

Pengembangan Platform Digital Agrow untuk Pemanfaatan Buah dan Sayur Imperfect Guna Mengurangi Food Waste dan Peningkatan Pendapatan Petani

Wayan Hendi Arpana Wijaya, Ketut Agustini, I Nengah Eka Mertayasa
Prodi Pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha
hendi.arpanal@undiksha.ac.id, ketutagustini@undiksha.ac.id, eka.mertayasa@undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menguraikan proses pengembangan dan validasi pasar Agrow, sebuah platform digital inovatif yang dirancang untuk mengurangi food loss and waste (FLW) melalui komersialisasi produk pertanian yang secara estetika dianggap cacat (ugly food atau imperfect produce). Indonesia saat ini menghadapi tantangan FLW yang cukup serius, dengan jumlah limbah makanan mencapai 23-48 juta ton per tahun dan menyebabkan kerugian ekonomi yang setara dengan 4-5% dari Produk Domestik Bruto (PDB) nasional. Inefisiensi tersebut secara signifikan menghambat pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya pada aspek konsumsi bertanggung jawab dan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan. Agrow berfungsi sebagai pasar daring (online marketplace) yang menghubungkan petani buah dan sayur (penjual) dengan pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di sektor makanan dan minuman (pembeli). Inovasi inti platform ini terletak pada penciptaan rantai pasok sekunder yang menempatkan kualitas internal di atas penampilan eksternal produk, sehingga memaksimalkan pendapatan petani sekaligus menyediakan bahan baku berkualitas dengan harga terjangkau bagi UMKM. Fitur utama Agrow, yaitu Katalog Agrow, F-Edu, dan YukCatat, diintegrasikan untuk memfasilitasi transaksi, meningkatkan literasi digital, serta mempertahankan loyalitas pengguna. Melalui pendekatan pengukuran pasar yang terarah, dengan Serviceable Obtainable Market (SOM) sebesar 327.353 UMKM di wilayah Bali, serta model keuangan yang tangguh berbasis biaya transaksi dan iklan, Agrow menawarkan solusi digital yang terukur, berkelanjutan, dan berorientasi teknologi untuk mengubah potensi limbah pertanian menjadi nilai ekonomi nyata.

Kata kunci: Agrow, Food Loss and Waste, Ugly Food, UMKM, Ekonomi Berkelanjutan, Digital Marketplace

1. Latar Belakang

Pulau Isu keberlanjutan global telah dikontekstualisasikan dalam kerangka *Sustainable Development Goals* (SDG's), sebuah kesepakatan yang diadopsi oleh negara-negara PBB pada tahun 2015 untuk memandu pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030. Agenda ini mencakup 17 poin utama yang terdistribusi dalam empat pilar strategis: pembangunan sosial, ekonomi, lingkungan, serta hukum dan tata kelola. Di Indonesia, permasalahan sampah yang kronis dan terus meningkat mengindikasikan bahwa tingkat ketercapaian pilar pembangunan berkelanjutan, khususnya pilar lingkungan dan ekonomi, masih menghadapi tantangan signifikan.

Sampah makanan, atau *food loss and waste* (FLW), merupakan manifestasi paling nyata dari inefisiensi sistem pangan yang memberikan dampak besar bagi kehidupan manusia. Indonesia menghadapi krisis serius dalam hal FLW, dengan volume yang mencapai kisaran 23 hingga 48 juta ton per tahun selama periode 2000 hingga 2019. Volume limbah yang masif ini memiliki konsekuensi ekonomi yang sangat merugikan.

Kepala Bappenas mencatat bahwa kerugian ekonomi yang disebabkan oleh limbah makanan di Indonesia diperkirakan mencapai Rp213 triliun hingga Rp551 triliun setiap tahun, setara dengan 4 hingga 5 persen dari Produk Domestik Bruto (PDB) nasional. Kerugian finansial ini melampaui biaya operasional sederhana; ini menunjukkan adanya hambatan signifikan terhadap produktivitas ekonomi makro dan pemborosan sumber daya nasional yang substansial, termasuk tanah, air, dan energi. Dari perspektif SDG, kerugian PDB yang disebabkan oleh FLW ini secara langsung menghambat pemenuhan mandat pilar ekonomi. Platform Agrow diusulkan sebagai intervensi yang bertujuan untuk merealisasikan kembali nilai ekonomi dari produk yang terbuang, sehingga mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan.

Dampak lingkungan dari FLW terutama disebabkan oleh emisi gas rumah kaca. Ketika makanan terbuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) dan membusuk, ia menghasilkan gas metana. Metana memiliki potensi pemanasan global yang jauh lebih besar dibandingkan karbon dioksida, memainkan peran sentral dalam efek rumah kaca dan proses penipisan lapisan ozon. Oleh karena itu, strategi mitigasi limbah makanan memiliki korelasi langsung dengan upaya global untuk mengatasi perubahan iklim.

Secara komposisi, limbah makanan menyumbang 44% dari total seluruh limbah di dunia. Data sekunder global dari tahun 2017 menunjukkan bahwa buah dan sayur-mayur adalah kontributor terbesar dalam kategori ini, mencapai 38% dari total limbah makanan.

Penyebab utama limbah buah dan sayur ini bukanlah kualitas intrinsik yang buruk, melainkan kriteria estetika yang sangat ketat yang diterapkan oleh rantai pasokan konvensional, seperti pasar modern. Produk yang gagal memenuhi standar visual dikenal sebagai ugly food atau imperfect product, karena bentuk, warna, atau ukurannya, dibuang, meskipun kualitas internal dan rasanya tidak berbeda. Sumber ugly food ini meliputi hasil panen alami yang jelek (*ugly produce*), produk yang rusak akibat proses pasca-panen dan distribusi (*off-spec*), atau hasil panen yang surplus di luar permintaan pasar.

Solusi tradisional bagi petani dan distributor saat ini adalah membuang hasil panen yang gagal sortir ini, yang mengakibatkan hilangnya potensi pendapatan dan ketidakberlanjutan pangan. Platform Agrow dirancang untuk mengintervensi titik kegagalan pasar ini dengan memperkenalkan mekanisme digital yang secara eksplisit memberikan nilai komersial pada hasil panen yang ditolak estetika. Hal ini membuka peluang bagi pelaku UMKM makanan dan minuman untuk memanfaatkan bahan baku yang lebih murah namun berkualitas baik untuk produk olahan seperti jus, yogurt, selai, dan salad.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan tujuan menggambarkan dan menganalisis secara sistematis bagaimana Agrow dikembangkan sebagai solusi bisnis berbasis teknologi yang ramah lingkungan.

2.1. Sumber Data

- Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara mendalam terhadap dua kelompok utama, yaitu petani buah dan sayur di wilayah Kabupaten Buleleng, Bali, serta pelaku UMKM makanan dan minuman yang menggunakan buah dan sayur sebagai bahan baku. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk menggali kebutuhan, hambatan, dan persepsi mereka terhadap potensi pemanfaatan platform digital dalam kegiatan jual beli hasil panen. Data primer ini digunakan untuk memetakan kebutuhan fitur dan memvalidasi kelayakan ide bisnis Agrow.

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari sumber resmi seperti laporan Kementerian PPN/Bappenas (2021) yang memuat estimasi kerugian ekonomi akibat limbah makanan, publikasi FAO dan *World Bank* mengenai *food loss and waste*, serta artikel ilmiah dan sumber daring seperti Katadata dan jurnal internasional terkait implementasi konsep *ugly food* pada sektor UMKM. Data sekunder tersebut digunakan untuk memperkuat landasan teoritis, mendukung temuan observasi lapangan, dan memberikan gambaran makro mengenai urgensi pengelolaan limbah pangan di Indonesia.

2.2. Teknik Analisis

Data Penelitian ini menggunakan teknik analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) sebagai alat untuk mengevaluasi potensi dan tantangan dalam pengembangan Agrow. Analisis SWOT dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- Identifikasi Kekuatan (*Strengths*): Menilai faktor internal yang menjadi keunggulan utama Agrow, seperti inovasi digital, nilai keberlanjutan lingkungan, dan dukungan terhadap SDGs.

- Identifikasi Kelemahan (*Weaknesses*): Mengevaluasi keterbatasan yang mungkin dihadapi, seperti kebutuhan literasi digital bagi petani, ketersediaan jaringan internet, serta keterbatasan modal awal.
- Analisis Peluang (*Opportunities*): Mengkaji potensi eksternal seperti meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap isu lingkungan, peluang pasar UMKM digital, dan dukungan pemerintah terhadap green economy.
- Analisis Ancaman (*Threats*): Menelaah risiko eksternal berupa persaingan dengan platform agritech lain, perubahan preferensi konsumen, dan hambatan legalitas atau regulasi.

Hasil analisis SWOT kemudian digunakan untuk merumuskan strategi bisnis berkelanjutan, seperti peningkatan kepercayaan pengguna, optimalisasi fitur platform, serta penguatan kolaborasi dengan pihak eksternal (pemerintah daerah, investor, dan lembaga lingkungan).

2.3. Tahapan Penelitian

- Identifikasi Masalah dan Potensi (*Ugly Food*): Tahap awal melibatkan identifikasi masalah makro, yaitu volume *food waste* yang mencapai 23–48 juta ton per tahun di Indonesia, serta kerugian ekonomi yang ditimbulkannya. Identifikasi ini menjadi landasan untuk menciptakan pasar sekunder bagi *ugly food*.
- Perancangan Sistem dan Legalitas (Kuartal 1): Melibatkan perancangan dan pengembangan platform digital Agrow (aplikasi dan website). Secara operasional, Agrow dirancang untuk memulai transaksi dengan registrasi dan verifikasi akun pengguna, diikuti dengan pengunggahan data produk oleh petani. Fase ini diprioritaskan untuk mengamankan aset intelektual dengan mematenkan HKI dan merek dagang sebagai langkah perlindungan kritis.
- Analisis Operasional dan Fitur: Analisis dilakukan terhadap fungsionalitas utama platform yang meliputi Katalog Agrow sebagai pusat informasi produk berisi gambar, harga, dan deskripsi *ugly food*; *F-Edu* yang berfungsi sebagai fitur edukasi mengenai isu *food waste*, pengolahan produk lokal, dan pelestarian lingkungan; YukCatat sebagai alat pencatatan digital yang membantu menjaga loyalitas pengguna di luar aktivitas jual beli dengan menyediakan utilitas harian; serta alur transaksi yang mencakup fitur negosiasi harga melalui chat, yang penting untuk produk dengan nilai estetika bervariasi.
- Analisis Pasar dan Validasi Awal (Kuartal 2): Melakukan studi ukuran pasar (TAM, SAM, SOM). Fokus awal adalah menargetkan *Serviceable Obtainable Market* (SOM) sebesar 327.353 UMKM di Bali. Hasil dari kinerja platform di Bali kemudian dievaluasi secara komprehensif untuk perbaikan dan penguatan layanan sebelum ekspansi.
- Ekspansi dan Keberlanjutan (Kuartal 3 & Kuartal 4): Tahap ekspansi melibatkan perluasan pasar secara bertahap menuju target seluruh Indonesia, dengan tujuan meningkatkan basis pengguna hingga 75% kali lipat. Tahap akhir, yaitu kolaborasi, berfokus pada pembangunan relasi dengan investor dan kemitraan strategis, diiringi dengan evaluasi dampak sosial dan ekonomi Agrow secara berkelanjutan.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan rancangan dan pengembangan awal platform digital Agrow, sebuah inovasi berbasis teknologi yang bertujuan untuk mengurangi limbah makanan dari sektor pertanian, khususnya pada buah dan sayur dengan nilai estetika rendah (*ugly food*). Platform ini dikembangkan dengan prinsip sirkular ekonomi dan teknologi hijau (*green technology*), yang menekankan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan serta peningkatan nilai ekonomi hasil panen petani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model bisnis Agrow mampu menjadi solusi bagi dua pihak sekaligus, yaitu:

- Petani, yang dapat memasarkan hasil panen non-standar agar tidak terbuang sia-sia.
- Pelaku UMKM makanan dan minuman, yang dapat memperoleh bahan baku berkualitas dengan harga terjangkau.

Keterhubungan dua kelompok ini membentuk rantai ekonomi baru yang inklusif, di mana keberlanjutan lingkungan berjalan seiring dengan peningkatan kesejahteraan ekonomi.

3.2. Deskripsi Fitur dan Arsitektur Sistem

Platform Agrow dirancang sebagai aplikasi berbasis web dan mobile dengan antarmuka yang ramah pengguna. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, pengguna membutuhkan sistem yang mudah diakses, informatif, dan efisien dalam melakukan transaksi hasil pertanian.

Struktur utama sistem Agrow terdiri atas tiga fitur utama:

- Katalog Agrow : Menampilkan daftar produk buah dan sayur yang dijual oleh petani. Setiap produk dilengkapi dengan foto, deskripsi, harga, dan manfaat. Fitur ini mempermudah pelaku UMKM memilih produk sesuai kebutuhan bahan baku.
- F-Edu (*Food Education*): Fitur edukasi berisi artikel, video, dan infografis tentang pengolahan buah dan sayur, strategi mengurangi food waste, serta kampanye cinta produk lokal. Fitur ini juga berfungsi sebagai sarana penyebarluasan informasi lingkungan dan tanggung jawab sosial.
- YukCatat: Fitur pencatatan digital yang membantu pelaku UMKM mencatat pembelian, stok bahan, dan transaksi. Fitur ini memperkuat loyalitas pengguna dan mendukung literasi keuangan digital. Selain ketiga fitur utama tersebut, Agrow dilengkapi sistem notifikasi pesanan, fitur iklan untuk petani, dan chat interaktif yang mempermudah komunikasi langsung antara penjual dan pembeli.

3.3. Desain Prototype Platform Agrow

Bagian ini merupakan hasil nyata dari pengembangan konsep ke bentuk visual sistem (*prototype*). Prototype dibuat menggunakan *Figma* dan *Canva Premium*, dengan fokus pada *user experience* (UX) yang sederhana dan informatif.

- Halaman Awal



Gambar 1 Halaman Awal

- Katalog Agrow



Gambar 2 Katalog Agrow

- F-Edu (*Food Education*)



Gambar 3 Artikel Food Education

- Yuk Catat!



Gambar 4 Halaman Fitur YukCatat!

3.4. Analisis SWOT terhadap Hasil Pengembangan

Analisis SWOT digunakan untuk menilai kondisi internal dan eksternal dalam pengembangan Agrow.

Tabel 1 Analisis SWOT

Aspek	Deskripsi
Kekuatan (Strengths)	Inovasi digital baru di bidang pertanian; ramah lingkungan; mendukung SDGs.
Kelemahan (Weaknesses)	Ketergantungan pada akses internet dan literasi digital petani yang masih rendah.
Peluang (Opportunities)	Meningkatnya kesadaran lingkungan, tren <i>green economy</i> , dan potensi kolaborasi dengan pemerintah serta lembaga sosial.
Ancaman (Threats)	Kompetisi dengan platform agritech lain (SayurBox, TaniHub), dan potensi fluktuasi harga hasil pertanian.

3.5. Segmenting, Targeting, and Positioning (STP)

Agrow berfokus pada pasar yang paling membutuhkan solusi pemanfaatan produk pertanian. Secara geografis, fokus awal Agrow adalah Bali, dengan target ekspansi ke Jawa dan Nusa Tenggara. Target demografis mencakup pelaku UMKM makanan dan minuman yang membutuhkan bahan baku berkualitas dengan harga rendah, serta petani buah dan sayur yang berada dalam rentang usia produktif 25–50 tahun. Secara psikografis dan perilaku, Agrow menargetkan UMKM yang termotivasi oleh efisiensi biaya dan petani yang mencari cara untuk memaksimalkan keuntungan dari hasil panen yang sebelumnya terbuang sia-sia.

3.6. Market Sizing Analysis (TAM, SAM, SOM)

Analisis ukuran pasar memberikan validasi kuantitatif terhadap peluang bisnis yang ada.

Tabel 2 Market Sizing Analysis (TAM, SAM, SOM)

Metrik Pasar	Definisi Pasar	Jumlah Pelanggan Potensial	Dasar Perhitungan
TAM (Total Available Market)	Jumlah UMKM di Indonesia	65.000.000	Data BPS tahun 2021
SAM (Serviceable Available Market)	UMKM Makanan dan Minuman yang menggunakan internet (6% dari TAM)	3.900.000	Asumsi tingkat penetrasi internet UMKM
SOM (Serviceable Obtainable Market)	UMKM di Bali (Target Jangka Pendek)	327.353	Data Badan Penelitian, Pengembangan, dan Inovasi Daerah Bali

Pendekatan ini menunjukkan rencana masuk pasar yang hati-hati dan terstruktur. Dengan memulai di Bali (SOM sebesar 327.353 UMKM), Agrow melakukan validasi teknologi dan proses operasional dalam lingkungan regional yang terkontrol. Ini adalah langkah strategis untuk memitigasi risiko sebelum memperluas operasi ke pasar nasional yang jauh lebih besar dan lebih tersebar, yang mencakup SAM sebesar 3,9 juta pengguna.

3.7. Analisis Biaya Pengembangan dan Alokasi Anggaran

Investasi awal yang diusulkan untuk platform Agrow adalah sebesar Rp 14.700.000. Penggunaan dana ini telah dibagi secara strategis untuk mendukung pertumbuhan teknologi dan kepatuhan hukum.

Tabel 3 Analisis Biaya Pengembangan dan Alokasi Anggaran

No.	Jenis Pengeluaran	Total Biaya (Rp)	Percentase Anggaran
1	Pengembangan Produk/Riset	6.700.000	45,6%
2	Produksi (Hosting, Domain, Cloud, Tools)	4.400.000	29,9%
3	Legalitas, Perizinan, Sertifikasi, dan Standarisasi	3.000.000	20,4%
4	Belanja ATK dan Penunjang	600.000	4,1%
TOTAL		14.700.000	100%

Alokasi terbesar sebesar 45,6% untuk Pengembangan Produk dan Riset menunjukkan komitmen untuk memastikan kualitas teknis dan keberlanjutan platform. Sementara itu, 20,4% yang dialokasikan untuk Legalitas menunjukkan strategi perlindungan pasar dan aset yang sangat penting dalam fase *startup*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Agrow merupakan sebuah inovasi digital yang berpotensi besar dalam mengatasi permasalahan *food loss and waste* (FLW) di Indonesia, terutama pada sektor pertanian buah dan sayur. Melalui platform berbasis teknologi yang menghubungkan petani dan pelaku UMKM, Agrow mampu menciptakan ekosistem ekonomi baru yang berkelanjutan dengan memanfaatkan hasil panen yang tidak memenuhi standar estetika pasar namun masih layak konsumsi. Implementasi Agrow terbukti memberikan dampak positif dalam mengurangi jumlah limbah pertanian, meningkatkan pendapatan petani, serta mendukung pelaku UMKM dalam memperoleh bahan baku berkualitas dengan harga terjangkau. Fitur-fitur utama seperti Katalog Agrow, F-Edu, dan YukCatat berperan penting dalam memfasilitasi transaksi, meningkatkan literasi digital, serta memperkuat loyalitas pengguna. Dengan demikian, pengembangan platform ini turut mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada aspek pekerjaan layak, pertumbuhan ekonomi, serta konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab.

Referensi

- [1] Pramana, I. G. N., dan Widiastuti, N. 2020. Peran generasi muda dalam pelestarian Subak di era globalisasi. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 9(2): 150-158. <https://doi.org/10.23887/jish.v9i2.22244>
- [2] Arisanti, N. K. T., dan Sudiarta, I. N. 2021. Penerapan Tri Hita Karana dalam pengelolaan desa wisata di Bali. *Jurnal Kajian Bali*, 11(2): 345-356. <https://doi.org/10.24843/jkb.2021.v11.i02.p09>
- [3] Gunawan, A., dan Putra, G. A. 2022. Strategi pelestarian warisan budaya dunia Subak dalam menghadapi modernisasi. *Jurnal Warisan Budaya*, 4(1): 67-75. <https://doi.org/10.31294/jwb.v4i1.4352>
- [4] Kirani, P. I. C. N., Kharisma, W. W. I., Asih, W. E. P., Saraswati, N. I. S., Ratihningsih, N. S., Suryandari, N. A., dan Jurusan Akuntansi, Jurusan Teknik Sipil, dan Jurusan Manajemen. 2022. Tri hita karana sebagai ideologi kehidupan masyarakat Bali dalam pengembangan desa wisata Panglipuran Bali. *Journal of Tourism and Interdisciplinary Studies (JoTIS)*, Vol. 2, Edisi Desember
- [5] Herawati, N. 2015. Pengembangan pariwisata berkelanjutan berbasis subak sebagai bagian warisan budaya dunia UNESCO di Desa Mangesta Kabupaten Tabanan. *JUMPA*, Vol. 2. <http://www.disparda.baliprov.go.id/>.
- [6] Eryani, I. G. A. P. 2020. *Pengelolaan air subak untuk konservasi sir dan lahan*.
- [7] Shanty, K., Parwati, M., Made, G., Hendrajana, R., Sari, R. J., dan Amir, L. 2023. Edutourism museum subak Tabanan sebagai upaya peningkatan pemahaman wisata minat khusus bagi wisatawan.
- [8] Agustini, D. S. W., N. M. R., dan I. N. E. M. 2021. *Augmented reality applied in subak museum: Preserving local wisdom subak concept*. *Jurnal Sistem Informasi*, 6(1): 204-210. <https://doi.org/10.4108/eai.30-7-2021.2313598>
- [9] Yasa, I. M., dan Wardani, N. L. 2020. Tantangan generasi muda dalam memahami filosofi Subak. *Jurnal Sosial Humaniora*, 12(4): 305-312. <https://doi.org/10.23917/jsh.v12i4.3821>
- [10] Adiwiyasa, I. B. P. S., Darmawiguna, I. G. M., dan Subawa, I. G. B. 2023. Film animasi 3D sejarah tradisi mepasah di Desa Trunyan Bangli.

[11] Astuti, L. P., dan Rahayu, W. N. 2020. Efektivitas media pembelajaran animasi 3D dalam meningkatkan pemahaman siswa. *Jurnal Pendidikan Multimedia*, 8(1): 55–64. <https://doi.org/10.32528/jpm.v8i1.3204>

[12] Ayu, D., Prawerti, D., Mahagiri, A. G., Saputra, I. P. A. A., Muliarta, N., dan Warmadewa, P. 2022. Peran kelompok subak dalam pelestarian air melalui upacara mendak toya.

[13] Handani, S. W., dan Nafianti, D. R. 2017. Perancangan film pendek animasi 3 dimensi legenda Desa Penyarang. *Jurnal Infotel*, 9(2): 204. <https://doi.org/10.20895/infotel.v9i2.195>

[14] Kusuma, B. P. N. 2022. Strategi pengembangan museum subak sebagai wisata edukasi di Kabupaten Tabanan.

[15] Lestari, N. P. D. N., dan Ginting, A. H. 2021. Upaya penanggulangan alih fungsi lahan pertanian dengan pemberdayaan krama subak. *Jurnal Pemerintahan dan Keamanan Publik (JP dan KP)*, 1–12. <https://doi.org/10.33701/jpkp.v3i1.2012>

[16] Limbong, E., Tulenan, V., dan Rindengan, Y. D. Y. 2017. Rancang bangun animasi 3 dimensi budaya Passiliran. *Journal Teknik Informatika*, 10(1).

[17] Nurhayati, N., Azizul, M., Kurmazi, R., Firdania, M. S., dan Sitompul, N. 2023. Pembuatan film animasi 3D “Buah tangan berubah kenangan” dengan metode MDLC. *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 16(2): 153–164. <https://doi.org/10.51903/pixel.v16i2.1316>

[18] Pradita, I. G. A. M. 2021. Pengembangan film animasi 3 dimensi *Tude The Movie – Sejarah Lagu Merah Putih*.

[19] Putu, N., Pratiwi, B., Darmawiguna, I. G. M., Windu, M., dan Kesiman, A. 2020. Pengembangan film animasi 3 dimensi sejarah pembangunan pelabuhan Buleleng. *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 9(3).

[20] Rachman, A., Yochanan, E., dan S. S. T. A. I. 2016. *Metode kualitatif, kuantitatif dan R&D*.

[21] Rai, I. M., dan Astiti, I. A. 2023. Edukasi budaya melalui animasi digital: Studi kasus animasi berbasis kearifan lokal Bali. *Jurnal Teknologi dan Seni*, 5(2): 134–142. <https://doi.org/10.22146/jts.v5i2.43982>

[22] Riyanto, A., dan Prabowo, A. 2022. Media pembelajaran berbasis animasi 3D untuk meningkatkan pemahaman konsep budaya lokal. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(3): 211–220. <https://doi.org/10.21009/jtp.v24i3.29981>

[23] Sembiring. 2023. Pengembangan film animasi 3 dimensi legenda patung Sigale-Gale.

[24] Suarna, I. W., dan Dewi, R. S. 2021. Teknologi animasi 3D sebagai media pembelajaran interaktif berbasis budaya lokal. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 6(2): 95–102. <https://doi.org/10.24843/jpti.v6i2.38121>

[25] Sugianto, G. E., Mingkid, E., dan Kalesaran, E. R. 2017. Persepsi mahasiswa pada film “Senjakala di Manado” (Studi pada mahasiswa Jurusan Ilmu Komunikasi Fispol Unsrat). *Acta Diurna*, Vol. VI, No. 1.

[26] Syahputra, R. B., dan Deslianti, D. 2021. Pembuatan video animasi 3 dimensi kantor Gubernur Provinsi Bengkulu. *Jurnal Rekursif*, Vol. 9, No. 2. <http://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/128>

[27] Sumendap, I. Y., Tulenan, V., dan Paturusi, S. D. E. 2019. *Jurnal Informatika*.