

ReGrow: Inovasi Pengolahan Limbah Jerami, Tulang Ikan Laut, dan Lamtoro sebagai Produk Organik Multifungsi (Pupuk, Insektisida, dan Nutrien Ternak Ruminansia) Terintegrasi Platform Digital

Ayu Ning Diah Pitaloka¹, Rahmadevi Mashlahatunnisa², Ahyat Alusna³, dan Hanifah Khoirunnisa Latifah⁴

¹Pendidikan Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

²Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

³Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

⁴Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

¹ayu0393feb.2024@student.uny.ac.id,

²rahmadevimashlahatunnisa.2023@student.uny.ac.id,

³ahyatalusna.2024@student.uny.ac.id, ⁴hanifah0096feb.2023@student.uny.ac.id

ABSTRAK

This study examines the underutilization of agricultural and marine organic waste in the Special Region of Yogyakarta and to formulate the initial concept of ReGrow based on a circular economy and digital platform. Data from Badan Pusat Statistik indicate that rice production in Yogyakarta reached approximately 452.83 thousand tons of dry unhusked rice in 2024, generating abundant rice straw waste, while fish-based culinary activities at Pantai Baru produce fish bone waste that remains largely underutilized. This study employed a qualitative descriptive approach using observation, semi-structured interviews, literature review, thematic analysis, and design thinking. The findings indicate that the main problem lies not only in the large volume of organic waste, but also in the absence of an integrated cross-sector value chain, the low utilization of waste, and limited access to education and market connectivity. Empirical findings show that most rice straw is still burned after harvest because it is considered to have no economic value, while fish bone waste is generally discarded without further processing. Based on these findings, this study formulates ReGrow as an initial innovation design integrating rice straw, marine fish bones, and lamtoro (*Leucaena leucocephala*) into the concept of multifunction organic products in the form of organic fertilizer, botanical insecticide, and ruminant livestock nutrients supported by a digital platform. The novelty of this study lies in the systemic integration of cross-sector waste, multifunction product orientation, and the support of a local circular economy-based digital ecosystem. However, this study has not conducted laboratory validation or product effectiveness testing; therefore, the

findings are positioned as an initial conceptual model requiring further development and validation.

Keywords: Circular Economy, Green Digital Economy, Waste-to-Product Innovation, Agricultural and Marine Waste, Multifunction Organic Product, Digital Platform.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan limbah organik secara berkelanjutan menjadi bagian penting dalam pembangunan ekonomi ramah lingkungan karena berkaitan langsung dengan efisiensi sumber daya, pengurangan pencemaran, dan penciptaan nilai tambah. Di era digital, teknologi tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, tetapi juga sebagai penghubung antara produsen bahan baku, pengolah produk, pasar, dan pengguna akhir. Namun, pengelolaan limbah organik di Indonesia masih menghadapi kendala berupa rendahnya inovasi, kurangnya integrasi lintas sektor, serta belum optimalnya pemanfaatan platform digital pada sektor pertanian, perikanan, dan peternakan.

Berdasarkan data BPS DIY (2025), luas panen padi pada tahun 2024 mencapai 96,98 ribu hektare dengan produksi 452,83 ribu ton gabah kering giling. Produksi tersebut menghasilkan limbah jerami dalam jumlah besar, tetapi pemanfaatannya masih terbatas pada pembakaran terbuka atau pakan ternak sederhana. Padahal, jerami memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan dapat diolah menjadi bahan pembenah tanah. Pembakaran terbuka justru berpotensi meningkatkan emisi karbon, mengurangi bahan organik tanah, dan bertentangan dengan prinsip pertanian berkelanjutan.

Hasil wawancara dengan pedagang kuliner di Pantai Baru menunjukkan bahwa kebutuhan ikan mencapai 5-10 kg per hari dan dapat meningkat menjadi lebih dari 20 kg pada akhir pekan. Limbah tulang ikan dari aktivitas tersebut umumnya hanya dibuang tanpa pemanfaatan lanjutan. Padahal, tulang ikan mengandung kalsium dan fosfor yang berpotensi menjadi bahan pupuk organik. Di sisi lain, lamtoro memiliki nilai strategis sebagai sumber nutrisi ternak ruminansia karena kandungan protein kasarnya tinggi dan dapat berfungsi sebagai pakan alternatif berkelanjutan (Kamid R.A.A., Khotijah L., 2024).

Permasalahan utama yang ditemukan bukan semata-mata melimpahnya limbah organik, melainkan belum adanya sistem yang mengintegrasikan limbah pertanian, perikanan, dan peternakan dalam satu ekosistem ekonomi sirkular berbasis digital. Sebagian besar praktik pengolahan limbah masih berjalan terpisah: jerami berada pada rantai pertanian, tulang ikan berada pada rantai perikanan dan kuliner, sedangkan lamtoro belum diposisikan sebagai bahan

multifungsi yang menghubungkan kebutuhan pupuk, insektisida nabati, dan nutrisi ternak. Keterpisahan ini menyebabkan potensi nilai ekonomi, manfaat ekologis, dan manfaat edukatif dari limbah belum dapat dioptimalkan.

ReGrow dikembangkan sebagai inovasi yang mengintegrasikan limbah jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro menjadi produk organik multifungsi berupa pupuk organik, insektisida nabati, dan nutrisi ternak ruminansia yang didukung platform digital. Novelty akademik ReGrow terletak pada tiga aspek yang saling terkait. Pertama, ReGrow menghubungkan sumber limbah lintas sektor yang selama ini dikelola secara parsial. Kedua, ReGrow mengarahkan bahan baku tersebut ke dalam rancangan produk yang tidak tunggal, tetapi multifungsi. Ketiga, ReGrow menempatkan platform digital sebagai mekanisme edukasi, pemasaran, konsultasi, dan kemitraan sehingga inovasi tidak berhenti pada produk fisik, tetapi berkembang menjadi ekosistem *green digital economy* berbasis ekonomi sirkular di tingkat lokal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi aktual pemanfaatan limbah jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro pada sektor pertanian, perikanan, dan peternakan di DIY?
2. Bagaimana rancangan inovasi ReGrow dalam mengintegrasikan limbah organik lintas sektor menjadi produk organik multifungsi?
3. Bagaimana peran platform digital ReGrow dalam mendukung edukasi, distribusi, pemasaran, dan kemitraan antarpengguna?
4. Bagaimana potensi implementasi ReGrow dalam mendukung penguatan *green digital economy* berbasis ekonomi sirkular di tingkat lokal?

1.3 Fokus Penelitian

1. Menganalisis kondisi aktual pemanfaatan limbah jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro pada sektor pertanian, perikanan, dan peternakan.
2. Merancang ReGrow sebagai sistem pengolahan limbah organik lintas sektor menjadi produk organik multifungsi.
3. Mendeskripsikan peran platform digital ReGrow dalam mendukung edukasi, distribusi, pemasaran, konsultasi, dan kemitraan antarpengguna.
4. Mengkaji potensi implementasi ReGrow dalam mendukung *green digital economy* berbasis ekonomi sirkular di tingkat lokal.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kondisi aktual pemanfaatan limbah jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro pada sektor pertanian, perikanan, dan peternakan di wilayah kajian.

2. Mengembangkan rancangan sistem ReGrow dalam mengintegrasikan limbah organik menjadi produk multifungsi berupa pupuk organik, insektisida nabati, dan nutrisi ternak ruminansia.
3. Mengevaluasi secara kualitatif peran awal platform digital ReGrow dalam mendukung distribusi, edukasi, pemasaran, konsultasi, dan kemitraan pengguna.
4. Mengkaji potensi implementasi ReGrow dalam memperkuat *green digital economy* berbasis ekonomi sirkular di tingkat lokal.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis, penelitian ini meningkatkan kemampuan merancang inovasi berbasis ekonomi sirkular dan teknologi digital, serta memperkuat pemahaman tentang pemanfaatan limbah organik menjadi produk bernilai ekonomi.
2. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat menjadi referensi awal dalam kajian pertanian berkelanjutan, pengelolaan limbah, dan pemanfaatan platform digital.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini memberikan alternatif strategi praktis untuk mengolah limbah menjadi produk bernilai jual serta membuka akses edukasi, pemasaran, dan konsultasi melalui platform ReGrow.
4. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat menjadi rujukan awal bagi pengembangan *green economy*, pengelolaan limbah organik, pertanian berkelanjutan, serta digitalisasi sektor pertanian dan perikanan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian	Temuan Utama	Keterbatasan
1	Sulfianti et al. (2021) - Analisis NPK Pupuk Organik Cair dari Berbagai Jenis Air Cuci Beras dengan Metode Fermentasi yang Berbeda	Fermentasi selama 14 hari meningkatkan kandungan nitrogen sebesar 12%, namun kadar fosfor dan kalium masih berada di bawah standar SNI pupuk organik cair sehingga belum layak diaplikasikan secara komersial.	Berfokus pada satu jenis limbah dan satu produk akhir (pupuk), tanpa mempertimbangkan integrasi dengan sektor lain maupun pemanfaatan residu fermentasi.
2	Amrullah et al. (2023) - Analisis Campuran Limbah Daun Gamal,	Kombinasi limbah gamal, lamtoro, dan kulit pisang meningkatkan protein	Formulasi pakan diuji pada satu komoditas dan belum mengaitkan

No.	Penelitian	Temuan Utama	Keterbatasan
	Daun Lamtoro, dan Kulit Pisang sebagai Pakan Alternatif Udang	kasar pakan hingga 8,48% dan menurunkan biaya produksi pakan sebesar 15%, meskipun konversi pakan belum optimal dibandingkan pakan komersial.	proses produksi pakan dengan sistem pengelolaan limbah lintas sektor.
3	Kamid R.A.A., Khotijah L., K. N. R. (2024) - Analisis Keragaman Kualitas Nutrien Berbagai Pakan Ruminansia di Wilayah Indonesia	Kualitas nutrien pakan berbasis limbah bervariasi antarlokasi. Kadar serat kasar yang tinggi menjadi kendala utama bagi penerimaan ternak.	Penelitian bersifat deskriptif analitik, belum menghasilkan inovasi produk baru, serta belum memberikan intervensi pengolahan untuk menurunkan serat kasar.
4	Al Gifari et al. (2025) - Peningkatan Kapasitas Peternak Tradisional melalui Optimalisasi Manajemen Kesehatan, Pakan, dan Pemeliharaan SapiSemi-Intensif di Desa Teniga, Lombok Utara	Penerapan sistem agribisnis terpadu meningkatkan pemahaman peternak hingga 72% dan efisiensi biaya operasional sebesar 18%.	Berfokus pada aspek manajemen dan SDM, belum menyentuh inovasi produk olahan limbah, dan belum mengintegrasikan komponen teknologi digital.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu, pemanfaatan limbah organik terbukti memiliki potensi nilai tambah, baik sebagai sumber unsur hara, bahan pakan, maupun bagian dari sistem agribisnis terpadu. Namun, penelitian yang ada masih memperlihatkan tiga celah penting. Pertama, pengolahan limbah cenderung bersifat tunggal dan belum menghubungkan limbah pertanian, perikanan, dan peternakan dalam satu model. Kedua, produk yang dikembangkan umumnya hanya diarahkan pada satu fungsi, misalnya pupuk atau pakan, sehingga belum mengoptimalkan sinergi kandungan hara dan senyawa bioaktif dari bahan yang berbeda. Ketiga, dimensi digital masih terbatas, padahal platform digital dapat memperluas edukasi, distribusi, konsultasi, dan kemitraan.

Dengan demikian, posisi penelitian ini adalah mengembangkan ReGrow sebagai rancangan inovasi terintegrasi berbasis *circular economy* dan *green digital economy*. ReGrow tidak hanya menggabungkan bahan limbah multisektor, tetapi juga menyusun mekanisme produk multifungsi dan platform digital. Novelty tersebut bersifat sistemik karena menempatkan limbah sebagai input, produk organik multifungsi sebagai output, dan platform digital sebagai penghubung antara produksi, edukasi, distribusi, serta kemitraan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Limbah Jerami Padi sebagai Bahan Pupuk Organik

Jerami padi merupakan limbah pertanian berlimpah yang mengandung C-organik sekitar 44,71%, N total sekitar 1,08%, K sekitar 2,7%, dan silika (Si) yang bermanfaat bagi kesuburan tanah. Kombinasi biochar jerami dan pengembalian jerami ke lahan dapat meningkatkan bahan organik tanah, nitrogen tersedia, dan kalium tersedia masing-masing 34,71%, 22,96%, dan 61,68% dibandingkan perlakuan kontrol (Xia et al., 2024). Penggunaan biochar jerami padi bersama pupuk organik juga dilaporkan dapat meningkatkan pH tanah, karbon organik tanah, serta kandungan N, P, dan K tanaman, sekaligus menekan emisi metana (Zhang et al., 2024).

2.2.2 Tulang Ikan Laut sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor

Tulang ikan laut kaya kalsium dan fosfor dalam bentuk hidroksiapatit. Untailawam (2021) menemukan kadar kalsium tepung tulang ikan dari beberapa spesies, seperti tuna sirip kuning, lemadang, dan kurisi, berkisar 72-77,4% (b/b). Kalsium dan fosfor berperan penting bagi pembentukan jaringan tanaman, perkembangan akar, pembelahan sel, serta transfer energi metabolisme. Dengan karakteristik tersebut, tulang ikan berpotensi menjadi bahan pupuk organik berbasis limbah perikanan. Potensi ini semakin relevan dalam ReGrow karena tulang ikan dapat melengkapi unsur K dan Si dari jerami padi.

2.2.3 Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai Bahan Multifungsi

Lamtoro merupakan leguminosa pohon dengan kandungan protein kasar daun sekitar 21,5%, kalsium 2,7%, dan fosfor 0,17%. Kandungan tersebut menjadikan lamtoro sebagai sumber nitrogen organik untuk kompos maupun pakan ternak. Daun lamtoro juga mengandung tanin, alkaloid, saponin, dan flavonoid yang berpotensi sebagai senyawa bioaktif insektisida nabati. Dalam konteks ReGrow, lamtoro memiliki fungsi penghubung karena dapat mendukung rancangan nutrisi ternak, bahan kompos, dan bahan insektisida alami.

2.2.4 Produk Organik Multifungsi dan Pertanian Berkelanjutan

Integrasi jerami, tulang ikan, dan lamtoro dalam rancangan ReGrow membentuk sinergi hara yang lebih komprehensif: jerami menyumbang bahan organik, K, dan Si; tulang ikan menyumbang Ca dan P; sedangkan lamtoro menyumbang N organik dan senyawa bioaktif. Sinergi ini penting karena pertanian berkelanjutan tidak hanya membutuhkan peningkatan unsur hara, tetapi juga pengurangan ketergantungan terhadap input kimia. Senyawa polifenol, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid juga memiliki potensi sebagai agen bioaktif yang selektif dan mudah terurai (Adelia & Iskandar, 2020).

2.2.5 Platform Digital dalam Distribusi Produk Pertanian Organik

Platform digital menjadi pembeda utama ReGrow karena berfungsi sebagai sarana edukasi, pemasaran, konsultasi, dan kemitraan. Penerapan aplikasi digital pertanian presisi dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi input, dan akses informasi petani secara inklusif (Patria, 2025). Digitalisasi memungkinkan pengguna memperoleh informasi pasar, panduan penggunaan produk, serta jaringan bisnis yang lebih luas. Dalam konteks SDGs, pendekatan ini relevan dengan tujuan 2 tentang ketahanan pangan, tujuan 12 tentang konsumsi dan produksi berkelanjutan, serta tujuan 15 tentang ekosistem darat.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggambarkan dan memahami fenomena secara mendalam melalui data nonnumerik berupa kata-kata, pengamatan, dan keterangan langsung dari narasumber. Pendekatan ini relevan karena penelitian bertujuan mengeksplorasi potensi, kebiasaan, dan permasalahan petani serta pelaku perikanan terkait pengelolaan limbah jerami padi, tulang ikan, dan pemanfaatan tanaman lamtoro. Penelitian ini juga menggunakan kerangka *design thinking* untuk merancang platform digital ReGrow sebagai solusi awal berbasis kebutuhan pengguna.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di dua lokasi utama yang dipilih secara purposif berdasarkan relevansinya terhadap bahan baku dan pasar awal ReGrow.

1. Desa Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, sebagai salah satu wilayah pertanian padi yang menghasilkan limbah jerami.
2. Pantai Baru, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, sebagai kawasan nelayan dan pedagang ikan laut yang menghasilkan limbah tulang ikan secara rutin.

3.3 Informan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method* yang mengombinasikan data kualitatif melalui wawancara mendalam dan data kuantitatif melalui penyebaran angket. Pemilihan informan dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu memilih pihak yang memiliki keterlibatan langsung dengan bahan baku, aktivitas produksi, maupun pasar sasaran ReGrow.

Informan wawancara terdiri atas empat kelompok utama dengan total 8 informan kunci, yaitu:

1. Petani padi di Desa Sanden, Kabupaten Bantul sebanyak 2 orang, yang memberikan informasi mengenai pengelolaan jerami pascapanen, pola pemanfaatan limbah pertanian, dan kendala pengolahannya.
2. Nelayan Pantai Baru sebanyak 2 orang, termasuk Bapak Sarmidi selaku Ketua Kelompok Nelayan Pantai Baru yang menaungi 120 anggota dan 38 kapal penangkap ikan. Informasi yang diperoleh meliputi volume tangkapan, jenis ikan yang dominan ditangkap, serta potensi limbah hasil perikanan.
3. Pengelola Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pantai Baru sebanyak 1 orang, yang memberikan informasi mengenai sistem distribusi dan lelang hasil tangkapan ikan serta potensi limbah yang dihasilkan dari aktivitas perikanan.
4. Pedagang kuliner di kawasan Pantai Baru sebanyak 3 orang, yang memberikan informasi mengenai kebutuhan bahan baku ikan, jumlah limbah ikan yang dihasilkan, dan peluang pemanfaatannya sebagai bahan baku produk ReGrow.

Selain wawancara mendalam, penelitian ini juga melibatkan 32 responden terdiri atas petani dan nelayan di wilayah DIY melalui penyebaran angket. Data angket digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemanfaatan jerami padi, ikan laut, dan lamtoro serta persepsi masyarakat terhadap potensi pengolahan limbah organik menjadi produk bernilai tambah. Hasil angket menunjukkan bahwa:

1. 26 dari 32 responden (81%) belum memanfaatkan jerami padi secara optimal.
2. 30 dari 32 responden (94%) belum memanfaatkan limbah tulang ikan laut.
3. 29 dari 32 responden (91%) belum memanfaatkan tanaman lamtoro sebagai sumber daya produktif.

Data tersebut digunakan untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara melalui triangulasi sumber dan metode.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik yang saling melengkapi.

1. Studi literatur, yaitu pengkajian jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian terdahulu terkait pengolahan limbah jerami, tulang ikan, lamtoro, pupuk organik, insektisida nabati, nutrisi ternak, dan platform digital pertanian.
2. Observasi lapangan, yaitu pengamatan langsung terhadap kondisi lahan pertanian di Sanden serta aktivitas pengolahan dan pembuangan limbah ikan di kawasan Pantai Baru.
3. Wawancara mendalam, yaitu wawancara semi-terstruktur kepada keempat informan penelitian untuk menggali informasi tentang kebiasaan pengelolaan limbah, ketersediaan bahan baku, kebutuhan produk organik, dan keterbukaan terhadap platform digital.

3.5 Validasi Data

Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber, triangulasi teknik, dan triangulasi waktu (Alfansyur & Mariyani, 2020; Bachri, 2010). Validasi juga diperkuat melalui *member checking*, yaitu penyajian kembali hasil wawancara kepada informan untuk memperoleh konfirmasi sebelum analisis akhir.

Jenis Triangulasi	Definisi Operasional	Penerapan dalam ReGrow
Triangulasi sumber	Membandingkan data dari sumber yang berbeda.	Data nelayan dikonfirmasi kepada TPI dan pedagang kuliner untuk melihat konsistensi informasi mengenai pasokan ikan dan limbah tulang ikan.
Triangulasi teknik	Menggunakan teknik pengumpulan data berbeda untuk sumber yang sama.	Data wawancara petani dikonfirmasi melalui observasi lahan dan pencocokan dengan data produksi padi BPS DIY.
Triangulasi waktu	Mengonfirmasi konsistensi data pada waktu berbeda.	Wawancara awal pada Maret 2026 dikonfirmasi ulang pada April 2026 untuk mengurangi bias akibat musim, cuaca, dan stok ikan harian.

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Analisis Tematik

Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik. Menurut Ameen dan Khedhir (2025), analisis tematik bertujuan mengidentifikasi dan menafsirkan pola dalam data dengan menitikberatkan pada makna, konteks, dan interpretasi. Kerangka analisis mengacu pada enam fase Braun dan Clarke

(2006), yaitu pengenalan data, pembuatan kode awal, pencarian tema, peninjauan tema, pendefinisian dan penamaan tema, serta penulisan laporan.

Dalam penelitian ini, tema-tema yang muncul meliputi pengelolaan jerami padi, proses penangkapan ikan, skema distribusi ikan, pengelolaan limbah tulang ikan, potensi lamtoro, serta kebutuhan platform digital. Hubungan antartema menunjukkan adanya rantai persoalan dari ketersediaan bahan baku, hilangnya nilai ekonomi limbah, hingga kebutuhan akses informasi dan pasar. Temuan tersebut menjadi dasar perancangan ReGrow sebagai sistem terintegrasi.

3.6.2 Analisis Design Thinking

Pengembangan website ReGrow menggunakan model *design thinking* yang terdiri atas tahap *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*.

Tahap	Penerapan
<i>Empathize</i>	Mengidentifikasi kondisi nyata pengguna: keterbatasan petani dan pelaku perikanan dalam mengelola jerami dan tulang ikan, serta kebutuhan akses informasi yang sederhana.
<i>Define</i>	Merumuskan kebutuhan pengguna berupa platform yang mudah diakses, menyediakan edukasi, mendukung pemasaran, dan membuka ruang konsultasi.
<i>Ideate</i>	Merancang fitur utama berupa marketplace, video edukasi, <i>dashboard</i> kemitraan, konsultasi, dan halaman informasi produk.
<i>Prototype</i>	Mengembangkan website ReGrow.id dengan tampilan sederhana dan <i>user-friendly</i> agar mudah digunakan oleh pengguna yang memiliki tingkat literasi digital berbeda.
<i>Test</i>	Melakukan uji awal secara kualitatif melalui umpan balik dari empat informan kunci/pengguna potensial. Aspek yang diamati meliputi kejelasan informasi, kemudahan navigasi, relevansi fitur edukasi, fitur belanja, konsultasi, dan peluang kemitraan. Karena penelitian menggunakan data kualitatif, hasil pengujian belum disajikan dalam bentuk skor <i>usability</i> kuantitatif.

3.7 Rancangan Validasi Produk dan Platform

Menanggapi keterbatasan data, bagian validasi produk dalam penelitian ini diposisikan sebagai rancangan tahap lanjutan, bukan sebagai hasil uji yang telah selesai. Penelitian ini belum menghasilkan angka uji laboratorium, efektivitas agronomi, bioinsektisida, maupun nutrisi ternak. Oleh karena itu,

validasi ilmiah ReGrow perlu dilakukan secara bertahap sebelum produk dipasarkan secara luas.

Jenis Validasi	Rancangan/Parameter	Status dalam Penelitian
Validasi kandungan kimia pupuk organik	Mengacu pada SNI 7763:2024 tentang Pupuk Organik Padat. Parameter rencana uji meliputi C-organik, N total, P ₂ O ₅ tersedia, K ₂ O, pH, kadar air, logam berat, dan rasio C/N.	Belum dilakukan dalam penelitian ini; menjadi agenda uji laboratorium lanjutan.
Validasi efektivitas agronomi	Rancangan uji lapangan dapat menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tanaman padi varietas Ciherang. Parameter rencana: tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah malai, bobot GKP, dan kadar N-P-K daun.	Belum dilakukan dalam penelitian ini; diperlukan uji lapangan berskala terbatas dan berulang.
Validasi bioinsektisida lamtoro	Rancangan uji dapat mencakup uji fitokimia dan uji efektivitas terhadap hama seperti <i>Spodoptera litura</i> F. dengan beberapa konsentrasi ekstrak.	Belum dilakukan dalam penelitian ini; diperlukan uji toksisitas dan efektivitas.
Validasi nutrisi ternak ruminansia	Rancangan uji dapat mencakup analisis proksimat dan palatabilitas setelah perlakuan detoksifikasi mimosin pada lamtoro.	Belum dilakukan dalam penelitian ini; diperlukan uji nutrisi dan keamanan pakan.
Validasi platform digital	Uji awal dilakukan secara kualitatif melalui tanggapan empat informan kunci/pengguna potensial terhadap kejelasan informasi, fitur edukasi, belanja, konsultasi, dan kemitraan.	Hasil masih eksploratif; belum ada pengukuran kuantitatif seperti SUS, durasi penggunaan, atau tingkat keberhasilan tugas.

3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan selama empat bulan, yaitu Januari-April 2026, mulai dari observasi, wawancara, analisis data, perancangan

produk, pengembangan prototype, uji awal, evaluasi, desain ulang, hingga penyusunan karya ilmiah. Rincian jadwal disajikan pada Lampiran 3.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Sanden dan kawasan Pantai Baru, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Desa Sanden merepresentasikan wilayah pertanian padi yang menghasilkan jerami sebagai limbah pascapanen. Secara umum, DIY memiliki produksi padi yang cukup tinggi. Berdasarkan data BPS DIY (2025), luas panen padi tahun 2024 mencapai sekitar 96,98 ribu hektare dengan produksi 452,83 ribu ton gabah kering giling. Kabupaten Bantul sebagai salah satu sentra produksi padi turut berkontribusi terhadap ketersediaan jerami padi.

Pantai Baru merepresentasikan wilayah perikanan dan kuliner berbasis hasil laut. Aktivitas penangkapan, pelelangan, pengolahan, dan penjualan makanan laut menghasilkan limbah tulang ikan secara rutin. Berdasarkan keterangan informan, kebutuhan ikan pada warung kuliner mencapai 5-10 kg per hari dan meningkat pada akhir pekan. Limbah tulang ikan yang dihasilkan belum masuk ke rantai pengolahan bernilai tambah dan cenderung dibuang. Dengan demikian, kedua lokasi menunjukkan adanya potensi limbah organik yang melimpah, tetapi masih terpisah secara sektoral.

4.1.2 Kondisi Aktual Pemanfaatan Limbah Organik

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah jerami padi dan tulang ikan masih bersifat parsial, konvensional, dan belum terintegrasi. Pada sektor pertanian, jerami padi umumnya dibakar atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak sederhana. Praktik tersebut menunjukkan bahwa jerami belum dipandang sebagai bahan baku strategis untuk produksi pupuk organik atau komponen produk multifungsi. Pada sektor perikanan, tulang ikan belum dimanfaatkan secara optimal meskipun memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang relevan untuk pupuk organik.

Temuan lain menunjukkan bahwa lamtoro tersedia di lingkungan sekitar, tetapi belum ditempatkan sebagai bahan multifungsi. Padahal, lamtoro memiliki potensi sebagai sumber nitrogen organik, bahan nutrisi ternak, dan bahan insektisida nabati. Kondisi ini memperlihatkan adanya kesenjangan antara potensi bahan baku dan praktik pemanfaatan aktual. Kesenjangan tersebut terutama disebabkan oleh rendahnya akses pengetahuan teknis, ketiadaan sistem pengumpulan bahan baku, serta belum adanya saluran

pemasaran dan konsultasi yang menghubungkan petani, nelayan, pedagang, peternak, dan konsumen produk organik.

4.1.3 Rancangan Inovasi Produk ReGrow

ReGrow menggabungkan tulang ikan laut, lamtoro, dan jerami padi sebagai sistem pengolahan limbah organik lintas sektor. Tiga elemen utama, yaitu pupuk organik, insektisida nabati, dan nutrisi ternak ruminansia difokuskan dalam desain produk. Ketiga elemen ini bekerja sama membuat sistem integrasi penggunaan insektisida, pupuk organik, dan nutrisi ternak. Bahan organik yaitu kalium, dan silika yang terkandung dalam jerami padi meningkatkan sifat fisik tanah dan meningkatkan ketahanan tanaman. Tulang ikan laut digunakan untuk memberikan kalsium dan fosfor yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan untuk mendukung nutrisi ternak. Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dipilih karena kandungan protein dan nitrogen organiknya yang tinggi. Lamtoro juga mengandung senyawa bioaktif seperti mimosin dan tanin, yang digunakan untuk membuat insektisida nabati dan nutrisi ternak.

Komposisi ReGrow dirancang berdasarkan karakteristik kimia bahan untuk menghasilkan keseimbangan dan mendukung proses fermentasi yang optimal. Formulasi terdiri dari jerami padi (35%), daun lamtoro (20%), tulang ikan (15%), air (21%), molase (5%), urea (2%), dan EM4 (2%). Jerami padi digunakan sebagai komponen terbesar karena berfungsi sebagai sumber karbon utama dan bahan organik substrat fermentasi. Namun, jerami padi memiliki rasio C/N yang tinggi sehingga dekomposisi cenderung lambat. Oleh karena itu, terdapat tambahan berupa daun lamtoro dan urea sebagai sumber nitrogen untuk menurunkan rasio C/N dan mempercepat aktivitas mikroorganisme selama fermentasi. Tulang ikan berfungsi untuk memperkaya kandungan fosfor dan kalsium, sementaramolase dan EM4 digunakan untuk proses fermentasi. Dengan demikian, ReGrow berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah pertanian dan perikanan untuk mendukung kebutuhan pupuk organik, insektisida, dan nutrisi ternak. Namun, karena penelitian ini belum menghasilkan data uji laboratorium dan uji lapangan, klaim efektivitas produk harus dipahami sebagai potensi berbasis literatur dan hasil identifikasi lapangan, bukan sebagai hasil pembuktian eksperimental final.

4.1.4 Rancangan dan Uji Awal Platform Digital ReGrow

Platform digital ReGrow dikembangkan untuk mendukung implementasi inovasi produk melalui fitur belanja, edukasi, konsultasi, dan kemitraan. Fitur belanja berfungsi sebagai sarana distribusi produk, fitur edukasi menyediakan konten mengenai pengolahan limbah dan pertanian

berkelanjutan, fitur konsultasi membuka ruang tanya jawab dengan pendamping atau tenaga ahli, sedangkan fitur kemitraan diarahkan untuk menghubungkan petani, nelayan, pedagang, peternak, pelaku UMKM, dan konsumen.

Uji awal platform dilakukan secara kualitatif melalui tanggapan empat informan kunci/pengguna potensial. Hasil awal menunjukkan bahwa fitur edukasi dan belanja dinilai paling mudah dipahami karena langsung menjawab kebutuhan informasi dan pemasaran. Fitur konsultasi dinilai penting karena sebagian pengguna masih memerlukan pendampingan dalam memahami cara pemanfaatan produk dan penggunaan platform. Meski demikian, platform masih memerlukan pengembangan lebih lanjut, terutama pada aspek pengalaman pengguna, integrasi pembayaran, pemantauan distribusi secara *real-time*, dan aksesibilitas bagi pengguna dengan literasi digital rendah.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kesenjangan Rantai Nilai Limbah Organik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masalah utama pengelolaan limbah bukan hanya ketersediaan bahan baku yang melimpah, tetapi terputusnya rantai nilai. Jerami padi, tulang ikan, dan lamtoro berada pada tiga konteks produksi yang berbeda. Jerami berada pada siklus pertanian, tulang ikan berada pada siklus perikanan dan kuliner, sedangkan lamtoro berada pada lingkungan pertanian-peternakan. Karena tidak ada mekanisme yang menghubungkan ketiganya, masing-masing bahan cenderung diperlakukan sebagai residu atau sumber daya bernilai rendah. Akibatnya, potensi bahan organik tidak berubah menjadi nilai ekonomi, nilai ekologis, maupun nilai edukatif.

Secara sebab-akibat, keterpisahan sektor menciptakan tiga konsekuensi. Pertama, limbah tetap berada di titik asalnya dan tidak masuk ke proses pengolahan lanjutan. Kedua, pelaku lokal tidak memperoleh insentif ekonomi karena tidak tersedia pasar yang jelas untuk limbah tersebut. Ketiga, pengetahuan teknis tentang pengolahan limbah tidak tersebar secara merata. ReGrow mencoba menjawab tiga konsekuensi tersebut dengan membangun hubungan antara bahan baku, rancangan produk, dan platform digital. Dengan demikian, ReGrow tidak sekadar menawarkan produk, tetapi juga model aliran nilai dari limbah menuju produk organik dan layanan digital.

4.2.2 ReGrow sebagai Model Ekonomi Sirkular Lokal

Dalam kerangka ekonomi sirkular, limbah tidak diposisikan sebagai akhir dari proses produksi, melainkan sebagai input bagi siklus produksi berikutnya. ReGrow menerapkan logika ini dengan mengubah jerami padi, tulang ikan, dan lamtoro menjadi sumber daya baru. Integrasi lintas sektor

menjadi penting karena setiap bahan memiliki kontribusi berbeda terhadap fungsi produk. Jerami memperkuat bahan organik dan unsur K-Si; tulang ikan memperkaya Ca-P; sedangkan lamtoro menyediakan N organik dan senyawa bioaktif. Kombinasi ini memperlihatkan bahwa nilai inovasi ReGrow terletak pada konfigurasi bahan, bukan hanya pada penggunaan satu jenis limbah.

Novelty ReGrow juga terlihat pada orientasi output yang multifungsi. Banyak pengolahan limbah organik hanya diarahkan menjadi kompos atau pakan tunggal. ReGrow mengusulkan pendekatan yang lebih luas karena satu sistem pengolahan diarahkan untuk mendukung kebutuhan pertanian dan peternakan secara simultan. Hal ini memberi peluang efisiensi karena bahan lokal yang sebelumnya tidak bernilai dapat diolah menjadi beberapa produk yang saling melengkapi. Meski demikian, potensi tersebut harus dibaca secara hati-hati karena efektivitas produk tetap memerlukan pembuktian melalui uji kandungan, uji agronomi, uji bioinsektisida, dan uji nutrisi ternak.

4.2.3 Peran Platform Digital sebagai Penghubung Edukasi dan Pasar

Platform digital ReGrow memiliki fungsi strategis karena persoalan pengelolaan limbah tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga informasional dan pasar. Petani atau pedagang yang memiliki limbah belum tentu mengetahui cara mengolahnya, standar penggunaannya, atau saluran pemasarannya. Fitur edukasi menjawab kebutuhan pengetahuan, fitur belanja menjawab kebutuhan distribusi, fitur konsultasi menjawab kebutuhan pendampingan, sedangkan fitur kemitraan menjawab kebutuhan penghubung antarpelaku. Dengan demikian, platform digital berperan sebagai infrastruktur lunak yang memungkinkan inovasi produk lebih mudah diterima.

Namun, hasil uji awal menunjukkan bahwa digitalisasi tidak otomatis menjamin adopsi. Sebagian pengguna masih memerlukan pendampingan karena literasi digital dan kebiasaan penggunaan platform belum merata. Temuan ini penting secara analitis karena menunjukkan bahwa keberhasilan ReGrow tidak hanya bergantung pada kelengkapan fitur, tetapi juga pada kesesuaian desain dengan kemampuan pengguna. Oleh sebab itu, pengembangan platform perlu mengutamakan antarmuka yang sederhana, ukuran halaman yang ringan, panduan visual, serta fitur konsultasi yang responsif. Dengan cara ini, platform dapat menjadi jembatan antara inovasi teknologi dan praktik masyarakat lokal.

4.2.4 Penajaman Kebaruan ReGrow

Novelty ReGrow dapat ditegaskan dalam tiga lapisan. Lapisan pertama adalah novelty bahan baku, yaitu integrasi jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro yang berasal dari sektor berbeda. Lapisan kedua adalah novelty produk,

yaitu rancangan produk organik multifungsi yang mengarah pada pupuk organik, insektisida nabati, dan nutrisi ternak ruminansia. Lapisan ketiga adalah novelty sistem, yaitu integrasi platform digital untuk memperkuat edukasi, distribusi, konsultasi, dan kemitraan. Ketiga lapisan ini menjadikan ReGrow sebagai inovasi yang bersifat sistemik, bukan sekadar formulasi produk.

Dibandingkan inovasi digital pertanian yang hanya berfokus pada informasi atau marketplace, ReGrow memiliki orientasi *circular economy* yang lebih kuat karena memulai proses dari limbah lokal. Sebaliknya, dibandingkan penelitian pengolahan limbah yang hanya berfokus pada produk fisik, ReGrow menambahkan dimensi platform digital agar inovasi dapat menjangkau pengguna dan pasar lebih luas. Posisi ini memperkuat kontribusi akademik ReGrow sebagai model awal pengelolaan limbah organik berbasis ekonomi sirkular dan digitalisasi lokal.

4.2.5 Keterbatasan Temuan

Temuan penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Pertama, hasil penelitian terutama berasal dari observasi, wawancara, studi literatur, dan uji awal *prototype* secara kualitatif. Kedua, penelitian belum menyajikan hasil uji laboratorium, uji agronomi, uji efektivitas bioinsektisida, maupun uji nutrisi ternak. Ketiga, validasi platform belum menggunakan instrumen kuantitatif seperti *System Usability Scale*, pengukuran keberhasilan tugas, atau analisis perilaku pengguna. Oleh karena itu, kesimpulan penelitian diarahkan pada potensi implementasi dan kelayakan konseptual awal, bukan klaim efektivitas produk secara final.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengelolaan limbah organik di wilayah penelitian masih belum optimal. Jerami padi di Desa Sanden masih banyak dibakar atau digunakan sebagai pakan sederhana, sedangkan limbah tulang ikan di Pantai Baru umumnya dibuang tanpa pemanfaatan lanjutan. Lamtoro juga belum dimanfaatkan secara strategis sebagai bahan multifungsi. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi sumber daya lokal dan sistem pengolahan yang tersedia.

ReGrow dikembangkan sebagai rancangan inovasi yang mengintegrasikan jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro menjadi produk organik multifungsi berupa pupuk organik, insektisida nabati, dan nutrisi ternak ruminansia. Novelty ReGrow terletak pada integrasi bahan baku lintas sektor, orientasi produk multifungsi, serta dukungan platform digital yang mencakup

edukasi, belanja, konsultasi, dan kemitraan. Platform digital ReGrow memiliki potensi memperluas distribusi dan literasi pengguna, meskipun masih memerlukan pengembangan pada aspek pengalaman pengguna, pembayaran, dan pemantauan distribusi secara *real-time*.

Secara keseluruhan, ReGrow berpotensi mendukung *green digital economy* berbasis ekonomi sirkular di tingkat lokal. Namun, efektivitas produk belum dapat diklaim secara final karena penelitian ini belum melakukan uji laboratorium dan uji lapangan terstandarisasi. Oleh karena itu, ReGrow perlu diposisikan sebagai model inovasi awal yang layak dikembangkan melalui validasi ilmiah, pengujian lapangan, dan penyempurnaan platform digital.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian, terdapat beberapa saran pengembangan. Pertama, produk ReGrow perlu diuji secara ilmiah dan terstandarisasi sesuai SNI sebelum dipasarkan. Kedua, diperlukan uji implementasi lapangan berskala terbatas dan berulang untuk menilai efektivitas, efisiensi biaya, serta tingkat penerimaan masyarakat. Ketiga, platform digital ReGrow perlu dikembangkan melalui integrasi sistem pembayaran, pemantauan distribusi secara *real-time*, desain antarmuka yang lebih sederhana, dan panduan penggunaan yang mudah dipahami. Keempat, keberlanjutan program memerlukan kolaborasi antara akademisi, pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat guna mendukung pencapaian SDGs, khususnya tujuan 2, 12, dan 15.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, Y. W., & Iskandar, D. (2020). Uji efektivitas ekstrak biji lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai insektisida terhadap kecoa Amerika (*Periplaneta americana*). *Jurnal Riset Kimia*, 11(2), 72-79. <https://doi.org/10.25077/jrk.v11i2.354>
- Alfansyur, A., & Mariyani. (2020). Seni mengelola data: Penerapan triangulasi teknik, sumber dan waktu pada penelitian pendidikan sosial. *Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 5(2), 146-150.
- Al Gifari, Z., Andriati, R., Ashari, M., Poerwoto, H., Suhardiani, R. A., Amalyadi, R., et al. (2025). Peningkatan kapasitas peternak tradisional melalui optimalisasi manajemen kesehatan, pakan, dan pemeliharaan sapi semi-intensif di Desa Teniga, Lombok Utara. *Jurnal Pepadu*, 6(1), 92-100.
- Ameen, B. M., & Khedhir, R. M. (2025). Using thematic analysis in qualitative research. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 6, 100198.
- Amrullah, S., Octaviananda, C., & Ramadhani, I. (2023). Analisis campuran limbah daun gamal, daun lamtoro, dan kulit pisang sebagai pakan alternatif udang.

- Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL), 5(1), 91-97.
<https://doi.org/10.35970/jppl.v5i1.1833>
- Bachri, B. S. (2010). Meyakinkan validitas data melalui triangulasi pada penelitian kualitatif. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(1), 46-62.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DI Yogyakarta. (2025, Maret 3). Luas panen dan produksi padi di Provinsi D.I. Yogyakarta 2024 (angka tetap). Diakses pada 12 April 2026, dari <https://yogyakarta.bps.go.id/id/pressrelease/2025/03/03/1622/luas-panen-dan-produksi-padi-di-provinsi-d-i--yogyakarta-2024--angka-tetap-.html>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Bustomi, Sukardi, I., & Astuti, M. (2024). Evaluasi efektivitas pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan tanaman padi. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(3), 7899-7906.
- Kamid R.A.A., Khotijah L., K. N. R. (2024). Analisis keragaman kualitas nutrisi berbagai pakan ruminansia di wilayah Indonesia. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 22(1), 14-22.
- Pandian, K., Vijayakumar, S., Mustaffa, M. R. A. F., Subramanian, P., & Chitraputhirapillai, S. (2024). Biochar - a sustainable soil conditioner for improving soil health, crop production and environment under changing climate: A review. *Frontiers in Soil Science*, 4, 1-17.
<https://doi.org/10.3389/fsoil.2024.1376159>
- Patria, I. (2025). Transformasi pertanian presisi berbasis digital di Indonesia: Tinjauan sistematis peluang dan tantangan. *Media Cetak*, 4(6), 1462-1477.
- Sulfianti, Risman, & Saputri, I. (2021). Analisis NPK pupuk organik cair dari berbagai jenis air cucian beras dengan metode fermentasi yang berbeda. *Agrotech*, 11(1), 36-42.
- Untailawam, R. (2021). Studi kandungan kalsium dalam tepung tulang ikan. *Molucca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 11(1), 55-60.
- Xia, H., Shen, J., Riaz, M., Jiang, C., Zu, C., Jiang, C., & Liu, B. (2024). Effects of biochar and straw amendment on soil fertility and microbial communities in paddy soils. *Plants*, 13(11), 1-15. <https://doi.org/10.3390/plants13111478>
- Zhang, K., Khan, Z., Khan, M. N., Luo, T., Luo, L., Bi, J., & Hu, L. (2024). The application of biochar improves the nutrient supply efficiency of organic fertilizer, sustains soil quality and promotes sustainable crop production. *Food and Energy Security*, 13(1), 1-17. <https://doi.org/10.1002/fes3.520>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis SWOT ReGrow

Aspek	Analisis
Strengths	Integrasi limbah pertanian, perikanan, dan peternakan; produk organik multifungsi; bahan baku lokal melimpah; sinergi kandungan K-Si, Ca-P, dan N organik.
Weaknesses	Pengalaman pengguna platform masih perlu dikembangkan; literasi digital petani dan nelayan belum merata; uji lapangan masih terbatas; sistem pembayaran digital belum terintegrasi.
Opportunities	Dukungan green digital economy dan SDGs 2, 12, dan 15; tren pertanian organik; perluasan akses pasar melalui digitalisasi; peluang kemitraan dengan pemerintah, akademisi, dan pelaku usaha.
Threats	Persaingan dengan produk kimia konvensional yang lebih murah; resistensi perubahan perilaku; keterbatasan infrastruktur digital pedesaan; fluktuasi musim dan ketersediaan bahan baku; kompetitor agritech yang lebih mapan.

Lampiran 2. Analisis Risiko dan Strategi Mitigasi ReGrow

Kategori Risiko	Deskripsi dan Mitigasi
Ketersediaan bahan baku	Fluktuasi musim panen dan musim ombak dapat mengganggu pasokan jerami dan tulang ikan. Mitigasi: bank jerami pascapanen, kemitraan formal dengan kelompok nelayan dan TPI, serta stok buffer minimal dua bulan produksi.
Konsistensi kualitas produk	Variasi kandungan NPK antar batch dapat terjadi karena perbedaan bahan baku dan kondisi fermentasi. Mitigasi: SOP fermentasi tertulis, uji kadar NPK setiap batch, kalibrasi alat, dan log produksi digital.
Perizinan pupuk	Pendaftaran produk pupuk memerlukan waktu dan biaya. Mitigasi: konsultasi awal dengan lembaga terkait, produksi skala riset sambil menyiapkan dokumen izin, dan alokasi anggaran sertifikasi.
Standar bioinsektisida	Standar dan izin edar bioinsektisida nabati perlu dipenuhi. Mitigasi: registrasi sebagai pestisida hayati dan uji toksisitas di laboratorium terakreditasi.

Kategori Risiko	Deskripsi dan Mitigasi
Resistensi pengguna	Petani dan peternak yang terbiasa menggunakan produk kimia dapat enggan beralih ke produk organik. Mitigasi: demplot, edukasi berbasis bukti, dan insentif harga awal.
Kompetisi harga	Pupuk kimia bersubsidi lebih murah dan sudah dikenal. Mitigasi: diferensiasi produk multifungsi, perhitungan total cost of ownership, dan penekanan manfaat kualitas tanah jangka panjang.
Keamanan data platform	Platform digital berisiko mengalami kebocoran data atau serangan siber. Mitigasi: HTTPS, enkripsi basis data, penetration testing, backup harian, dan kebijakan privasi sesuai UU PDP.
Infrastruktur digital	Akses internet pedesaan dapat menghambat adopsi. Mitigasi: desain platform ringan, kompatibel untuk akses terbatas, dan kemitraan dengan BUMDes untuk Wi-Fi komunal.

Lampiran 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Waktu	Kegiatan
Januari-Februari 2026	Observasi lapangan dan wawancara awal.
Februari-Maret 2026	Analisis data dan penyusunan laporan tahap empathize.
Maret 2026	Mendesain produk ReGrow pada tahap define dan ideate.
Maret-April 2026	Mengembangkan prototype ReGrow dan melakukan uji awal penggunaan skala kecil.
April 2026	Mengevaluasi penggunaan ReGrow, melakukan desain ulang, serta menyusun karya ilmiah.
Tahap lanjutan	Uji kandungan kimia, efektivitas agronomi, validasi bioinsektisida, dan validasi nutrisi ternak perlu dilakukan sebelum komersialisasi.

Lampiran 4. Roadmap Pengembangan Website ReGrow



Gambar 1. Roadmap pengembangan website ReGrow.

Lampiran 5. Tabel Perbandingan Komprehensif ReGrow dengan Inovasi Sejenis

Dimensi	Wikifarmer	DigiFarm	ReGrow
Bahan baku	Tidak memproduksi produk fisik	Tidak memproduksi produk fisik	Jerami padi, tulang ikan laut, dan lamtoro.
Jumlah produk output	Tidak ada produk fisik	Tidak ada produk fisik	Pupuk organik, bioinsektisida, dan nutrisi ternak ruminansia.
Fokus <i>circular economy</i>	Tidak fokus	Tidak fokus	Mengubah limbah multisektor menjadi produk bernilai tambah.

Dimensi	Wikifarmer	DigiFarm	ReGrow
Platform digital	Marketplace dan edukasi global	Informasi, pembiayaan, dan pelatihan	Marketplace, edukasi interaktif, konsultasi ahli, dan kemitraan.
Dukungan komunitas lokal	Petani global	Petani lokal	Petani, nelayan, peternak, dan pelaku UMKM dalam satu ekosistem.
Relevansi SDGs	SDGs 2	SDGs 2 dan 8	SDGs 2, 12, dan 15.

Lampiran 6. Gambar Produk Pupuk ReGrow



Gambar 2. Prototype kemasan produk pupuk ReGrow.

Lampiran 7. Tampilan Website ReGrow.id

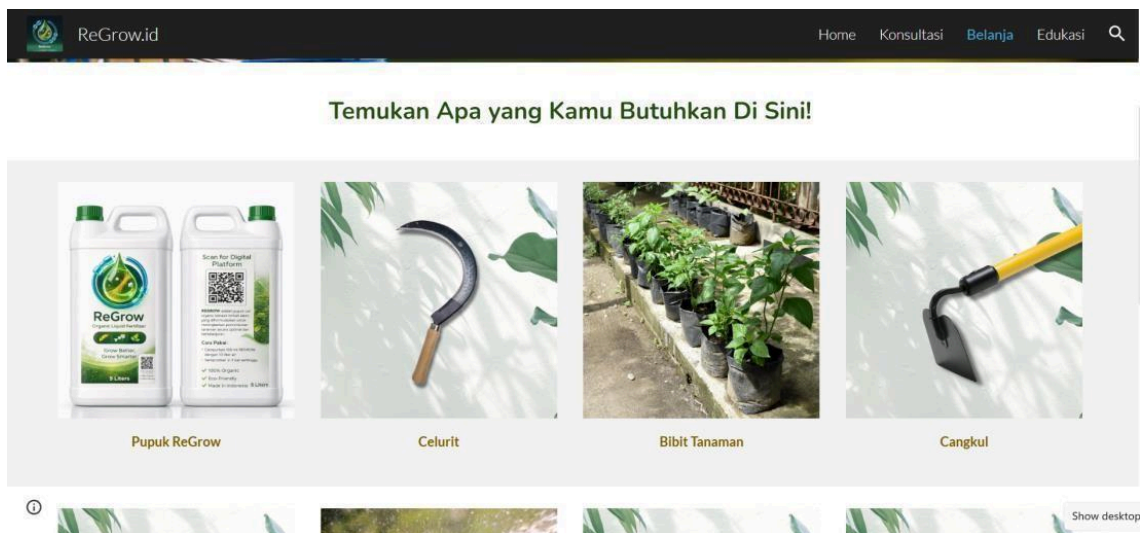
Website dapat diakses pada: <https://bit.ly/ReGrowid>



Gambar 3. Tampilan halaman Home website ReGrow.id.



Gambar 4. Tampilan halaman Konsultasi website ReGrow.id.



Gambar 5. Tampilan halaman Belanja website ReGrow.id.



Gambar 6. Tampilan halaman Edukasi website ReGrow.id.

Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Observasi dan Wawancara



Gambar 7. Wawancara dengan petani Desa Sanden.



Gambar 8. Wawancara dengan nelayan Pantai Baru.



Gambar 9. Wawancara dengan nelayan Pantai Baru.



Gambar 10. Wawancara di Kantor Tempat Pelelangan Ikan Ngentak, Pantai Baru.



Gambar 11. Wawancara dengan pemilik rumah makan seafood Pantai Baru.