PENERAPAN TEKNOLOGI DAN PEMASARAN DIGITAL UNTUK PENGUATAN EKONOMI SIRKULAR KELOMPOK WANITA TANI GULA AREN

Moh. Muchlis Djibran[1*], *Merita Ayu Indrianti*[2], *Muhajir Yunus*[3], *Sasta Juliyana Utina*[4], *Riska Alfiah Rantung*[5]

[1]Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

*Korespondensi: mmjibran17@umgo.ac.id

Abstract

This community empowerment program addresses critical challenges faced by KWT Permata Hijau, a women farmers group in Suka Makmur Village, Bone Bolango Regency, Gorontalo, in palm sugar processing. The group relies on manual production methods that result in inconsistent product quality, high waste rates from failed molded sugar, and dependence on middlemen offering below-market prices. This program aims to strengthen the circular economy and increase partner income through the adoption of appropriate technology and digital marketing strategies. The intervention introduces three processing machines a slicer, disk mill, and cabinet dryer to produce granulated palm sugar meeting SNI 3743:2016 standards, while implementing a zero-waste approach by converting production waste into liquid palm sugar. Comprehensive training covers production techniques, quality control, business management, and digital marketing through e-commerce platforms. Results demonstrate increased production capacity from 15 to 45 kg/day, product diversification, waste elimination, and establishment of active online stores, creating an integrated circular economy model that ensures the group's economic independence.

Keywords: *appropriate technology; circular economy; digital marketing; palm sugar; women farmers group*

Abstrak

Program pengabdian masyarakat ini mengatasi permasalahan kritis yang dihadapi KWT Permata Hijau di Desa Suka Makmur, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, dalam pengolahan gula aren. Kelompok ini masih bergantung pada metode produksi manual yang menghasilkan mutu tidak konsisten, tingkat limbah tinggi dari gula cetak gagal, serta ketergantungan pada tengkulak dengan harga di bawah pasar. Program ini bertujuan memperkuat ekonomi sirkular dan meningkatkan pendapatan mitra melalui adopsi teknologi tepat guna dan strategi pemasaran digital. Intervensi yang dilakukan meliputi introduksi tiga mesin pengolahan, yaitu perajang, disk mill, dan cabinet dryer, untuk memproduksi gula semut sesuai SNI 3743:2016, serta menerapkan pendekatan zero waste dengan mengolah limbah produksi menjadi gula aren cair. Pelatihan komprehensif mencakup teknik produksi, pengendalian mutu, manajemen usaha, dan pemasaran digital melalui platform e-commerce. Hasil menunjukkan peningkatan kapasitas produksi dari 15 menjadi 45 kg/hari, diversifikasi produk, eliminasi limbah, dan terbentuknya toko daring aktif yang menciptakan model ekonomi sirkular terintegrasi untuk kemandirian ekonomi kelompok.

Kata Kunci: ekonomi sirkular; gula aren; kelompok wanita tani; pemasaran digital; teknologi tepat guna

PENDAHULUAN

Gula aren merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan strategis dalam perekonomian masyarakat pedesaan

Indonesia. Produk ini dihasilkan dari nira pohon aren (Arenga pinnata) yang diolah menjadi berbagai bentuk, seperti gula cetak, gula semut, dan gula cair. Indonesia merupakan produsen gula aren terbesar di dunia dengan potensi produksi yang tersebar di hampir seluruh wilayah, termasuk Provinsi Gorontalo. Gula aren memiliki keunggulan dibandingkan gula tebu, antara lain indeks glikemik yang lebih rendah, kandungan mineral yang lebih tinggi, serta potensi sebagai bahan pangan fungsional (Sarkar et al., 2023). Meskipun demikian, industri gula aren di Indonesia masih didominasi oleh metode produksi tradisional yang berdampak pada rendahnya efisiensi, inkonsistensi mutu, dan kapasitas produksi yang terbatas (Kurniawan et al., 2025).

Provinsi Gorontalo memiliki potensi pengembangan gula aren yang cukup besar dengan luasan kebun aren yang tersebar di beberapa kabupaten, termasuk Kabupaten Bone Bolango. Desa Suka Makmur di Kecamatan Bulango Ulu merupakan salah satu sentra produksi gula aren yang dihuni oleh masyarakat yang mengandalkan pengolahan nira aren sebagai sumber pendapatan utama. Produksi gula aren di wilayah ini masih bersifat rumah tangga dengan skala kecil dan menggunakan peralatan sederhana. Kondisi geografis yang terpencil dan akses pasar yang terbatas menyebabkan petani aren di Desa Suka Makmur bergantung pada tengkulak yang menawarkan harga di bawah nilai pasar. Situasi ini menunjukkan bahwa potensi ekonomi gula aren di Gorontalo belum dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

Permasalahan utama dalam industri pengolahan gula aren di tingkat petani meliputi penggunaan peralatan sederhana, keterbatasan pengetahuan tentang standar mutu, serta minimnya diversifikasi produk. Proses produksi gula aren yang masih bergantung pada teknologi konvensional menghasilkan produk dengan kadar air yang tidak konsisten, tingkat kegagalan pencetakan yang tinggi, serta umur simpan yang pendek (Ahmadi et al., 2025). Ketergantungan petani pada tengkulak menyebabkan harga jual yang rendah dan tidak berdaya saing di pasar modern. Kondisi ini sejalan dengan temuan Nurrahmawati et al. (2024) yang melaporkan bahwa kelompok pengrajin gula aren masih menghadapi kendala teknologi dan manajemen yang menghambat pengembangan usaha secara berkelanjutan.

Didik Sugiyanto et al. (2025)Teknologi tepat guna (TTG) telah terbukti menjadi solusi efektif untuk meningkatkan kapasitas dan mutu produksi gula aren di tingkat petani. Introduksi mesin pengolahan seperti mesin penepung, mesin pengering, dan mesin perajang dapat meningkatkan efisiensi produksi secara signifikan. Nurrahmawati et al. (2024) melaporkan bahwa adopsi teknologi pengolahan mampu mendorong peningkatan kapasitas dan mutu gula aren secara berkelanjutan pada kelompok pengrajin skala kecil. Didik Sugiyanto et al. (2025) menunjukkan bahwa modernisasi peralatan pengolahan gula aren di Sukabumi berhasil mempersingkat waktu pemrosesan dari 5 jam menjadi 3 sampai 4 jam disertai peningkatan kualitas produk yang signifikan. Pattiasina et al. (2025) juga membuktikan bahwa introduksi peralatan pemasak nira pada komunitas petani di Maluku Barat Daya mampu meningkatkan kualitas dan konsistensi produksi gula aren.

Dalam konteks standar mutu, gula semut aren harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 3743:2016. Parameter kritis yang harus dipenuhi meliputi kadar air maksimal 3%, kadar abu maksimal 2%, dan kadar gula reduksi maksimal 10%. Kencana et al. (2023) menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan pH yang tepat selama proses kristalisasi sangat menentukan kualitas akhir gula semut yang dihasilkan. Sementara itu, Siregar et al. (2026) melaporkan keberhasilan program pelatihan standarisasi gula aren di Pesisir Timur Sumatera Utara yang menghasilkan peningkatan keterampilan peserta sebesar 80% dan terciptanya dua varian produk baru, yaitu gula semut dan sirup gula aren.

Donner et al. (2021)Pendekatan ekonomi sirkular menjadi paradigma yang semakin relevan dalam pengembangan agroindustri berkelanjutan. Konsep ini menekankan pemanfaatan seluruh aliran material dalam siklus produksi sehingga limbah dari satu proses menjadi bahan baku bagi proses lainnya. Donner et al. (2021) mengidentifikasi bahwa faktor keberhasilan model bisnis sirkular dalam valorisasi limbah pertanian mencakup inovasi teknologi konversi, kemitraan dengan lembaga penelitian, dan keterlibatan pemangku kepentingan lokal. Dalam konteks agroindustri skala kecil, Pandey et al. (2025) menegaskan bahwa transformasi limbah agri-pangan menjadi produk bernilai tambah merupakan jalur inovatif menuju ekonomi sirkular berbasis zero waste yang mampu mendorong diversifikasi produk dan peningkatan pendapatan pelaku usaha.

Amri Respati et al. (2026)Luthfitah et al. (2023)Windiasih et al. (2023)Abidin & Prasetyani (2021)Pemberdayaan perempuan melalui Kelompok Wanita Tani (KWT) merupakan strategi yang terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas sosial ekonomi masyarakat pedesaan. Amri Amri Respati et al. (2026) menemukan bahwa proses pemberdayaan melalui KWT berhasil meningkatkan partisipasi, kepercayaan diri, pengetahuan pertanian, dan kemandirian ekonomi anggota. Luthfitah et al. (2023) mengungkapkan bahwa KWT tidak hanya memberikan kontribusi ekonomi melalui kegiatan pertanian dan pengolahan produk, tetapi juga memperkuat jaringan sosial para anggotanya. Windiasih et al. (2023) menambahkan bahwa partisipasi KWT dalam pemberdayaan ketahanan pangan lokal memerlukan keberlanjutan program berupa pendampingan dan dukungan peralatan produksi. Yuyut Prayuti et al. (2024) melaporkan bahwa KWT yang berfungsi efektif sebagai wadah pembelajaran dan unit produksi berbasis digitalisasi mampu menghasilkan peningkatan pengetahuan dan pendapatan tambahan yang signifikan bagi anggotanya. Abidin & Prasetyani (2021) menegaskan bahwa pemberdayaan perempuan tani melalui KWT merupakan strategi yang relevan untuk meningkatkan partisipasi mereka dalam pembangunan ekonomi nasional, sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan kelima.

Wiweko (2025)Yuyut Prayuti et al. (2024)Kurniawan et al. (2025)Pemasaran digital telah menjadi kebutuhan mendesak bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia untuk memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan daya saing. Wiweko (2025) dalam tinjauan sistematis mereka menemukan bahwa platform yang paling banyak digunakan oleh UMKM Indonesia meliputi Instagram, WhatsApp

Business, Shopee, dan Tokopedia, meskipun rendahnya literasi digital dan keterbatasan infrastruktur di pedesaan masih menjadi tantangan utama. Yuyut Prayuti et al. (2024) melaporkan bahwa pemberdayaan KWT melalui pelatihan digitalisasi berhasil meningkatkan jangkauan pemasaran produk ke luar wilayah lokal. Nurrahmawati et al. (2024) juga menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas manajerial dan akses teknologi secara terpadu mampu memperkuat daya saing kelompok usaha perempuan di era ekonomi digital.

KWT Permata Hijau merupakan kelompok wanita tani di Desa Suka Makmur, Kecamatan Bulango Ulu, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, yang beranggotakan 20 orang dengan pengalaman pengolahan gula aren selama kurang lebih 5 tahun. Kelompok ini menghadapi enam permasalahan utama, yaitu: (1) mutu produk yang tidak konsisten akibat proses produksi manual; (2) tingkat limbah yang tinggi dari gula cetak gagal; (3) keterbatasan pada satu jenis produk yaitu gula cetak; (4) ketergantungan pada tengkulak dengan harga jual di bawah pasar; (5) belum adanya pemanfaatan pemasaran digital; dan (6) kapasitas produksi yang rendah yaitu hanya 15 kg per hari. Permasalahan ini menunjukkan urgensi intervensi yang bersifat komprehensif dan terintegrasi.

Berdasarkan analisis permasalahan tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat ekonomi sirkular dan meningkatkan pendapatan mitra KWT Permata Hijau melalui adopsi teknologi tepat guna dan strategi pemasaran digital. Secara spesifik, program ini menargetkan peningkatan kapasitas produksi, diversifikasi produk, implementasi pendekatan zero waste, peningkatan standar mutu sesuai SNI, dan pembukaan akses pasar digital. Program ini diharapkan dapat menjadi model replikasi bagi kelompok serupa di wilayah lain.

METODE PELAKSANAAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Suka Makmur, Kecamatan Bulango Ulu, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Pelaksanaan program berlangsung selama tujuh bulan, yaitu dari bulan Juni hingga Desember 2026. Mitra program adalah KWT Permata Hijau yang diketuai oleh Olin E. Wahidji dengan jumlah anggota sebanyak 20 orang. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra secara aktif dalam setiap tahapan program, mulai dari perencanaan hingga evaluasi.

Tahapan pelaksanaan program terdiri atas delapan kegiatan utama. Tahap pertama adalah sosialisasi program dan penandatanganan nota kesepahaman (MoU) dengan mitra KWT Permata Hijau dan pemerintah desa setempat. Kegiatan ini bertujuan untuk menyamakan persepsi, menetapkan jadwal pelaksanaan, serta membangun komitmen bersama antara tim pelaksana dan mitra.

Tahap kedua adalah pengadaan teknologi tepat guna (TTG) yang meliputi empat jenis peralatan. Peralatan pertama adalah cabinet dryer dengan kapasitas pengeringan optimal untuk gula semut senilai Rp 10.500.000. Peralatan kedua adalah disk mill tipe FFC-15 untuk penggilingan gula kristal menjadi butiran halus berukuran 40 mesh senilai

Rp 11.000.000. Peralatan ketiga adalah mesin perajang (slicer) untuk memotong gula cetak menjadi ukuran yang seragam sebelum proses penggilingan senilai Rp 6.500.000. Peralatan keempat adalah panci stainless steel untuk proses peleburan gula cair senilai Rp 350.000. Total investasi TTG sebesar Rp 28.350.000.

Tahap ketiga adalah pelatihan produksi gula semut sesuai standar SNI 3743:2016. Proses produksi gula semut meliputi tahapan berikut: perajangan gula cetak menggunakan mesin slicer, penggilingan menggunakan disk mill dengan saringan 40 mesh, pengeringan menggunakan cabinet dryer pada suhu 60 sampai 70 derajat Celcius selama 3 sampai 4 jam, pengujian kadar air dengan target di bawah 3%, dan pengemasan produk akhir menggunakan kemasan yang memenuhi standar keamanan pangan.

Tahap keempat adalah pelatihan produksi gula aren cair dengan pendekatan zero waste. Proses ini memanfaatkan limbah gula cetak gagal yang sebelumnya tidak termanfaatkan. Tahapan produksi meliputi: pencampuran limbah gula cetak gagal dengan air bersih dengan perbandingan 1:2, peleburan dalam panci stainless steel, pemantauan derajat Brix hingga mencapai 70 sampai 75%, penyaringan untuk menghilangkan partikel, dan pengemasan dalam botol kaca atau plastik food grade.

Tahap kelima adalah pelatihan pemasaran digital melalui platform e-commerce Shopee dan Tokopedia. Materi pelatihan mencakup pembuatan akun toko daring, pengambilan foto produk yang menarik, penulisan deskripsi produk, pengelolaan pesanan, serta strategi promosi digital. Tahap keenam adalah pelatihan manajemen usaha yang meliputi pencatatan keuangan sederhana, perhitungan harga pokok produksi (HPP), serta penyusunan rencana bisnis kelompok.

Tahap ketujuh adalah pendampingan berkelanjutan dan monitoring yang dilaksanakan secara berkala selama masa program. Pendampingan mencakup asistensi teknis produksi, konsultasi pemasaran, dan pemecahan masalah operasional yang dihadapi mitra. Tahap kedelapan adalah seminar hasil yang diselenggarakan untuk mempresentasikan capaian program kepada pemangku kepentingan, termasuk pemerintah desa, dinas terkait, dan akademisi.

Evaluasi program dilakukan melalui instrumen pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan anggota KWT tentang pengolahan gula semut, manajemen usaha, dan pemasaran digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan sosialisasi program dihadiri oleh seluruh anggota KWT Permata Hijau yang berjumlah 20 orang beserta aparat pemerintah Desa Suka Makmur. Pada tahap ini, tim pelaksana memaparkan latar belakang, tujuan, manfaat, serta rangkaian kegiatan program kepada mitra. Penandatanganan MoU dilakukan antara ketua KWT, kepala desa, dan ketua tim pelaksana sebagai bentuk komitmen formal seluruh pihak. Respons positif ditunjukkan oleh peserta yang antusias mengikuti seluruh sesi sosialisasi dan menyampaikan harapan mereka terhadap program ini.



Gambar 1. Kegiatan Sosialisasi Dan Pelatihan Produksi Gula Semut Bagi Anggota KWT Permata Hijau

Introduksi empat unit TTG berhasil meningkatkan kapasitas produksi KWT Permata Hijau secara signifikan. Kapasitas produksi meningkat dari 15 kg per hari menjadi 45 kg per hari, atau mengalami peningkatan sebesar tiga kali lipat. Mesin slicer mempercepat proses perajangan gula cetak yang sebelumnya dilakukan secara manual. Disk mill FFC-15 menghasilkan butiran gula semut yang halus dan seragam berukuran 40 mesh. Cabinet dryer memastikan proses pengeringan yang terkontrol pada suhu 60 sampai 70 derajat Celcius sehingga kadar air produk akhir dapat dijaga di bawah 3%. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Nurhayani et al. (2026) yang melaporkan peningkatan kapasitas produksi dan kualitas produk gula semut secara signifikan melalui adopsi TTG penepung. Demikian pula, Pattiasina et al. (2025) membuktikan bahwa introduksi peralatan pemasak nira pada komunitas petani di Maluku Barat Daya mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi gula aren.



Gambar 2. Demonstrasi Teknologi Tepat Guna (TTG) Oleh Tim Pelaksana

Program ini berhasil meningkatkan diversifikasi produk KWT Permata Hijau dari satu jenis produk (gula cetak) menjadi tiga jenis produk, yaitu gula cetak, gula semut, dan gula aren cair. Diversifikasi produk ini sejalan dengan rekomendasi Kurniawan et al. (2025) yang menyatakan bahwa pengembangan produk gula aren dalam bentuk kristal

(semut) menawarkan keunggulan berupa umur simpan yang lebih panjang, indeks glikemik yang lebih rendah, dan fleksibilitas aplikasi yang lebih luas dibandingkan gula cetak tradisional. Siregar et al. (2026) juga melaporkan keberhasilan serupa dalam menciptakan dua varian produk baru pada program pelatihan standarisasi gula aren di Sumatera Utara.

Pandey et al. (2025)Implementasi pendekatan zero waste merupakan salah satu capaian utama program ini. Limbah gula cetak gagal yang sebelumnya dibuang oleh KWT Permata Hijau berhasil diolah menjadi produk turunan berupa gula aren cair. Melalui proses peleburan dengan penambahan air, pemantauan derajat Brix pada kisaran 70 sampai 75%, dan penyaringan, limbah tersebut dikonversi menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Dengan demikian, eliminasi limbah produksi mencapai 100%. Keberhasilan ini mendukung prinsip yang dikemukakan oleh Donner et al. (2021) bahwa valorisasi limbah pertanian dalam model bisnis sirkular merupakan kunci penciptaan nilai ekonomi tambahan pada usaha skala kecil. Pandey et al. (2025) menegaskan bahwa transformasi limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah merupakan pilar utama dalam mewujudkan ekonomi sirkular yang berkelanjutan.

Pengujian mutu menunjukkan bahwa gula semut yang diproduksi oleh KWT Permata Hijau memenuhi persyaratan SNI 3743:2016. Parameter mutu yang tercapai meliputi kadar air di bawah 3%, kadar abu di bawah 2%, dan kadar gula reduksi di bawah 10%. Pencapaian standar mutu ini dimungkinkan oleh penggunaan cabinet dryer yang mampu mengendalikan suhu dan durasi pengeringan secara presisi. Kencana et al. (2023) menekankan bahwa pengendalian parameter proses kristalisasi sangat menentukan kualitas akhir produk gula yang sesuai dengan standar nasional. Ahmadi et al. (2025) juga menggarisbawahi pentingnya tata kelola produksi yang terstruktur dan berbasis pemberdayaan masyarakat untuk menjamin konsistensi mutu gula semut aren.

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Program

Indikator	**Sebelum Program**	**Sesudah Program**
Kapasitas produksi	15 kg/hari	45 kg/hari
Jumlah produk	1 (gula cetak)	3 (gula cetak, gula semut, gula cair)
Pemanfaatan limbah	Dibuang	Diolah menjadi gula cair (zero waste)
Standar mutu	Tidak ada	SNI 3743:2016
Pemasaran	Tengkulak lokal	Toko daring (Shopee, Tokopedia)
Pendapatan per anggota	Rp 1.500.000/bulan	Rp 4.000.000/bulan (proyeksi)

Yuyut Prayuti et al. (2024)Kurniawan et al. (2025)Pelatihan pemasaran digital berhasil menghasilkan toko daring aktif di platform Shopee dan Tokopedia dengan merek

dagang "Permata Hijau". Anggota KWT memperoleh keterampilan dalam pengelolaan toko daring, pengambilan foto produk, penulisan deskripsi, dan penanganan pesanan. Capaian ini sejalan dengan temuan Yuyut Prayuti et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pemberdayaan KWT melalui pelatihan digitalisasi berhasil meningkatkan jangkauan pemasaran ke luar wilayah lokal. Wiweko (2025) menekankan bahwa keberhasilan adopsi pemasaran digital oleh UMKM tidak hanya bergantung pada penguasaan platform, tetapi juga pada peningkatan literasi digital dan dukungan komunitas yang berkelanjutan.

Dampak ekonomi program ditunjukkan oleh proyeksi peningkatan pendapatan anggota KWT dari rata-rata Rp 1.500.000 per bulan menjadi Rp 4.000.000 per bulan. Peningkatan ini merupakan hasil kumulatif dari peningkatan kapasitas produksi, diversifikasi produk, akses pasar yang lebih luas melalui e-commerce, serta eliminasi kerugian dari limbah produksi. Hasil ini sebanding dengan temuan Siregar et al. (2026) yang melaporkan peningkatan signifikan pada kualitas dan kapasitas produksi gula aren melalui program pemberdayaan berbasis pelatihan standarisasi. Luthfitah et al. (2023) menegaskan bahwa KWT yang menjalankan fungsi ganda sebagai wadah pembelajaran dan unit produksi terbukti mampu menghasilkan kontribusi ekonomi yang signifikan bagi rumah tangga anggotanya.

Hasil evaluasi melalui instrumen pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan anggota KWT yang signifikan. Skor rata-rata pre-test mengenai teknik pengolahan gula semut, manajemen usaha, dan pemasaran digital mengalami peningkatan pada post-test setelah rangkaian pelatihan dilaksanakan. Peningkatan pengetahuan tertinggi terjadi pada aspek pemasaran digital yang sebelumnya merupakan hal baru bagi seluruh anggota. Pada aspek teknik produksi, peningkatan pengetahuan didukung oleh praktik langsung menggunakan peralatan TTG yang disediakan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Siregar et al. (2026) yang melaporkan efektivitas metode pelatihan berbasis praktik dalam meningkatkan kapasitas dan keterampilan peserta, terutama ketika dikombinasikan dengan pendampingan berkelanjutan pasca pelatihan.



Gambar 3. Foto bersama tim pelaksana dan anggota KWT Permata Hijau Pada Kegiatan Pelatihan Produksi Gula Semut

Donner et al. (2021)Secara keseluruhan, program ini telah membangun model ekonomi sirkular terintegrasi di tingkat KWT yang menghubungkan seluruh rantai nilai, mulai dari pengolahan bahan baku menjadi produk utama (gula cetak dan gula semut), pemanfaatan limbah menjadi produk turunan (gula aren cair), hingga pemasaran melalui platform digital. Model ini mencerminkan prinsip dasar ekonomi sirkular yang dikemukakan oleh Donner et al. (2021), yaitu penciptaan nilai melalui pemanfaatan limbah pertanian dalam siklus produksi yang tertutup. Pandey et al. (2025) menekankan bahwa transformasi limbah agri-pangan menjadi produk bernilai tambah memerlukan sinergi antara inovasi teknologi, pemberdayaan komunitas, dan akses pasar yang berkelanjutan. Model yang dikembangkan dalam program ini mendemonstrasikan bahwa integrasi TTG, zero waste, dan pemasaran digital pada satu ekosistem kelompok tani dapat menciptakan kemandirian ekonomi yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Integrasi teknologi tepat guna dan pemasaran digital pada KWT Permata Hijau di Desa Suka Makmur, Kabupaten Bone Bolango, berhasil membangun model ekonomi sirkular yang terintegrasi di tingkat kelompok wanita tani. Introduksi empat unit TTG berupa cabinet dryer, disk mill FFC-15, mesin perajang, dan panci stainless steel meningkatkan kapasitas produksi dari 15 kg menjadi 45 kg per hari atau tiga kali lipat dari kondisi awal. Diversifikasi produk dari satu jenis (gula cetak) menjadi tiga jenis (gula cetak, gula semut, dan gula aren cair) berhasil memperluas portofolio produk kelompok. Pendekatan zero waste melalui pemanfaatan limbah gula cetak gagal menjadi gula aren cair mencapai eliminasi limbah 100%.

Gula semut yang diproduksi memenuhi standar SNI 3743:2016 dengan parameter kadar air di bawah 3%, kadar abu di bawah 2%, dan kadar gula reduksi di bawah 10%. Terbentuknya toko daring aktif di platform Shopee dan Tokopedia dengan merek "Permata Hijau" membuka akses pasar digital yang sebelumnya tidak dimiliki oleh kelompok. Kemandirian ekonomi KWT terbentuk melalui peningkatan kapasitas produksi, diversifikasi produk, eliminasi limbah, dan akses pasar digital secara simultan.

Berdasarkan hasil pelaksanaan program, disarankan beberapa hal berikut. Pertama, model integrasi TTG, zero waste, dan pemasaran digital ini perlu direplikasi pada KWT dan kelompok tani lainnya di wilayah penghasil gula aren. Kedua, diperlukan dukungan kebijakan pemerintah daerah dalam bentuk fasilitasi perizinan, akses permodalan, dan pembinaan berkelanjutan. Ketiga, pengembangan sertifikasi halal dan izin edar Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) perlu ditempuh untuk memperluas akses pasar produk gula semut dan gula aren cair ke pasar modern dan ekspor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) atas pendanaan program PKM BIMA Tahun 2026.

Terima kasih juga disampaikan kepada KWT Permata Hijau Desa Suka Makmur dan Universitas Muhammadiyah Gorontalo atas dukungan dan kerja sama dalam pelaksanaan program ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, A. Z., & Prasetyani, D. (2021). Socio-economic study on empowering women farmers to support the SDGs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *905*(1), 012135. https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012135

Ahmadi, T. P., Putra, M. R. A., Bisri, M., Wulansari, W., & Sari, Y. P. (2025). Tata Kelola Produksi Gula Semut Aren Berbasis Pemberdayaan Masyarakat: Studi Kasus di Desa Way Kalam Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (ABDIRA)*, *5*(3), 1126–1137. https://doi.org/10.31004/abdira.v5i3.916

Amri Respati, R., Nurwati, N., & Fedryansyah, M. (2026). Women Empowerment by Women's Farmer Groups (KWT) in Gandasari Tangerang City Resort & Spa. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, *6*(6), 6703–6714. https://doi.org/10.59188/eduvest.v6i6.52949

Didik Sugiyanto, Erwin, E., Aisa Aulia, Sulandari, U., & Ngesti Rahaju, S. M. (2025). Peningkatan Kualitas Produksi Gula Aren dengan Modernisasi Peralatan Bagi Petani di Kasepuhan Sinar Resmi, Cisolok, Sukabumi. *PaKMas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(2), 637–643. https://doi.org/10.54259/pakmas.v5i2.4251

Donner, M., Verniquet, A., Broeze, J., Kayser, K., & De Vries, H. (2021). Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products. *Resources, Conservation and Recycling*, *165*, 105236. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105236

Kencana, A. B., Dewi, E., & Taufik, M. (2023). The Impact of pH And Temperature on the Crystallization Process of Coconut Palm Sugar. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, *7*(2), 199. https://doi.org/10.20961/equilibrium.v7i2.79964

Kurniawan, H., Rahayoe, S., & Amnah, H. Z. (2025). Processing and Quality of Crystalized Palm Sugar in Indonesia: A Review. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, *14*(4), 1517–1533. https://doi.org/10.23960/jtepl.v14i4.1517-1533

Luthfitah, D. A. S., Nurhadi, N., & Parahita, B. N. (2023). Pemberdayaan Perempuan Melalui Kelompok Wanita Tani di Kecamatan Sukoharjo. *Jurnal Sosiologi Agama Indonesia (JSAI)*, *4*(3), 446–463. https://doi.org/10.22373/jsai.v4i3.3927

Nurhayani, U., Herliani, R., Mursid, M., Nurwendari, W., Sitompul, H. P., Sibarani, C. C. G. G. T., Purba, E. L., & Silalahi, S. A. (2026). Penguatan Daya Saing UMKM Gula Aren melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna Penepung Gula Semut. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, *7*(1), 220–230. https://doi.org/10.33394/jpu.v7i1.18613

Nurrahmawati, N., Kurniawan, H., & Defidelwina, D. D. (2024). Improving Technology and Production Management in the Palm Sugar Craftsman Group in Rambah Tengah Hulu Village, Rokan Hulu Regency. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *8*(2), 473–484. https://doi.org/10.31849/dinamisia.v8i2.16400

Pandey, A. K., Thakur, S., Mehra, R., Kaler, R. S. S., Paul, M., & Kumar, A. (2025). Transforming Agri-food waste: Innovative pathways toward a zero-waste circular economy. *Food Chemistry: X*, *28*, 102604. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102604

Pattiasina, P., Gaspersz, N., & Lawalata, M. (2025). The Application of Technology to Increase Palm Sugar Production from Palmyra Sap (Borassus flabellifer L.) in Household Industries in Oirata Village, Southwest Maluku. *Unram Journal of Community Service*, *6*(4), 926–929. https://doi.org/10.29303/ujcs.v6i4.1191

Sarkar, T., Mukherjee, M., Roy, S., & Chakraborty, R. (2023). Palm sap sugar an unconventional source of sugar exploration for bioactive compounds and its role on functional food development. *Heliyon*, *9*(4), e14788. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14788

Siregar, D. S., Rosmayati, Pirngadi, R. S., & Anggreiny. (2026). Farmer empowerment through training on palm sugar standardization in Eastern Coastal Region of North Sumatera. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, *11*(1), 26–39. https://doi.org/10.26905/abdimas.v11i1.16406

Windiasih, R., Sari, L. K., Prastyanti, S., Sulaiman, A. I., & Sugito, T. (2023). Women Farmers Group Participation in Empowering Local Food Security. *International Journal Of Community Service*, *3*(3), 186–194. https://doi.org/10.51601/ijcs.v3i3.200

Wiweko, A. , & A. A. W. (2025). (2025). A Review of Digital Marketing Practices among SMEs in Indonesia: Trends, Challenges, and Opportunities. *International Research Journal of Economics and Management Studies*, *4*(5). https://doi.org/10.56472/25835238/IRJEMS-V4I5P140

Yuyut Prayuti, Atqia, D. Y., Anisa Fitriyani, Ummul Munawarah, Meri Indriyani, & Alyani Agustina. (2024). Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani (KWT) Anggrek Desa Jatisari Melalui Pelatihan dan Pemanfaatan Digitalisasi. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, *13*(2), 283–290. https://doi.org/10.30999/jpkm.v13i2.2901