study of an On-Site Composting System of Restaurant Organic Waste. Sustainability, 14(14), 8232. https://doi.org/10.3390/su14148232

Guna, J., Horvat, K. P., & Podjed, D. (2022). People-Centred Development of a Smart Waste Bin. Sensors, 22(3), 1288. https://doi.org/10.3390/s22031288

Hao, Y., & Xiaoyan, X. (2021). Research on Persuasive Design of Waste Sorting APP. E3S Web of Conferences, 236, 03036. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123603036

Kurniawti, E. T., Zuhroh, I., & Malik, N. (2021). Literasi dan Edukasi Pembayaran Non Tunai Melalui Aplikasi QR Code Indonesian Standard (QRIS) Pada Kelompok Milenial.

Namoun, A., Tufail, A., Khan, M. Y., Alrehaili, A., Syed, T. A., & BenRhouma, O. (2022). Solid Waste Generation and Disposal Using Machine Learning Approaches: A Survey of

Solutions and Challenges. Sustainability, 14(20), 13578. https://doi.org/10.3390/su142013578

Pardini, K., Rodrigues, J. J. P. C., Diallo, O., Das, A. K., De Albuquerque, V. H. C., & Kozlov, S. A. (2020). A Smart Waste Management Solution Geared towards Citizens. Sensors, 20(8), 2380. https://doi.org/10.3390/s20082380

Pradeep, s., Baswareddy, V., Cauvery, & Elakkiya. (2023). Garbage Monitoring System using Internet of Things (IoT). International Scientific Journal of Engineering and Management, 02(04). https://doi.org/10.55041/ISJEM00416

Saptaputra, E. H., Bonafix, N., & Araffanda, A. S. (2023). Mobile App as Digitalisation of Waste Sorting Management. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1169(1), 012007. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1169/1/012007

Sharara, S., & Radia, S. (2022). Quick Response (QR) codes for patient information delivery: A digital innovation during the coronavirus pandemic. Journal of Orthodontics, 49(1), 89–97. https://doi.org/10.1177/14653125211031568

Sozoniuk, M., Park, J., & Lumby, N. (2022). Investigating Residents' Acceptance of Mobile Apps for Household Recycling: A Case Study of New Jersey. Sustainability, 14(17), 10874. https://doi.org/10.3390/su141710874

Stojic, S., & Salhofer, S. (2022). Capacity Development for Plastic Waste Management—A Critical Evaluation of Training Materials. Sustainability, 14(4), 2118. https://doi.org/10.3390/su14042118

Tanveer, M., Khan, S. A. R., Umar, M., Yu, Z., Sajid, M. J., & Haq, I. U. (2022). Waste management and green technology: Future trends in circular economy leading towards environmental sustainability. Environmental Science and Pollution Research, 29(53), 80161–80178. https://doi.org/10.1007/s11356-022-23238-8

Vishnu, S., Ramson, S. R. J., Rukmini, M. S. S., & Abu-Mahfouz, A. M. (2022). Sensor-Based Solid Waste Handling Systems: A Survey. Sensors, 22(6), 2340. https://doi.org/10.3390/s22062340

Wandee, P., Bussabong, Z., & Duangkum, S. (2022). Application for a Waste Management via the QR-Code System. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13(5). https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130577

Widayat, W., Marsudi, & Masudin, I. (2023). QR-code-based payment. Does the consumer intend to adopt a retail buying transaction? Banks and Bank Systems, 18(3), 1–13. https://doi.org/10.21511/bbs.18(3).2023.01

Younis, M. I. (2023). Design and Implementation ofICT-Based Recycle-Rewarding System for Green Environment. Journal of Engineering, 20(07), 36–47. https://doi.org/10.31026/j.eng.2014.07.03