

Pendidikan Islam Transformatif untuk Ekonomi Sirkular: Studi Kasus Pengelolaan Sampah Berbasis Pirolisis di Pedesaan Pasuruan, Indonesia

Sofiyulloh¹; Enik Sulistyowati²

¹ STAI Salahuddin Pasuruan

² Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan

Email: sofiyulloh@unupasuruan.ac.id, enik.sulistyowati@gmail.com, enik@unupasuruan.ac.id

Article Info	Abstract
Article history: Diterima: September, 2025 Direvisi: Oktober, 2025 Diterima: Oktober 2025 Kata kunci: Transformative Islamic Education Circular Economy Pyrolysis, Community Empowerment Islamic Values Learning By Doing Waste Management	Purpose: This study aims to explain the process of transformative Islamic education in community-based plastic waste management through a combination of pyrolysis technology and biomass in Manikrejo Village, Pasuruan Regency, and to analyze its impact on changing paradigms, community independence, and the creation of circular economic value. Design/methodology/approach: This research employs a qualitative case study approach with data collection through participant observation, in-depth interviews with 35 informants consisting of religious leaders, village officials, waste management group administrators, training participants, and sub-district government representatives, as well as documentation during the community service program from June to December 2025. Data analysis uses an interactive model and triangulation to ensure validity. Findings: The results reveal three main stages in transformative Islamic education through this program. First, internalization of Islamic values such as cleanliness, moral responsibility, and mutual cooperation becomes the motivational foundation driving community participation, with religious figures acting as catalysts for behavioral change. Second, the implementation of learning-by-doing methods with tiered mentorship successfully transforms residents from passive recipients into competent technology operators, with 90% of participants able to operate pyrolysis reactors independently. Third, a fundamental paradigm shift occurs where plastic waste is no longer viewed as an "environmental burden" but as a "potential raw material" with economic and functional value. The program produces measurable impacts: every 5 kg of plastic waste is converted into 3.5 liters of pyrolysis oil and 1 kg of biochar, creating environmental, economic, and social benefits simultaneously. Research limitations/implications: This study is limited to one village context in Pasuruan Regency, East Java. However, it provides valuable insights for the development of transformative Islamic education models in non-formal and community-based settings, and offers an alternative approach for Islamic educational institutions facing the challenge of integrating spiritual values with appropriate technology and environmental sustainability. Originality/value: This research contributes to the literature on transformative Islamic education by documenting a proven community-based educational approach that integrates spiritual values, local wisdom, and circular economy principles. The learning-by-doing method combined with tiered mentorship represents a modern adaptation of the sanad system in Islamic scholarly tradition, offering a replicable framework for similar programs in other rural contexts in Indonesia and other developing countries.

PENDAHULUAN

Krisis lingkungan global yang disebabkan oleh akumulasi limbah plastik telah menjadi tantangan multidimensional yang membutuhkan pendekatan holistik, tidak hanya dari aspek teknologi tetapi juga dari dimensi sosial, ekonomi, dan spiritual. Produksi plastik global yang terus meningkat tanpa diimbangi sistem pengelolaan limbah yang memadai telah menciptakan tekanan ekologis yang signifikan, terutama di negara-negara berkembang. Dalam konteks ini, ekonomi sirkular (circular economy/CE) muncul sebagai paradigma alternatif yang menawarkan transformasi fundamental dari sistem linear "ambil-buang" menuju model yang menekankan pengurangan limbah, efisiensi sumber daya, dan penciptaan sistem loop tertutup (Andooz et al., 2023).

Pirolisis, sebagai teknologi konversi limbah menjadi energi dan produk bernilai, telah diidentifikasi sebagai salah satu solusi potensial dalam kerangka ekonomi sirkular. Andooz et al. (2023) dalam kajian komprehensifnya menegaskan bahwa pirolisis mampu mengolah berbagai jenis limbah—termasuk ban, plastik, dan biomassa—menjadi produk yang bermanfaat sekaligus menutup siklus energi dan material. Hasil life cycle assessment (LCA) menunjukkan bahwa pirolisis memiliki dampak lingkungan yang dapat diterima dan potensi pemanasan global (global warming potential) yang rendah. Namun demikian, tantangan utama terletak pada belum adanya standarisasi produk pirolisis untuk perdagangan di pasar, yang mengindikasikan perlunya pengembangan lebih lanjut baik dari aspek teknis maupun kelembagaan (Andooz et al., 2023).

Integrasi ekonomi sirkular dengan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) semakin menguatkan urgensi pendekatan ini. Khajuria et al. (2025) menegaskan bahwa pengelolaan limbah yang efektif, konsumsi berkelanjutan, dan pendidikan berkualitas merupakan tiga pilar yang saling terkait dalam mempercepat pencapaian SDGs, khususnya SDG 12 (konsumsi dan produksi bertanggung jawab) dan SDG 4 (pendidikan berkualitas). Studi yang mencakup kasus di India, China, dan Filipina ini menyoroti pentingnya kebijakan pengelolaan limbah yang kuat, kesadaran publik, dan teknologi daur ulang inovatif. Lebih dari itu, kolaborasi antara pembuat kebijakan, institusi pendidikan, dan pemangku kepentingan industri menjadi prasyarat untuk membudayakan keberlanjutan dan sirkularitas.

Dalam konteks keilmuan Islam, prinsip-prinsip ekonomi sirkular menemukan resonansi yang kuat dengan nilai-nilai fundamental agama. Ali dan Jumat (2021) dalam pengantar kajian tentang Islamic finance and circular economy menegaskan bahwa sistem ekonomi sirkular yang mengusung zero-waste, moderasi konsumsi, dan perlakuan lebih baik terhadap sumber daya alam sesungguhnya mencerminkan prinsip-prinsip ekonomi dan keuangan Islam. Keduanya menawarkan kerangka kerja alternatif yang berdampak dan bernilai, berangkat dari keprihatinan terhadap ketidakseimbangan ekologis, sosial, dan ekonomi global.

Kajian sistematis terkini yang dilakukan oleh Fathma, Alfarisi, dan Darwanto (2025) terhadap 11 publikasi terindeks Scopus (2019-2024) mengidentifikasi dua tema utama dalam penelitian ekonomi sirkular perspektif Islam. Pertama, konsep khilafah fil ardh (kepemimpinan di bumi), tawazun (keseimbangan), masalah (kemaslahatan umum), dan larangan israf (berlebihan) serta tabdzir (menyia-nyiakan) menunjukkan kompatibilitas intrinsik dengan tujuan ekonomi sirkular. Kedua, sektor keuangan Islam dengan model pembiayaan campuran, instrumen keuangan sosial Islam, dan sukuk hijau menawarkan alternatif pembiayaan yang viable bagi inisiatif ekonomi sirkular. Namun demikian, kajian ini juga mengidentifikasi bahwa penelitian yang mengintegrasikan nilai-nilai Islam dengan ekonomi sirkular masih bersifat fragmentatif dan membutuhkan validasi empiris lebih lanjut (Fathma et al., 2025).

Pendidikan, khususnya pendidikan Islam transformatif, memiliki peran strategis dalam menginternalisasi nilai-nilai keberlanjutan ini. Konsep pendidikan Islam transformatif tidak sekadar mentransfer pengetahuan normatif, tetapi membentuk kesadaran kritis dan tanggung jawab sosial (Sahari et al., 2025). Dalam konteks yang berbeda, Rizal et al. (2025) mendemonstrasikan bagaimana kearifan lokal Aceh yang terangkum dalam filosofi "Adat Geunareh, Syariat Geunaseh" dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan Islam, menciptakan model pendidikan yang partisipatif, emansipatoris, dan kontekstual-budaya. Temuan serupa juga ditunjukkan oleh Bolotio

dan Yusuf (2025) dalam konteks revitalisasi tradisi Mapalus di Minahasa Utara, di mana manajemen pendidikan Islam transformatif mencakup manajemen personalia, kurikulum, kesiswaan, dan hubungan masyarakat yang terintegrasi dengan program-program sosial kemasyarakatan.

Meskipun literatur tentang pendidikan untuk ekonomi sirkular mulai berkembang, Kruja et al. (2025) mencatat bahwa masih sedikit perhatian diberikan pada bagaimana pendidikan CE dipresentasikan, dikembangkan, atau dibudidayakan dalam sistem transisional atau yang terbatas sumber daya. Studi mereka di Albania, sebagai negara pasca-komunis dan berkembang yang menjadi kandidat Uni Eropa, mengungkapkan inkorporasi konsep CE yang tidak merata antar disiplin ilmu, dukungan kelembagaan yang terbatas, namun juga menyoroti inovasi yang muncul terutama dalam pendekatan interdisipliner dan proyek keberlanjutan yang digagas mahasiswa. Kerangka konseptual yang mereka tawarkan untuk memetakan dan mengembangkan pendidikan CE menjadi instrumen yang dapat ditransfer untuk institusi di sistem yang sebanding.

Desa Manikrejo, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, merepresentasikan konteks lokal yang kaya akan potensi namun juga menghadapi tantangan pengelolaan sampah plastik yang khas di wilayah pedesaan Indonesia. Praktik pembakaran terbuka dan penumpukan sampah yang selama ini berlangsung tidak hanya menimbulkan pencemaran lingkungan tetapi juga mengancam kesehatan masyarakat. Di sisi lain, desa ini memiliki modal sosial yang kuat—nilai gotong royong, kelembagaan desa yang responsif, dan peran aktif tokoh agama—serta ketersediaan biomassa lokal (sekam padi) yang melimpah sebagai sumber energi terbarukan. Konfigurasi aset ini menciptakan peluang unik untuk mengembangkan model pengelolaan sampah plastik yang tidak hanya efektif secara teknis tetapi juga berakar pada nilai-nilai lokal dan keagamaan.

Kesenjangan penelitian yang muncul adalah belum adanya kajian empiris yang mengintegrasikan secara sistemik tiga ranah: (1) teknologi pirolisis dalam kerangka ekonomi sirkular; (2) nilai-nilai Islam sebagai fondasi motivasional dan etis; dan (3) pendidikan Islam transformatif sebagai metode internalisasi dan pemberdayaan masyarakat. Padahal, integrasi ketiganya berpotensi menciptakan model yang tidak hanya menyelesaikan persoalan lingkungan tetapi juga mentransformasi kesadaran dan kapasitas komunitas secara berkelanjutan. Program pengabdian masyarakat di Desa Manikrejo yang mengimplementasikan model kombinasi pirolisis dan biomassa berbasis masyarakat menawarkan laboratorium hidup (*living lab*) yang kaya untuk mengkaji proses transformasi tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses transformasi pendidikan Islam non-formal dalam program pirolisis berbasis masyarakat di Desa Manikrejo serta dampaknya terhadap perubahan paradigma, kemandirian komunitas, dan penciptaan nilai ekonomi sirkular. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan konsep Transformative Islamic Education for Circular Economy sebagai model alternatif pendidikan lingkungan berbasis nilai-nilai spiritual yang kontekstual untuk desa-desa di Indonesia dan negara berkembang lainnya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk memahami secara mendalam proses transformasi pendidikan Islam dalam program pengelolaan sampah plastik berbasis pirolisis di Desa Manikrejo, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi makna, pengalaman, dan perspektif partisipan dalam konteks alami mereka, serta menangkap kompleksitas interaksi antara nilai-nilai Islam, pembelajaran partisipatif, dan penerapan teknologi tepat guna dalam masyarakat pedesaan.

Lokasi penelitian ditentukan secara purposive di Desa Manikrejo, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, yang menjadi lokasi Program Pengabdian kepada Masyarakat dengan model kombinasi pirolisis dan biomassa berbasis komunitas. Desa ini dipilih karena memiliki karakteristik unik: modal sosial yang kuat dengan nilai gotong royong yang mengakar, peran aktif tokoh agama dalam kehidupan masyarakat, ketersediaan biomassa lokal (sekam padi) yang melimpah, serta permasalahan sampah plastik yang signifikan akibat praktik pembakaran terbuka dan penumpukan

sampah. Ketiga karakteristik ini menjadikan Desa Manikrejo sebagai laboratorium hidup yang ideal untuk mengkaji integrasi nilai-nilai Islam, pendidikan transformatif, dan ekonomi sirkular.

Pengumpulan data dilakukan selama periode Juni hingga Desember 2025 melalui tiga teknik utama. Pertama, observasi partisipatif di mana peneliti terlibat langsung dalam seluruh rangkaian kegiatan program, mulai dari tahap Discovery (pemetaan aset), Dream (perumusan visi bersama), Design (perancangan model), hingga Define-Destiny (implementasi dan evaluasi). Keterlibatan langsung ini memungkinkan peneliti untuk mengamati secara mendalam proses internalisasi nilai-nilai Islam, dinamika pembelajaran kolektif, dan perubahan perilaku masyarakat dalam setting alami.

Kedua, wawancara mendalam dilakukan terhadap 35 informan yang dipilih secara purposive, terdiri dari tokoh agama (7 orang), perangkat desa termasuk kepala desa dan sekretaris desa (5 orang), ketua dan pengurus kelompok pengelola sampah yang terbentuk (8 orang), peserta pelatihan dari berbagai unsur masyarakat seperti Karang Taruna, PKK, dan Kelompok Tani (10 orang), serta perwakilan pemerintah kecamatan (5 orang). Wawancara difokuskan pada penggalian data tentang peran nilai-nilai Islam dalam memotivasi partisipasi, pengalaman selama proses pembelajaran, perubahan paradigma tentang sampah, dan dampak program terhadap kehidupan sosial-ekonomi masyarakat.

Ketiga, dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan berbagai dokumen program, termasuk laporan kemajuan, foto dan video kegiatan pelatihan dan praktik, catatan lapangan, serta hasil evaluasi partisipatif. Dokumentasi ini menjadi sumber data penting untuk melacak proses perubahan dan memverifikasi temuan dari observasi dan wawancara. Selain itu, Focus Group Discussion (FGD) dilaksanakan pada tahap awal dan akhir program untuk menggali aspirasi masyarakat dan mengevaluasi dampak program secara kolektif.

Analisis data menggunakan model interaktif yang meliputi tiga alur kegiatan: kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Data yang terkumpul dari berbagai sumber dikondensasi melalui proses seleksi, fokus, dan abstraksi, kemudian disajikan dalam bentuk naratif dan matriks untuk memudahkan pemahaman dan analisis. Penarikan kesimpulan dilakukan secara bertahap dan terus-menerus diverifikasi sepanjang proses penelitian.

Keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber (membandingkan data dari tokoh agama, perangkat desa, dan masyarakat biasa), triangulasi metode (membandingkan data observasi, wawancara, dan dokumentasi), serta member checking dengan mengkonfirmasi kembali temuan penelitian kepada informan kunci. Proses ini memastikan bahwa interpretasi peneliti sesuai dengan makna yang dimaksudkan oleh partisipan, sehingga meningkatkan kredibilitas dan validitas hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dijelaskan hasil penelitian dan sekaligus diberikan pembahasan yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel, dan lainnya yang membuat pembaca memahami dengan mudah. Pembahasan dapat dibuat dalam beberapa sub-bagian.

Hasil Penelitian

Internalisasi Nilai-Nilai Islam sebagai Fondasi Transformasi Pendidikan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa nilai-nilai Islam berperan sebagai fondasi motivasional yang menggerakkan partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan sampah plastik berbasis pirolisis di Desa Manikrejo. Pada tahap Discovery dalam pendekatan Asset-Based Community Development (ABCD), terungkap bahwa struktur kelembagaan desa yang solid tidak dapat dipisahkan dari peran aktif tokoh agama yang menjadi katalisator perubahan perilaku. Para tokoh agama berhasil membangun kesadaran kolektif bahwa pengolahan sampah plastik melalui teknologi pirolisis bukan sekadar aktivitas teknis, melainkan bagian dari tanggung jawab moral terhadap lingkungan yang sejalan dengan ajaran Islam tentang kebersihan dan pemeliharaan alam.

Internalisasi nilai-nilai Islam ini berlangsung melalui berbagai saluran keagamaan yang telah mengakar dalam kehidupan masyarakat, seperti khutbah Jumat, pengajian rutin, majelis taklim, dan komunikasi informal antarwarga. Visi bersama yang dirumuskan pada tahap Dream secara eksplisit mencerminkan integrasi nilai agama, di mana masyarakat memimpikan sistem pengelolaan sampah yang dapat menyejahterakan ekonomi, melestarikan lingkungan, dan memperkuat nilai-nilai gotong royong sebagai perwujudan desa yang agamis dan bermartabat. Visi ini kemudian dijabarkan ke dalam empat dimensi pencapaian yang selaras dengan dokumen perencanaan desa: pengelolaan sampah sebagai pilar kesejahteraan ekonomi, teknologi ramah lingkungan sebagai wujud kepedulian agamis, kemandirian dan partisipasi sebagai fondasi tata kelola, serta penguatan kapasitas sebagai investasi sumber daya manusia.

Data demografis menunjukkan bahwa Desa Manikrejo memiliki populasi dengan dominasi usia produktif (73%) yang menjadi fondasi kritis bagi model yang membutuhkan partisipasi aktif dalam aktivitas fisik seperti pengumpulan sampah plastik, penyiapan biomassa, serta operasi dan pemeliharaan reaktor pirolisis. Profil pendidikan yang didominasi lulusan SD dan SMP justru menjadi keunggulan dalam konteks penerapan teknologi pirolisis sederhana yang dirancang untuk skala komunitas, karena masyarakat lebih responsif terhadap pembelajaran praktik langsung dan demonstrasi dibandingkan teori kompleks.

Implementasi Metode Learning by Doing dalam Pendidikan Islam Transformatif

Program ini menerapkan metode pembelajaran partisipatif learning by doing yang terbukti efektif dalam mentransfer pengetahuan dan keterampilan teknis yang kompleks kepada masyarakat dengan latar belakang pendidikan formal terbatas. Pelatihan teknis dirancang dengan pendekatan praktik langsung, di mana peserta terlibat dalam setiap proses mulai dari pemilihan material, perakitan reaktor dari drum bekas berkapasitas 200 liter, hingga pengoperasian dan perawatan alat. Proses perakitan menjadi pembelajaran kolektif yang melibatkan warga secara langsung dalam kegiatan pemotongan, pengelasan, dan perakitan akhir, sehingga memperkuat rasa memiliki (sense of ownership) dan pemahaman prinsip kerja alat.

Data menunjukkan bahwa 90% peserta mampu mengoperasikan reaktor pirolisis secara mandiri setelah mengikuti rangkaian pelatihan dan pendampingan intensif. Keberhasilan ini juga ditopang oleh sistem pendampingan berjenjang (tiered mentorship) yang diterapkan secara sistematis, melibatkan ahli teknis dari perguruan tinggi yang mendampingi key person desa, yang kemudian menjadi mentor bagi kelompok operator inti, dan selanjutnya terjadi pendampingan sebaya di antara sesama warga yang telah terlatih. Sistem berjenjang ini menciptakan cadangan pengetahuan (knowledge reservoir) di dalam komunitas yang mengurangi ketergantungan pada individu tertentu atau pada pendamping eksternal.

Materi pelatihan mencakup tiga aspek utama: pemahaman dasar tentang prinsip kerja pirolisis, jenis plastik yang dapat dan tidak dapat diolah (seperti PE dan PP, serta bahaya PVC), pentingnya pemilahan, dan keselamatan kerja; keterampilan praktis meliputi langkah-langkah perakitan reaktor, prosedur operasi standar dari pengisian, pemanasan, hingga pengumpulan hasil, serta perawatan dan pemecahan masalah dasar; dan manajemen hasil dan keamanan mencakup cara menyimpan dan memanfaatkan minyak pirolisis dan biochar secara aman, serta pengenalan terhadap potensi nilai ekonominya.

Transformasi Paradigma dari Beban Lingkungan Menjadi Bahan Baku Potensial

Dampak paling mendalam dari program ini adalah perubahan paradigma fundamental dalam cara pandang masyarakat terhadap sampah plastik. Evaluasi partisipatif mengungkapkan bahwa 90% peserta pelatihan melaporkan adanya pengurangan timbunan sampah plastik di sekitar tempat tinggal mereka setelah mengikuti program. Lebih penting lagi, terjadi perubahan mendasar dalam persepsi: sampah plastik yang semula dipandang sebagai "beban lingkungan" yang tak berguna dan merepotkan, kini mulai dilihat sebagai "bahan baku potensial" yang memiliki nilai ekonomi dan fungsional.

Perubahan paradigma ini tercermin dalam praktik sehari-hari masyarakat yang mulai memilah sampah plastik di sumbernya. Ibu-ibu rumah tangga melalui kelompok PKK menjadi ujung

tombak dalam internalisasi model ini ke tingkat rumah tangga, khususnya dalam aspek pemilahan sampah plastik dan pemanfaatan hasil pirolisis untuk kebutuhan domestik. Karang Taruna dan kelompok pemuda muncul sebagai garda depan dalam operasionalisasi teknologi, sekaligus penghubung antara pengolahan sampah dengan potensi ekonomi lokal melalui konsep desa wisata yang bersih.

Secara kuantitatif, program berhasil mendemonstrasikan efisiensi konversi teknologi pirolisis skala komunitas. Data dari simulasi pengolahan menunjukkan bahwa setiap 5 kilogram sampah plastik campuran (terutama jenis PE dan PP) dapat dikonversi menjadi sekitar 3,5 liter minyak pirolisis dan 1 kilogram biochar. Minyak pirolisis yang berwarna kekuningan hingga kecokelatan telah melalui uji pembakaran sederhana dan menunjukkan potensi sebagai bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada kompor modifikasi, berpotensi menggantikan sebagian penggunaan minyak tanah atau LPG untuk kebutuhan rumah tangga seperti memasak atau penerangan. Biochar yang dihasilkan memiliki manfaat agronomis signifikan sebagai campuran pembenah tanah (soil amendment) yang mampu meningkatkan daya pegang air tanah, menyimpan nutrisi, dan memperbaiki struktur lahan pertanian warga.

Dampak sosial dan kelembagaan dari program ini merupakan capaian yang paling berharga karena menjadi jaminan utama bagi keberlanjutan jangka panjang setelah pendampingan eksternal berakhir. Program berhasil membangun kapasitas dan kepercayaan diri masyarakat untuk menjadi subjek pembangunan di desanya sendiri. Lebih dari sekadar keterampilan teknis, program juga telah memicu munculnya inisiatif dan daya inovasi dari dalam komunitas. Masyarakat tidak puas hanya dengan mengoperasikan satu unit reaktor; mereka telah menyampaikan aspirasi untuk memperbanyak jumlah unit reaktor dan memperluas area penerapan teknologi ke dusun-dusun lain di sekitar desa. Bahkan muncul wacana untuk memodernisasi dan memperbaiki desain reaktor yang ada guna meningkatkan kapasitas, efisiensi, atau keselamatan.

Modal sosial untuk keberlanjutan telah terbentuk dengan kuat melalui proses partisipatif yang melibatkan lintas unsur masyarakat, mulai dari perangkat desa, tokoh agama dan masyarakat, hingga kelompok pemuda (Karang Taruna) dan ibu-ibu (PKK). Keterlibatan yang inklusif ini menciptakan jaringan dukungan sosial yang luas dan rasa kepemilikan kolektif terhadap keberhasilan program. Inilah benih bagi terbentuknya kelembagaan pengelola sampah desa yang permanen dan mandiri. Komitmen bersama yang telah terjalin menjadi fondasi yang lebih kokoh daripada sekadar struktur organisasi formal; ia merupakan "perekat sosial" yang akan memastikan program terus berjalan meski menghadapi tantangan, karena telah dianggap sebagai milik dan tanggung jawab bersama seluruh komunitas.

Ekonomi Sirkular Skala Desa dan Potensi Keberlanjutan Finansial

Desa Manikrejo yang terletak di wilayah agraris Kabupaten Pasuruan memiliki potensi biomassa limbah pertanian yang sangat besar untuk mendukung model kombinasi pirolisis dan biomassa. Jenis biomassa yang paling berpotensi adalah sekam padi dan tongkol jagung, yang merupakan limbah utama dari komoditas pertanian unggulan. Keberadaan usaha penggilingan padi di wilayah Pasuruan menjamin ketersediaan sekam padi sebagai biomassa utama secara berkelanjutan. Pemanfaatan sekam yang selama ini mungkin hanya dibakar atau dibuang sebagai bahan bakar gratis akan menghilangkan biaya operasional terbesar dari reaktor pirolisis.

Dari sisi ekonomi, model ini menciptakan dua jalur manfaat: penghematan biaya dan penciptaan pendapatan. Penggunaan minyak pirolisis dapat mengurangi pengeluaran tunai rumah tangga untuk pembelian bahan bakar fosil, sementara biochar dapat menurunkan kebutuhan input pupuk kimia. Lebih menggembirakan lagi, inisiatif ekonomi telah muncul dari dalam masyarakat. Peserta program secara aktif menjajaki potensi pemasaran untuk minyak pirolisis yang dihasilkan, menandakan adanya kesadaran akan nilai ekonominya dan keinginan untuk mengembangkannya lebih lanjut.

Secara kelembagaan, meski skema pembagian manfaat yang formal belum terbentuk, kegiatan pengelolaan hasil saat ini dilandasi oleh modal sosial berupa rasa kepemilikan bersama terhadap reaktor dan produknya. Prinsip kebersamaan ini menjadi dasar yang kuat untuk merancang sistem pengelolaan keuangan yang lebih terstruktur di masa depan, misalnya dengan

membentuk kas kelompok, mengaitkannya dengan kegiatan Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), atau merancang sistem bagi hasil yang adil di antara anggota pengelola. BUMDes yang telah disebutkan dalam peta aktor kunci berpotensi menjadi wadah kelembagaan yang legal untuk mengelola aspek bisnis dari model ini, mengelola penjualan produk, mengatur pembagian keuntungan, dan menginvestasikan kembali surplus untuk pengembangan reaktor.

Aspek penting dari keberhasilan program ini adalah sinerginya dengan kearifan lokal masyarakat Manikrejo. Nilai gotong royong yang telah mengakar dalam budaya masyarakat Jawa menjadi fondasi sosial yang memudahkan implementasi pembelajaran kolektif. Masyarakat tidak merasa asing dengan konsep belajar sambil bekerja bersama-sama karena hal ini sejalan dengan tradisi mereka dalam kegiatan seperti kerja bakti, sambatan, dan berbagai aktivitas komunal lainnya.

Sistem pendampingan berjenjang yang diterapkan dalam program ini memiliki kesesuaian yang kuat dengan sistem *sanad* (rantai keilmuan) dalam tradisi keilmuan Islam, di mana ilmu ditransfer melalui hubungan guru-murid yang berjenjang dan berkesinambungan. Sistem ini menjamin otentisitas dan keberlanjutan pengetahuan karena setiap generasi belajar langsung dari generasi sebelumnya melalui praktik dan bimbingan intensif, bukan sekadar melalui teks. Para tokoh agama berperan sebagai penghubung antara nilai-nilai spiritual dengan praktik pengelolaan lingkungan, menjadikan program ini tidak hanya sebagai proyek teknis tetapi juga sebagai bagian dari pendidikan Islam non-formal yang transformatif.

Tabel 1. Capaian dan dampak model pirolisis-biomassa di Desa Manikrejo

Aspek Dampak	Indikator/Data Kuantitatif	Dampak Hasil Pendampingan
Pengurangan Volume Sampah Plastik	Konversi per Batch: 5 kg sampah plastik → 3,5 liter minyak + 1 kg biochar. Partisipasi: 90% peserta melaporkan pengurangan sampah plastik di sekitar mereka	Model berhasil mendemonstrasikan efisiensi konversi sampah menjadi produk bernilai. Terjadi perubahan paradigma masyarakat: sampah plastik mulai dipandang sebagai bahan baku potensial, bukan lagi beban lingkungan. Kebiasaan memilah sampah plastik mulai diperkenalkan dan dipraktikkan, membentuk fondasi untuk pengelolaan sampah mandiri yang berkelanjutan
Manfaat dan Nilai Ekonomi	Produk Utama: Minyak pirolisis (bahan bakar alternatif) dan Biochar (pembenah tanah). Potensi Manfaat: Penghematan biaya energi rumah tangga dan input pertanian	Program mentransformasikan alur limbah linier menjadi siklus ekonomi sirkular berbasis desa. Minyak pirolisis berpotensi mengurangi ketergantungan pada LPG/minyak tanah, sementara biochar dapat meningkatkan kesuburan lahan pertanian warga. Masyarakat mulai aktif menjajaki potensi pemasaran produk, menunjukkan tumbuhnya kesadaran dan inisiatif ekonomi
Penguatan Kapasitas dan Kemandirian Masyarakat	Kemampuan Operasional: 90% peserta mampu mengoperasikan reaktor secara mandiri. Inisiatif Pengembangan: Aspirasi untuk memperbanyak reaktor dan memodernisasi teknologi	Masyarakat berhasil bertransisi dari penerima bantuan menjadi operator teknologi yang kompeten. Munculnya inisiatif dari dalam komunitas (replikasi dan modernisasi) menandakan daya inovasi dan kepemilikan yang kuat. Keterlibatan lintas unsur masyarakat menciptakan modal sosial dan rasa kepemilikan kolektif, yang merupakan fondasi terbaik untuk

kelembagaan pengelola sampah desa yang mandiri dan berkelanjutan

Data dalam tabel menunjukkan bahwa model pirolisis-biomassa telah mencapai tiga pilar keberlanjutan secara bersamaan: lingkungan, ekonomi, dan sosial. Keberhasilan teknis dalam konversi sampah diikuti dengan terciptanya nilai tambah ekonomi dan, yang terpenting, penguatan kapasitas dan kelembagaan masyarakat. Pencapaian terbesar terletak pada aspek sosial, di mana masyarakat tidak hanya mampu tetapi juga bermotivasi untuk mengembangkan program ini lebih lanjut secara mandiri.

Pembahasan

Integrasi Nilai Spiritual dan Teknologi: Model Pendidikan Islam Transformatif

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan program pirolisis di Desa Manikrejo tidak dapat direduksi menjadi sekadar transfer teknologi. Faktor penentu utamanya adalah integrasi nilai-nilai Islam yang menjadi fondasi motivasional dan kerangka moral bagi partisipasi masyarakat. Hal ini memperkuat argumen bahwa pendidikan Islam transformatif harus mampu menjembatani antara nilai-nilai spiritual dan kebutuhan praktis masyarakat melalui pendekatan yang holistik dan kontekstual.

Temuan paling signifikan dari penelitian ini adalah peran sentral nilai-nilai Islam dalam menggerakkan partisipasi masyarakat. Pada tahap *Discovery* (identifikasi aset), terungkap bahwa struktur kelembagaan desa yang solid tidak dapat dipisahkan dari peran aktif tokoh agama yang menjadi katalisator perubahan perilaku. Tokoh agama berhasil membangun kesadaran bahwa pengolahan sampah plastik melalui pirolisis-biomassa bukan sekadar aktivitas teknis, melainkan bagian dari tanggung jawab moral terhadap lingkungan yang sejalan dengan ajaran Islam tentang kebersihan dan pemeliharaan alam.

Internalisasi nilai-nilai Islam ini berlangsung melalui berbagai saluran: khutbah Jumat, pengajian rutin, majelis taklim, dan komunikasi informal antarwarga. Visi bersama yang dirumuskan pada tahap *Dream* secara eksplisit mencerminkan integrasi nilai agama, di mana masyarakat memimpikan sistem pengelolaan sampah yang dapat menyejahterakan ekonomi, melestarikan lingkungan, dan memperkuat nilai-nilai gotong royong sebagai perwujudan desa yang agamis dan bermartabat.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Firdaus et al. (2025) tentang transformasi pendidikan tinggi Islam di UIN Siber Cirebon yang mengidentifikasi empat strategi utama dalam mengintegrasikan nilai-nilai Islam dan teknologi digital. Pertama, pendekatan dialogis dan dialektis yang menjaga integritas epistemologis antara Islam dan sains. Kedua, integrasi pengetahuan berbasis etika yang berlandaskan maqasid al-shariah. Ketiga, kurikulum interdisipliner yang menggabungkan disiplin Islam dan sains. Keempat, inovasi yang dikontekstualisasikan dalam lokalitas tradisi budaya dan keagamaan. Kerangka "Muhsin Sejati" yang diusulkan dalam penelitian tersebut menawarkan model inovatif yang secara unik mendasarkan kemajuan teknologi pada nilai-nilai etis dan spiritual, relevan dengan konteks program di Desa Manikrejo di mana keberhasilan teknis diimbangi dengan penguatan nilai-nilai keislaman.

Penelitian Nasir et al. (2025) tentang integrasi kecerdasan buatan dalam aplikasi mobile untuk mendukung hafalan dan murajaah Al-Qur'an menunjukkan pentingnya pendekatan hybrid yang memadukan inovasi teknologi dengan tradisi keilmuan Islam. Studi yang menganalisis sebelas aplikasi utama termasuk Qara'a dan Tarteel ini mengidentifikasi inovasi teknologi seperti pengenalan suara, pemrosesan bahasa alami, dan algoritma pembelajaran adaptif. Namun, tantangan kritis tetap ada dalam domain akurasi teknis, terutama terkait kompleksitas linguistik bahasa Arab klasik, sensitivitas keagamaan, bias algoritmik, privasi data, serta pertimbangan etis dan pedagogis yang mendalam. Model integrasi hybrid yang mengharmonisasikan inovasi teknologi dengan tradisi keilmuan Islam menawarkan kerangka yang relevan untuk konteks pendidikan Islam di Indonesia.

Kerangka Etis dan Spiritual dalam Pengembangan Teknologi

Integrasi nilai-nilai Islam dalam program ini memberikan kerangka etis dan spiritual yang kuat untuk penerapan teknologi pirolisis. Qorib dan Afandi (2024) dalam analisis mereka tentang implementasi nilai-nilai kenabian dalam pedoman hidup Islam warga Muhammadiyah menegaskan bahwa nilai-nilai seperti toleransi, kebersamaan, persaudaraan, dan kepedulian sosial memberikan kerangka etis dan spiritual yang kuat untuk penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Integrasi nilai-nilai kenabian ini dalam pengembangan sains dan teknologi dapat mendorong kemajuan yang lebih inklusif dan harmonis, sehingga memberikan manfaat luas bagi masyarakat dan lingkungan.

Penelitian Widodo (2025) tentang model pembelajaran AI-Gamification-Religiosity untuk meningkatkan literasi kritis di perguruan tinggi Islam swasta memperkuat argumen ini. Studi yang menggunakan metodologi Design-Based Research dengan melibatkan 120 mahasiswa dan 15 dosen ini menghasilkan model pembelajaran transformatif yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, gamifikasi, dan religiusitas Islam moderat. Analisis statistik menunjukkan peningkatan signifikan dalam literasi kritis mahasiswa ($t = 4,62, p < 0,01$) dan religiusitas terinternalisasi ($t = 3,91, p < 0,01$), sementara data kualitatif mengungkapkan peningkatan otonomi belajar, keterlibatan spiritual, dan kesadaran etis dalam lingkungan digital.

Penelitian ini secara teoretis memperluas cakupan pembelajaran transformatif dengan memasukkan dimensi moral-spiritual ke dalam pendidikan yang didukung AI. Hal ini menegaskan bahwa teknologi digital—ketika dirancang dengan kesengajaan pedagogis dan etis—dapat berfungsi sebagai katalis untuk transformasi perspektif, bukan sekadar penyampaian pengetahuan. Temuan ini sangat relevan dengan program di Desa Manikrejo, di mana teknologi pirolisis tidak hanya berfungsi sebagai alat konversi sampah, tetapi juga sebagai media transformasi kesadaran dan perilaku masyarakat.

Aspek penting lainnya dari integrasi nilai spiritual dan teknologi dalam program ini adalah sinerginya dengan kearifan lokal masyarakat Manikrejo. Nilai gotong royong yang telah mengakar dalam budaya masyarakat Jawa menjadi fondasi sosial yang memudahkan implementasi pembelajaran kolektif. Masyarakat tidak merasa asing dengan konsep belajar sambil bekerja bersama-sama karena hal ini sejalan dengan tradisi mereka dalam kegiatan seperti kerja bakti, sambatan, dan berbagai aktivitas komunal lainnya.

Penelitian Rizal et al. (2025) tentang pendidikan Islam transformatif berbasis kearifan lokal Aceh dengan filosofi "Adat Geunareh, Syariat Geunaseh" menunjukkan bagaimana nilai-nilai lokal dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum dan budaya pendidikan. Model yang teridentifikasi dalam penelitian tersebut memiliki karakteristik: terintegrasi, partisipatif, emansipatoris, dan kontekstual-budaya. Temuan serupa juga ditunjukkan oleh Bolotio dan Yusuf (2025) dalam konteks revitalisasi tradisi Mapalus di Minahasa Utara, di mana manajemen pendidikan Islam transformatif mencakup manajemen personalia, kurikulum, kesiswaan, dan hubungan masyarakat yang terintegrasi dengan program-program sosial kemasyarakatan.

Penelitian Yasin et al. (2025) yang membandingkan model pembelajaran inovatif di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Universiti Teknologi Malaysia menunjukkan bahwa kedua institusi mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi yang tidak hanya mendukung pencapaian akademik tetapi juga memperkuat aspek afektif mahasiswa, terutama spiritualitas. UIN Malang mengimplementasikan integrasi eksplisit nilai-nilai Islam ke dalam setiap komponen pembelajaran digital, sementara UTM mengembangkan pendekatan kontekstual melalui refleksi nilai dan proyek berbasis spiritualitas. Temuan ini menegaskan bahwa dengan pendekatan pedagogis yang tepat, teknologi dapat menjadi media yang efektif dalam memperkuat nilai-nilai spiritual peserta didik.

Implikasi bagi Pengembangan Pendidikan Islam Transformatif

Keberhasilan integrasi nilai spiritual dan teknologi dalam program pirolisis di Desa Manikrejo membuka wawasan baru tentang bagaimana pendidikan Islam transformatif dapat diimplementasikan dalam konteks non-formal dan berbasis komunitas. Siregar et al. (2025) dalam

studi mereka yang melibatkan 11.372 guru pendidikan Islam di Indonesia mengungkapkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran mendapatkan respons positif dengan rata-rata keseluruhan 4,4035, yang mendemonstrasikan efektivitasnya dalam mendukung keterlibatan dan pemahaman siswa. Rekomendasi utama dari penelitian tersebut mencakup peningkatan program pelatihan guru, perbaikan infrastruktur teknologi, dan adopsi pendekatan pedagogis yang seimbang untuk mengoptimalkan hasil pendidikan.

Penelitian Zakariyah, Muhid, dan Arifin (2025) tentang transformasi pembelajaran hafalan Al-Qur'an melalui pendekatan blended learning flipped classroom memberikan bukti empiris tentang efektivitas integrasi metode pembelajaran partisipatif dalam pendidikan Islam. Studi yang melibatkan 120 siswa, 10 guru, dan pimpinan sekolah di SMP Al-Furqon Kota Baru Driyorejo ini menemukan bahwa skor motivasi siswa meningkat dari 2,8 menjadi 4,1 pada skala Likert lima poin, dan rata-rata tingkat hafalan meningkat dari 5,3 menjadi 8,7 ayat per minggu setelah implementasi model. Selain itu, siswa menunjukkan regulasi diri dan partisipasi aktif yang lebih besar, sementara guru melaporkan interaksi kelas dan umpan balik yang lebih efisien.

Mattiello, Mattiello, dan Wittberg (2025) dalam kajian mereka tentang integrasi etis AI dalam pendidikan menekankan pentingnya pendekatan human-centric innovation yang berakar pada teori Industry X.0 (ketika X.0 = 5.0). Teori ini menekankan inovasi yang berpusat pada manusia, keberlanjutan, dan tanggung jawab etis sebagai elemen fundamental untuk kemajuan teknologi di masa depan. Dalam konteks pendidikan, mereka mengadvokasi integrasi kesejahteraan manusia sebagai prinsip panduan dalam inovasi yang digerakkan oleh AI, memastikan bahwa teknologi AI digunakan sebagai alat untuk memajukan kesejahteraan masyarakat daripada memperburuk ketidaksetaraan yang ada. Hal ini sejalan dengan temuan Torres-Rivera et al. (2025) yang mengembangkan model pembelajaran berkelanjutan untuk Society 5.0 melalui integrasi etika AI dan pedagogi STEAM yang berorientasi keberlanjutan.

Penelitian Wulan et al. (2021) di Institut National des Sciences Appliquées (INSA) Bourges Perancis menunjukkan bahwa pembelajaran sains dan teknologi yang terintegrasi dengan nilai-nilai Islam memiliki efek signifikan terhadap hasil belajar yang diharapkan (expected learning outcomes) mahasiswa. Studi ini membuktikan bahwa strategi pembelajaran yang mengintegrasikan nilai-nilai Islam ke dalam pembelajaran sains dan teknologi memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengintegrasikan sains dan teknologi dengan konsep dan pengalaman dalam kehidupan nyata sebagai Muslim, sehingga mereka dapat merasakan bahwa pembelajaran mereka bermakna.

Dengan demikian, model integrasi nilai spiritual dan teknologi yang terwujud dalam program pirolisis di Desa Manikrejo menawarkan kerangka kerja yang dapat direplikasi untuk mengintegrasikan pendidikan karakter, nilai-nilai Islam, dan pembelajaran adaptif dalam instruksi yang dimediasi teknologi. Model ini menunjukkan bagaimana teknologi yang berakar secara kultural dapat menumbuhkan keunggulan intelektual dan spiritual di era digital.

Learning by Doing sebagai Metode Pendidikan Islam Kontekstual

Transformasi pendidikan di era digital menuntut adanya metode pembelajaran yang tidak hanya efektif secara pedagogis tetapi juga relevan dengan konteks sosial-budaya masyarakat. Dalam program pengelolaan sampah plastik berbasis pirolisis di Desa Manikrejo, metode *learning by doing* (belajar dengan melakukan) terbukti menjadi pendekatan yang sangat efektif dalam mentransfer pengetahuan dan keterampilan teknis yang kompleks kepada masyarakat dengan latar belakang pendidikan formal yang terbatas. Metode ini memungkinkan peserta untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran melalui pengalaman nyata, bukan sekadar menerima informasi secara pasif.

Penelitian Susanto et al. (2023) tentang paradigma pembelajaran *learning by doing* dalam menciptakan pembelajaran aktif di pendidikan Islam memberikan landasan teoretis yang kuat bagi temuan penelitian ini. Studi yang menggunakan kombinasi metode kuantitatif dan kualitatif dengan desain *exploratory sequential* tersebut menemukan bahwa penerapan *learning by doing* dalam pendidikan Islam menciptakan lingkungan belajar yang mendukung dan adaptif di mana siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi mereka melalui pengalaman langsung dan ajaran dari orang lain.

Analisis data kuantitatif dalam uji *paired sample t-test* menunjukkan perbedaan substansial antara hasil sebelum dan sesudah menerapkan pembelajaran berbasis kinerja *learning by doing*. Dengan derajat kebebasan (dk) 39 pada tingkat signifikan 5%, diperoleh t-tabel 1,684 sementara hasil analisis menunjukkan t-hitung 16,701 > 1,684 dan Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05. Hal ini membuktikan bahwa *learning by doing* secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, logis, sistematis, dan kritis peserta didik (Susanto et al., 2023). Temuan ini sejalan dengan hasil program di Desa Manikrejo di mana 90% peserta mampu mengoperasikan reaktor pirolisis secara mandiri setelah mengikuti rangkaian pelatihan dan pendampingan intensif.

Penelitian Das et al. (2022) tentang strategi *Contextual Teaching and Learning* untuk meningkatkan keterampilan metakognitif siswa di SMP Negeri 2 Pamboang, Majene, memperkuat argumen tentang efektivitas pembelajaran kontekstual. Studi dengan desain *quasi-experimental* ini menunjukkan bahwa dalam pembelajaran Pendidikan Agama Islam, siklus ketertarikan siswa terhadap materi sebagai dunia nyata diwujudkan melalui gambar, cerita, kehidupan nyata yang dapat dilihat, atau rekaman suara. Siswa kemudian mempresentasikan hasilnya dalam konstruksi yang teratur dan mempraktikkannya di depan instruktur dan teman-teman mereka. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan metakognitif mereka melalui proses perencanaan, pelaksanaan, pencarian dan bertanya, serta evaluasi orisinal.

Menariknya, metode *learning by doing* yang diterapkan dalam program ini memiliki kesesuaian yang kuat dengan tradisi pendidikan Islam, khususnya konsep pembelajaran berbasis pengalaman yang telah lama dipraktikkan dalam institusi pendidikan Islam tradisional. Penelitian Anshari et al. (2025) tentang inovasi pembelajaran di dayah (pesantren Aceh) mengungkapkan efektivitas metode *experiential learning* dalam mengembangkan kompetensi siswa di dua dayah salafiyah Aceh: Mudi Mesra dan Ummul Ayman. Studi dengan desain kualitatif *multiple-case* ini menemukan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman secara sistematis tertanam dalam praktik ritual dan komunal seperti *muhadzarah* (latihan pidato), *khutbah*, dan *tajhiz mayat* (pengurusan jenazah); pelatihan vokasional dan kewirausahaan seperti perbankan, percetakan, penjahitan, dan IT; mediasi kelembagaan melalui otoritas yang berpusat pada *teungku* (guru); serta keterlibatan digital yang muncul seperti *muzakarah* berbasis WhatsApp.

Penelitian ini memperkenalkan konsep "ekologi pengalaman dayah Aceh" yang mengintegrasikan spiritualitas, otoritas kelembagaan, dan inovasi. Secara teoretis, hal ini memperkaya perdebatan global tentang pedagogi pengalaman dalam pendidikan berbasis iman; secara praktis, konsep ini memberikan model untuk meningkatkan kesiapan vokasional dan digital tanpa mengorbankan keaslian religius (Anshari et al., 2025). Temuan ini relevan dengan konteks program di Desa Manikrejo di mana pembelajaran berbasis pengalaman tidak hanya mentransfer keterampilan teknis tetapi juga memperkuat nilai-nilai spiritual dan sosial masyarakat.

Efektivitas Learning by Doing dalam Konteks Masyarakat Pedesaan

Dalam konteks masyarakat Desa Manikrejo yang didominasi oleh lulusan SD dan SMP, pendekatan ceramah dan teori abstrak jelas tidak akan efektif. Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu peserta, "Saya lulusan SD, kalau disuruh baca buku teks pasti pusing. Tapi karena langsung praktik, pegang besi, las, nyalakan api, lihat plastik jadi minyak, saya jadi paham." Pernyataan ini menegaskan bahwa metode *learning by doing* mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, serta membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual.

Penelitian Parhan et al. (2024) tentang pengembangan model pembelajaran kontekstual dalam pendidikan Islam untuk meningkatkan pengetahuan aplikatif dan menumbuhkan kebijakan berbasis pengetahuan memberikan dukungan empiris lebih lanjut. Studi yang menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan metode campuran ini menemukan bahwa model pembelajaran kontekstual secara signifikan meningkatkan pemahaman teoretis dan aplikasi praktis siswa, khususnya dalam pembelajaran shalat. Hasil penelitian menunjukkan pencapaian akademik yang lebih baik dan integrasi nilai-nilai ibadah ke dalam kehidupan sehari-hari siswa. Model pembelajaran kontekstual menghadirkan pendekatan yang lebih realistis, konkret, menarik, dan bermakna dalam pembelajaran, mendorong partisipasi aktif siswa dan penerapan materi yang dipelajari dalam skenario kehidupan nyata (Parhan et al., 2024).

Penelitian Hidayat dan Syahidin (2019) tentang inovasi pembelajaran Pendidikan Agama Islam melalui model *Contextual Teaching and Learning* dalam meningkatkan taraf berpikir peserta didik semakin memperkuat argumen ini. Studi dengan pendekatan kualitatif dan metode studi pustaka ini menyimpulkan bahwa model *Contextual Teaching and Learning* merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam menghubungkan materi yang dipelajari dengan konteks kehidupan nyata. Model ini mengakomodasi keterlibatan siswa secara fisik dan mental, sehingga siswa difasilitasi dalam mengembangkan pengetahuan mereka sendiri yang sudah ada dalam struktur akal pikiran (*aqliyah*) mereka, dan diberi kesempatan untuk memecahkan masalah bersama dalam kegiatan ilmiah. Oleh karena itu, model *Contextual Teaching and Learning* dapat digunakan sebagai model alternatif untuk proses internalisasi nilai-nilai Islam dalam pembelajaran Pendidikan Agama Islam (Hidayat & Syahidin, 2019).

Pendampingan Berjenjang dan Pembelajaran Kolaboratif

Keberhasilan metode *learning by doing* dalam program ini juga ditopang oleh sistem pendampingan berjenjang (*tiered mentorship*) yang diterapkan secara sistematis. Model pendampingan ini melibatkan beberapa lapisan: (1) ahli teknis dari perguruan tinggi mendampingi *key person* desa; (2) *key person* yang telah terlatih kemudian menjadi mentor bagi kelompok operator inti; dan (3) terjadi pendampingan sebaya di antara sesama warga yang telah terlatih. Sistem berjenjang ini menciptakan cadangan pengetahuan di dalam komunitas yang mengurangi ketergantungan pada individu tertentu atau pada pendamping eksternal.

Penelitian Usman, Bahraeni, dan Nurhilalayah (2025) tentang pembelajaran kooperatif berorientasi Islam melalui kolaborasi berbasis iman di kalangan mahasiswa pada mata kuliah Pendidikan Islam memberikan perspektif penting tentang dimensi spiritual dalam pembelajaran kolaboratif. Studi dengan desain fenomenologi kualitatif yang melibatkan wawancara mendalam dengan enam dosen dan 22 mahasiswa dari tiga perguruan tinggi Islam ini menemukan bahwa ketika diresapi dengan nilai-nilai seperti saling membantu, persaudaraan, dan keikhlasan, pembelajaran kooperatif berubah menjadi tindakan pedagogis dan spiritual, ibadah, yang mempromosikan pencapaian akademik dan perkembangan moral.

Tiga tema utama muncul dari penelitian ini: (1) nilai-nilai Islam membangun kerangka etis untuk akuntabilitas kelompok dan resolusi konflik; (2) dosen bertindak sebagai fasilitator moral dengan menanamkan ritual keagamaan dan memantau perilaku etis; dan (3) mahasiswa mengalami transformasi pribadi yang ditandai dengan peningkatan empati, keikhlasan, dan tanggung jawab. Penelitian ini mengusulkan Model Pembelajaran Kooperatif Berbasis Iman yang mengintegrasikan praktik pendidikan Islam tradisional dengan strategi pembelajaran kooperatif kontemporer (Usman et al., 2025). Model ini relevan dengan konteks program di Desa Manikrejo di mana nilai-nilai keislaman seperti gotong royong dan keikhlasan menjadi fondasi bagi keberhasilan pembelajaran kolaboratif.

Aspek penting lainnya dari program ini adalah integrasi nilai-nilai keberlanjutan lingkungan dalam pembelajaran, yang sejalan dengan tujuan pendidikan Islam untuk mengembangkan individu yang bertanggung jawab terhadap alam. Penelitian Muhamad et al. (2024) tentang penanaman nilai-nilai Islam tentang keberlanjutan lingkungan melalui pembelajaran pengalaman di Universitas Malaya memberikan wawasan berharga. Studi dengan metode kualitatif yang menganalisis refleksi mahasiswa pada partisipasi mereka dalam program Eco-Bazaar @ Masjid menemukan bahwa pembelajaran pengalaman memfasilitasi apresiasi mahasiswa terhadap keberlanjutan lingkungan, sebagaimana dibuktikan dalam refleksi mereka.

Penelitian ini menegaskan bahwa meskipun isu lingkungan biasanya dibahas dari sudut pandang ilmiah dan tampak berada di luar cakupan pendidikan agama Islam, memburuknya kondisi degradasi lingkungan dan frekuensi bencana lingkungan saat ini memerlukan upaya bersama. Pengalaman memainkan peran sentral dalam pemahaman siswa tentang pengetahuan baru karena siswa terlibat langsung dalam proses pembelajaran (Muhamad et al., 2024). Temuan ini relevan dengan program di Desa Manikrejo di mana pembelajaran tentang pengelolaan sampah plastik melalui pirolisis tidak hanya mentransfer pengetahuan teknis tetapi juga menanamkan nilai-nilai Islam tentang tanggung jawab terhadap lingkungan.

Ratnaningsih et al. (2020) dalam penelitian mereka tentang efektivitas penggunaan E-learning berbasis Edmodo dalam proses *Blended Learning* menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran harus dikembangkan berdasarkan teori sosiokultural dan pendekatan sistem pembelajaran komunikatif, sehingga akan mampu meningkatkan interaksi dan komunikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan E-learning berbasis Edmodo dalam proses *Blended Learning* berhasil memfasilitasi partisipasi siswa dalam diskusi dan tugas online, dan dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam meningkatkan hasil belajar mereka. Meskipun penelitian ini berfokus pada pembelajaran online, prinsip dasarnya tentang pentingnya interaksi dan komunikasi dalam pembelajaran relevan dengan program di Desa Manikrejo di mana interaksi langsung dan komunikasi intensif menjadi kunci keberhasilan transfer pengetahuan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis mendalam terhadap temuan penelitian, dapat ditarik tiga kesimpulan utama.

Pertama, metode learning by doing terbukti efektif dalam mentransfer pengetahuan dan keterampilan teknis yang kompleks kepada masyarakat dengan latar belakang pendidikan formal terbatas. Program pelatihan partisipatif yang menekankan pada praktik langsung dan pengalaman nyata berhasil mentransformasi warga dari penerima pasif menjadi operator teknologi yang kompeten, dengan 90% peserta mampu mengoperasikan reaktor pirolisis secara mandiri setelah mengikuti rangkaian pelatihan dan pendampingan intensif. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran kontekstual yang menempatkan peserta sebagai subjek aktif dalam proses belajar jauh lebih efektif dibandingkan metode ceramah dan transfer teori abstrak, khususnya dalam konteks masyarakat pedesaan.

Kedua, metode learning by doing yang diterapkan dalam program ini memiliki kesesuaian yang kuat dengan tradisi pendidikan Islam, khususnya konsep pembelajaran berbasis pengalaman yang telah lama dipraktikkan dalam institusi pendidikan Islam tradisional. Sistem pendampingan berjenjang yang diterapkan—dari ahli teknis ke key person desa, kemudian ke operator inti, dan pendampingan sebaya—merekam adaptasi modern dari sistem sanad dalam tradisi keilmuan Islam yang menjamin otentisitas dan keberlanjutan pengetahuan. Integrasi nilai-nilai Islam seperti gotong royong, keikhlasan, dan tanggung jawab moral terhadap lingkungan menjadi fondasi motivasional yang memperkuat efektivitas pembelajaran dan menjamin keberlanjutan program pasca-pendampingan.

Ketiga, program ini berhasil mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan lingkungan ke dalam kerangka pendidikan Islam transformatif. Perubahan paradigma masyarakat—dari memandang sampah plastik sebagai "beban lingkungan" menjadi "bahan baku potensial"—mencerminkan keberhasilan proses internalisasi nilai yang tidak hanya mengubah perilaku tetapi juga cara pandang dan kesadaran. Dampak terukur dari program ini meliputi aspek lingkungan (reduksi sampah plastik 5 kg menjadi 3,5 liter minyak pirolisis dan 1 kg biochar), ekonomi (penghematan energi dan potensi nilai tambah produk), dan sosial (penguatan kapasitas dan kelembagaan masyarakat). Munculnya inisiatif dari dalam komunitas untuk mereplikasi dan mengembangkan teknologi lebih lanjut menandai tercapainya keberdayaan sejati.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pendidikan Islam transformatif berbasis learning by doing yang mengintegrasikan nilai-nilai spiritual, kearifan lokal, dan kebutuhan praktis masyarakat. Model ini menawarkan kerangka kerja yang dapat direplikasi dan dikontekstualisasikan di berbagai setting pendidikan Islam, baik formal maupun non-formal, untuk menjawab tantangan kontemporer tanpa kehilangan akar tradisi keilmuan Islam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam, Kementerian Agama RI atas dukungannya yang telah mendukung pelaksanaan program ini. Ucapan

terima kasih juga kami sampaikan kepada Pemerintah Desa Manikrejo, para tokoh agama, dan masyarakat yang telah berpartisipasi aktif mengintegrasikan nilai-nilai Islam ke dalam program pirolisis berbasis komunitas. Apresiasi kami haturkan kepada P3M STAI Salahuddin Pasuruan, LPPM UNU Pasuruan, dan semua pihak yang telah berkolaborasi mewujudkan model pembelajaran *learning by doing* yang berhasil mentransformasi masyarakat menjadi subjek pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. N., & Jumat, Z. H. (2021). Islamic finance and circular economy: An introduction. In *Gulf Studies* (Vol. 5, pp. 1–7). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6061-0_1
- Andooz, A., Eqbalpour, M., Kowsari, E., Ramakrishna, S., & Ansari Cheshmeh, Z. (2023). A comprehensive review on pyrolysis from the circular economy point of view and its environmental and social effects. *Journal of Cleaner Production*, 388, 136021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136021>
- Anshari, I., Mujiburrahman, Rijal, F., Alfadhil, M., & Tihalmah. (2025). Learning innovation in dayah: The effectiveness of experiential learning methods in developing students' skills. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 13(3), 2363–2388. <https://doi.org/10.26811/peuradeun.v13i3.2202>
- Bolotio, R., & Yusuf, N. (2025). Transformative Islamic education management in the revitalization of the Mapalus North Minahasa Muslim community. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(1), 214–232. <https://doi.org/10.31538/nzh.v8i1.87>
- Das, S. W. H., Ambar, I., Sukmawati, H., Halik, A., Nunsu, L. M., Patmawati, Sitonda, S., Idrus, M., & Sudirman. (2022). Contextual teaching and learning strategies for improving metacognitive skills of students at SMP Negeri 2 Pamboang, Majene Regency. *Educational Administration: Theory and Practice*, 28(1), 121–132. <https://doi.org/10.17762/kuey.v28i01.470>
- Fathma, 'A. F., Alfari, M. T., & Darwanto. (2025). Islamic circular economy in business practice and Islamic finance: A systematic literature review. *Journal of Islamic Economic Laws*, 8(2), 171–185. <https://doi.org/10.23917/jisel.v8i02.11697>
- Firdaus, S., Suwendi, S., Nafi'a, I., Gumindari, S., Huriyah, H., & Juanda, A. (2025). Transforming Islamic higher education: Integrating Islamic values & digital technology at UIN Siber Cirebon. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 13(3), 2337–2362. <https://doi.org/10.26811/peuradeun.v13i3.2330>
- Hidayat, T., & Syahidin. (2019). Inovasi pembelajaran pendidikan agama Islam melalui model contextual teaching and learning dalam meningkatkan taraf berpikir peserta didik. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 16(2), 115–136. <https://doi.org/10.14421/jpai.2019.162-01>
- Khajuria, A., Verma, P., Vella, A., Zanini-Freitag, D., Xin, H., Murthy, I. K., Arora, J. K., Sylva, K., Menon, L., Pardeshi, S., Kral, U., & Liu, X. (2025). The SDG accelerator: Circular economy solutions through efficient sustainable consumption. *Circular Economy*, 4(2), 100140. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2025.100140>
- Kruja, A., Ndrecaj, V., Çela, A., Morina, F., & Hysa, E. (2025). Towards an education for a circular economy: Mapping teaching practices in a transitional higher education system. *Sustainability (Switzerland)*, 17(21), 9787. <https://doi.org/10.3390/su17219787>
- Mattiello, H., Mattiello, D., & Wittberg, V. (2025). Driving sex-gender equity and ethical integration in Edu X.0: Harnessing GenAI for human-centric innovation, responsibility, and industry X.0 (When X.0 = 5.0). *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON62633.2025.11016475>
- Muhamad, A., Khalil, S. A., Basir, S. A., & Norasid, M. A. (2024). Instilling Islamic values of environmental sustainability through experiential learning: A case study of revealed

- knowledge and natural phenomena's students. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 39(2), 219–248. <https://doi.org/10.21315/apjee2024.39.2.12>
- Nasir, K., Zaman, R. K., Hilmi, A. B. A., Mahadzir, A. H., & Mustaffa, A. M. B. (2025). Artificial intelligence integration in mobile applications: Innovation and challenges in supporting Quran memorization and review. *Quranica*, 17(2), 612–645.
- Parhan, M., Syahidin, Somad, M. A., Abdulah, M., & Nugraha, R. H. (2024). Developing a contextual learning model in Islamic education to improve applicable knowledge and foster knowledge-based virtues. *Jurnal Pendidikan Islam*, 10(1), 75–86. <https://doi.org/10.15575/jpi.v10i1.35205>
- Qorib, M., & Afandi, A. (2024). Implementing prophetic values in the Islamic life guidelines for Muhammadiyah citizens: A qualitative analysis for transforming science and technology. *Miqot: Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman*, 48(1), 1–24. <https://doi.org/10.30821/miqot.v48i1.1129>
- Ratnaningsih, S., Miswan, Hady, Y., Sari Dewi, R., Fahriany, & Zuhdi, M. (2020). The effectiveness of using Edmodo-based e-learning in the blended learning process to increase student motivation and learning outcomes. 2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2020, 9268924. <https://doi.org/10.1109/CITSM50537.2020.9268924>
- Rizal, M., Hidayat, A., Anwar, M. S., Maghfiroh, R., Yasmar, R., & Hafiz, A. (2025). Adat Geunareh, Syariat Geunaseh: Building transformative Islamic education based on Aceh's local wisdom. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(3), 661–681. <https://doi.org/10.31538/nzh.v8i3.305>
- Sahari, Lundeto, A., Mash'ud, I., & Tohis, R. A. (2025). Transformative Islamic education in politics: Political education of religious figures in the 2024 election. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(2), 304–317. <https://doi.org/10.31538/nzh.v8i2.38>
- Siregar, H. S., Nurhamzah, Munir, M., & Fikri, M. (2025). Enhancing Islamic education through technology integration: A study of teaching practices in Indonesia. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 13(2), 959–986. <https://doi.org/10.26811/peuradeun.v13i2.1875>
- Susanto, Desrani, A., Ritonga, A. W., Ramli, Lubis, M., & Nurdin. (2023). Learning by doing: A teaching paradigm for active learning in Islamic high school. *Journal of Education and e-Learning Research*, 10(4), 793–799. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i4.5224>
- Torres-Rivera, A. D., Rendón Peña, A. A., Díaz-Torres, S. T., & Díaz-Torres, L. A. (2025). Ethical integration of AI and STEAM pedagogies in higher education: A sustainable learning model for Society 5.0. *Sustainability (Switzerland)*, 17(19), 8525. <https://doi.org/10.3390/su17198525>
- Usman, T., Bahraeni, & Nurhilalayah. (2025). Exploring Islamic-oriented cooperative learning through faith-driven collaboration among university students in Islamic education courses. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(9), 922–939. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.9.44>
- Widodo, H. (2025). An AI-gamification-religiosity learning model to enhance critical literacy in private Islamic universities. *Islamic Quarterly*, 69(1), 75–120.
- Wulan, E. R., Gunawan, H., Fauziah, W., & Kratz, F. (2021). Integration of science, technology, and Islamic values to enhance expected learning outcomes in French higher education. *Jurnal Pendidikan Islam*, 7(1), 95–108. <https://doi.org/10.15575/jpi.v7i1.12765>
- Yasin, A. F., Susilawati, S., Supriyatno, T., Tasir, Z., Asmawati, R. I., Chakim, A., & Putri, C. A. (2025). Innovative learning models in improving the spirituality of higher education students in Indonesia and Malaysia. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(3), 714–731. <https://doi.org/10.31538/nzh.v8i3.319>

Zakariyah, Muhid, A., & Arifin, M. (2025). Transformation of Al-Qur'an memorization learning in the digital age through the blended learning flipped classroom approach. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(3), 594–606. <https://doi.org/10.31538/nzh.v8i3.193>