

EDUKASI DAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMASAKAN GULA AREN RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENDUKUNG EKONOMI BERKELANJUTAN DI DESA MARSADA

EDUCATION AND IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR PALM SUGAR PROCESSING TO SUPPORT SUSTAINABLE ECONOMY DEVELOPMENT IN MARSADA VILLAGE

Tinur Rahmawati Harahap^{1*}, Parmanoan Harahap², Silviana Batubara³, Adek Nilasari Harahap⁴, Fauziah Nasution⁵, Eni Sumanti Nasution⁶

¹(Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Graha Nusantara, Indonesia); ²(Agroteknologi, Universitas Graha Nusantara, Indonesia); ³(Manajemen, Universitas Graha Nusantara, Indonesia)
⁴(Pendidikan Matematika, Universitas Graha Nusantara, Indonesia); ⁵(Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Graha Nusantara, Indonesia); ⁶(Pendidikan Fisika, Universitas Graha Nusantara, Indonesia)

¹tinurrahmawati@gmail.com, ²parmabona12@gmail.com, ³batubarasilviana@gmail.com,
⁴adek.harahap1988@gmail.com, ⁵fauziahnasution05@gmail.com, ⁶enisumanti.nst@gmail.com

Abstrak. Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan kualitas, kuantitas, dan daya saing produk gula aren masyarakat Desa Marsada melalui penerapan teknologi tepat guna ramah lingkungan. Permasalahan utama mitra adalah penggunaan tungku tradisional yang tidak efisien, mutu produk tidak seragam, rendahnya keterampilan manajerial, serta keterbatasan diversifikasi produk. Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra, melibatkan 50 anggota kelompok tani gula aren “Anggrek”. Tahapan pelaksanaan mencakup perencanaan, sosialisasi, pelatihan teknis dan manajerial, penerapan teknologi, pendampingan, serta strategi keberlanjutan. Teknologi yang diterapkan meliputi kompor gasifikasi biomassa (gas) sebagai pengganti tungku kayu bakar serta alat pengaduk otomatis. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi produksi dengan penurunan waktu pemasakan dari 4,5 jam menjadi 2,5 jam, penurunan konsumsi bahan bakar hingga 60%, serta peningkatan daya simpan produk dari 7 hari menjadi 14 hari. Diversifikasi produk berupa gula aren meningkat hingga 40% dari total produksi, dan harga jual naik dari Rp22.000/kg menjadi Rp35.000/kg. Selain itu, pemahaman teknis peserta meningkat dari 40% menjadi 85%, dan keterampilan manajerial dari 30% menjadi 80%. Program ini terbukti mampu meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus mendukung pengembangan usaha gula aren berkelanjutan.

Kata Kunci: gula aren, teknologi tepat guna, diversifikasi produk, pemberdayaan masyarakat

Abstract. This Community Service Program (PKM) aims to improve the quality, quantity, and competitiveness of palm sugar products in Marsada Village through the implementation of environmentally friendly appropriate technology. The main problems faced by the community include the use of inefficient traditional stoves, inconsistent product quality, limited managerial skills, and lack of product diversification. The program was carried out using a community-based participatory approach involving 50 members of the “Anggrek” palm sugar farmer group. The implementation stages consisted of planning, socialization, technical and managerial training, technology application, mentoring, and sustainability strategies. The introduced technologies included a biomass gasification stove to replace firewood-based stoves and an automatic stirrer. Results showed significant improvements: cooking time reduced from 4.5 to 2.5 hours, fuel consumption decreased by 60%, and product shelf life extended from 7 to 14 days. Product diversification into palm sugar granules reached 40% of total production, while the selling price increased from IDR 22,000/kg to IDR 35,000/kg. Technical understanding among participants improved from 40% to 85%, and managerial skills from 30% to 80%. This program has proven effective in increasing community income while supporting the sustainable development of palm sugar enterprises.

Keywords: palm sugar, appropriate technology, product diversification, community empowerment

PENDAHULUAN

Tanaman aren (*Arenga pinnata*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang bernilai strategis karena hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan. Salah satu produk unggulannya adalah gula aren yang sudah lama menjadi sumber penghidupan

masyarakat pedesaan di berbagai wilayah Indonesia (Lubis, 2024; Saerang et al., 2023). Namun demikian, pengolahan gula aren tradisional umumnya masih dilakukan secara sederhana, sehingga menghadapi berbagai kendala baik dari sisi kualitas, kuantitas, maupun daya saing pasar. Masyarakat Desa Marsada merupakan salah satu kelompok pengrajin gula aren yang hingga saat ini masih mengandalkan proses produksi tradisional.

Proses pemasakan nira aren masih menggunakan tungku kayu bakar sederhana, tanpa kontrol suhu, serta peralatan manual yang kurang efisien (Ahmadi et al., 2025; Hutami et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan beberapa masalah utama, antara lain: (1) kualitas gula yang tidak seragam, (2) kadar air yang tinggi sehingga daya simpan produk rendah, (3) harga jual yang fluktuatif dan cenderung rendah, serta (4) ketergantungan pada kayu bakar yang berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan (Andri, 2011; Ari, 2025). Akibatnya, pendapatan keluarga petani aren di Desa Marsada belum stabil dan daya saing produk lokal kalah dibandingkan gula aren dari daerah lain.

Selain itu, rendahnya tingkat pendidikan dan keterampilan teknologi kelompok tani menjadi hambatan dalam mengembangkan usaha. Minimnya inovasi produk membuat mereka hanya memproduksi gula cetak dengan nilai jual terbatas, padahal diversifikasi produk seperti gula semut atau sirup aren memiliki prospek pasar lebih luas, baik di pasar domestik maupun ekspor (Defidelwina & Kurniawan, 2025; Nugraha et al., 2025). Dari sisi kesehatan, gula semut juga dinilai lebih unggul karena memiliki indeks glikemik lebih rendah, kandungan mineral yang lebih baik, serta manfaat fungsional bagi tubuh (Dewi et al, 2022; Muflih et al, 2025)

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan teknologi tepat guna pemasakan gula aren ramah lingkungan. Teknologi ini menekankan pada penggunaan tungku hemat energi dengan sistem kontrol suhu sederhana, sehingga kualitas produk dapat lebih terjamin dan konsumsi energi lebih efisien. Penggunaan bahan bakar alternatif atau desain tungku yang mengurangi emisi juga menjadi solusi dalam menekan dampak lingkungan akibat penggunaan kayu bakar berlebihan (Sidabutar et al., 2025). Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa introduksi teknologi pengolahan seperti alat pengering, pemasakan terkendali, dan teknik pengemasan modern dapat meningkatkan mutu gula semut sekaligus memperpanjang daya simpan produk (Kurniawan et al., 2021; Meikapasa et al., 2024).

Melalui program pengabdian kepada masyarakat ini, dilakukan edukasi dan implementasi teknologi pemasakan gula aren yang ramah lingkungan serta berbasis pada prinsip ekonomi berkelanjutan. Masyarakat Desa Marsada, khususnya kelompok tani gula aren, akan didampingi

untuk: (1) memahami manfaat diversifikasi produk gula aren, (2) memperoleh keterampilan mengoperasikan teknologi tepat guna yang lebih efisien, dan (3) meningkatkan kapasitas manajemen usaha serta pemasaran produk. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengrajin gula aren dapat menghasilkan produk yang lebih berkualitas, memiliki daya saing pasar yang lebih baik, sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Secara khusus, tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah: Memberikan edukasi kepada masyarakat Desa Marsada tentang pentingnya diversifikasi produk gula aren bernilai tambah. Mengimplementasikan teknologi tepat guna pemasakan gula aren ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Mendukung peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat melalui penguatan usaha pengolahan gula aren yang berkelanjutan.

METODOLOGI

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini menggunakan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra (*community-based participatory approach*). Mitra utama adalah Kelompok Tani Anggrek Desa Marsada dengan 50 anggota yang terdiri dari petani/pengrajin gula aren, ibu rumah tangga, pemuda desa, dan pengurus kelompok.



Figur 1. Tahapan pelaksanaan PKM

Kegiatan dilaksanakan melalui enam tahapan utama, yaitu:

1. Perencanaan

Observasi dan diskusi dilakukan untuk mengidentifikasi masalah utama, yaitu rendahnya efisiensi tungku tradisional dan keterbatasan keterampilan manajerial. Solusi yang disiapkan meliputi penerapan teknologi tepat guna ramah lingkungan serta program peningkatan kapasitas masyarakat.

2. Sosialisasi

Dilaksanakan pada 5–6 Agustus 2025, bertujuan memperkenalkan program kepada kelompok tani, tokoh masyarakat, dan pemerintah desa. Kegiatan ini membahas tujuan, manfaat, serta pembagian peran agar program sesuai dengan kondisi lapangan.

3. Pelatihan

Terdiri atas dua bentuk: (a) teknis produksi (penyadapan, pemasakan dengan kompor gasifikasi biomassa, penggunaan pengaduk otomatis, pencetakan gula aren), dan (b) manajerial (pembukuan sederhana, pengemasan, serta pemasaran offline dan digital). Peserta dilibatkan dalam praktik langsung agar lebih terampil.

4. Penerapan Teknologi

Implementasi inti berupa penggunaan kompor gasifikasi biomassa (gas) dan alat pengaduk otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi. Peserta juga dilatih perawatan dan penyelesaian kendala teknis.

5. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan secara intensif melalui supervisi teknis dan konsultasi manajemen. Evaluasi dilakukan secara formatif (selama kegiatan) dan sumatif (setelah kegiatan selesai), untuk menilai keterampilan, mutu produksi, dan hasil usaha.

6. Keberlanjutan

Dibentuk tim pengelola alat dari anggota kelompok tani dengan dukungan SOP dan modul panduan. Kerja sama dengan pemerintah desa dan UMKM lokal dijalin untuk memperluas pemasaran, sekaligus mendorong replikasi program ke desa sekitar (Ashari et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di Desa Marsada berjalan sesuai dengan tahapan yang telah direncanakan. Tingkat partisipasi mitra sangat tinggi, dengan kehadiran rata-rata 92% anggota kelompok tani pada setiap sesi pelatihan. Implementasi teknologi tepat guna berupa kompor gasifikasi biomassa (gas) dan alat pengaduk otomatis terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi.

Hasil di atas menunjukkan bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas, kuantitas, dan nilai jual gula aren. Penurunan konsumsi bahan bakar tidak hanya menekan biaya produksi, tetapi juga mengurangi

ketergantungan pada kayu bakar, sehingga lebih ramah lingkungan (Dinanti et al., 2024; Ilyas, & Syahid, 2018).

Tahap Perencanaan

Pada tahap awal, tim pelaksana melakukan observasi lapangan dan diskusi dengan kelompok tani gula aren “Anggrek” Desa Marsada. Permasalahan utama yang ditemukan adalah rendahnya efisiensi tungku tradisional, kualitas produk yang tidak seragam, serta keterbatasan keterampilan manajemen usaha. Hasil identifikasi kebutuhan mitra menghasilkan rancangan solusi teknologi tepat guna berupa kompor gasifikasi biomassa dan alat pengaduk otomatis. Selain itu, ditetapkan indikator keberhasilan berupa peningkatan kualitas produk, efisiensi produksi, serta daya simpan gula aren.



Figur 2. Observasi ke Desa Marsada

Tahap Sosialisasi

Sosialisasi dilaksanakan pada tanggal 5–6 Agustus 2025 di Kantor Kepala Desa Marsada, dengan partisipasi 46 dari 50 anggota kelompok tani (92%). Kegiatan meliputi pemaparan tujuan, manfaat program, serta peran masing-masing pihak. Antusiasme peserta terlihat dari diskusi aktif yang menghasilkan kesepakatan jadwal pelatihan dan komitmen bersama untuk mendukung implementasi program.

Tahap Pelatihan

Pelatihan terbagi menjadi dua aspek, yaitu:

1. Teknis produksi: penyiapan nira, pemasakan menggunakan kompor gasifikasi biomassa (kompor gas), penggunaan alat pengaduk otomatis, serta pencetakan gula aren.
2. Manajerial: pencatatan keuangan sederhana, teknik pengemasan menarik, serta pemasaran digital melalui media sosial.

Hasil evaluasi formatif menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sebesar 85% (diukur melalui pre-test dan post-test). Produk diversifikasi berupa gula aren berhasil dihasilkan selama sesi praktik dengan kualitas lebih baik (warna lebih cerah dan tekstur halus).



Figur 3. Pelatihan Produktivitas dan Nira Tanaman Aren

Tahap Penerapan Teknologi

Teknologi tepat guna mulai digunakan secara langsung di lokasi produksi mitra. Kompor gasifikasi biomassa (kompor gas) mampu mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 60%, sementara alat pengaduk otomatis mempercepat proses pencampuran nira menjadi gula. Rata-rata waktu pemasakan turun dari 4,5 jam menjadi 2,5 jam per siklus. Produk yang dihasilkan memiliki kadar air lebih rendah (11% dibanding 15% sebelumnya) sehingga daya simpan meningkat hingga dua kali lipat (dari 7 hari menjadi 14 hari).



Figur 4. Penerapan Teknologi Tepat Guna Pemasakan Gula Aren Ramah Lingkungan

Tahap Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan intensif dilakukan selama tiga minggu pertama penerapan teknologi. Hasil monitoring menunjukkan bahwa 95% peserta mampu mengoperasikan alat secara mandiri. Evaluasi sumatif memperlihatkan peningkatan produksi gula aren (merah) sebesar 40% dibandingkan sebelum program. Selain itu, pendapatan rata-rata kelompok tani meningkat karena harga jual gula aren mencapai Rp35.000/kg.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Program PKM

<i>Aspek yang Dievaluasi</i>	<i>Kondisi Sebelum Program</i>	<i>Kondisi Sesudah Program</i>	<i>Peningkatan (%)</i>
Pemahaman teknis peserta	40% peserta memahami dasar produksi	85% peserta mampu mengoperasikan alat	+45%
Kemampuan manajerial	30% mampu melakukan pencatatan sederhana	80% sudah terbiasa melakukan pencatatan dan pemasaran digital	+50%
Efisiensi waktu produksi	4,5 jam per siklus	2,5 jam per siklus	-44%
Produksi gula aren (merah)	Belum ada	40% dari total produksi menjadi gula aren	+40%
Pendapatan rata-rata	Rp22.000/kg (gula cetak)	Rp35.000/kg (gula aren cetak)	+59%

Hasil evaluasi program PKM menunjukkan peningkatan signifikan baik dari aspek teknis maupun manajerial. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, pemahaman teknis peserta meningkat dari 40% menjadi 85%, terutama dalam mengoperasikan kompor gasifikasi biomassa dan alat pengaduk otomatis. Peningkatan ini sejalan dengan pendapat Kurniawan et al., (2021) bahwa transfer teknologi tepat guna dapat meningkatkan keterampilan teknis petani secara cepat apabila didukung dengan pelatihan berbasis praktik langsung. Kemampuan manajerial kelompok juga mengalami kemajuan, di mana 80% anggota sudah mampu melakukan pencatatan sederhana dan pemasaran digital, meningkat dari hanya 30% sebelum program.

Dari sisi produksi, terjadi efisiensi waktu pemasakan sebesar 44% dan diversifikasi produk berupa gula aren yang sebelumnya belum ada kini mencapai 40% dari total produksi. Dampak ekonomi yang paling nyata adalah peningkatan harga jual dari Rp22.000/kg menjadi Rp35.000/kg (naik 59%), yang secara langsung meningkatkan pendapatan masyarakat. Hasil ini selaras dengan Lingawan et al., (2019) yang menegaskan bahwa diversifikasi produk aren bernilai tambah mampu membuka peluang pasar dengan harga jual lebih tinggi.

Tahap Keberlanjutan Program

Untuk menjaga keberlanjutan, dibentuk tim pengelola alat yang terdiri dari 10 anggota kelompok tani. Tim ini bertanggung jawab atas operasional, pemeliharaan, dan perawatan alat. Modul panduan penggunaan dan SOP teknis telah diserahkan kepada mitra. Selain itu, kerja sama dengan UMKM lokal dan pemerintah desa dibangun untuk memperluas jaringan pemasaran. Produk gula aren Desa Marsada diproyeksikan menjadi ikon lokal sekaligus komoditas unggulan yang berdaya saing.

Keberhasilan implementasi program PKM tidak berhenti pada tahap evaluasi, tetapi dilanjutkan dengan strategi keberlanjutan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2. Pembentukan tim pengelola alat yang terdiri dari 10 anggota kelompok tani menjadi langkah penting untuk menjamin operasional dan perawatan peralatan secara mandiri. Keberadaan SOP dan modul panduan yang disusun tim pelaksana juga mendukung kemandirian mitra dalam pengoperasian dan penanganan kendala teknis.

Tabel 2. Strategi Keberlanjutan Program

<i>Komponen Keberlanjutan</i>	<i>Bentuk Implementasi</i>	<i>Indikator Keberhasilan</i>
Pengelolaan Alat	Tim pengelola alat terdiri dari 10 anggota kelompok tani	Alat berfungsi baik & terawat
SOP & Modul Pendukung	Panduan operasional & perawatan disusun dan diserahkan ke mitra	Peserta dapat mandiri
Pendanaan & Dukungan Lokal	Dukungan dari pemerintah desa & UMKM lokal	Ada alokasi dana pendukung
Pemasaran Produk	Kolaborasi dengan UMKM & promosi digital melalui media sosial	Produk mulai dipasarkan luas
Replikasi Program	Mitra didorong untuk berbagi praktik ke desa-desa sekitar	Minimal 1 desa replikasi program

Dari sisi dukungan eksternal, pemerintah desa telah menunjukkan komitmen untuk mendukung program melalui alokasi anggaran desa dan fasilitasi akses pasar, sementara kerja sama dengan UMKM lokal memperluas jaringan distribusi produk. Strategi pemasaran digital melalui media sosial mulai diimplementasikan, sehingga produk gula aren Desa Marsada memiliki visibilitas lebih luas, baik pada pasar lokal maupun regional.

Lebih jauh, program ini juga diarahkan untuk direplikasi ke desa-desa sekitar, sehingga tidak hanya berdampak pada Desa Marsada, tetapi juga dapat menjadi model pengembangan ekonomi berbasis komoditas lokal di wilayah Kecamatan Sipirok. Hal ini sejalan dengan konsep pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan, di mana mitra tidak hanya menjadi penerima manfaat tetapi juga agen perubahan bagi komunitas lain (Siwi et al., 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan di Desa Marsada telah berhasil mencapai tujuan utamanya adalah memberikan edukasi kepada masyarakat Desa Marsada tentang pentingnya diversifikasi produk gula aren bernilai tambah; mengimplementasikan teknologi tepat guna pemasakan gula aren ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, serta mendukung peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat melalui penguatan usaha pengolahan gula aren yang berkelanjutan

.Penerapan kompor gasifikasi biomassa (Gas) dan alat pengaduk otomatis terbukti efektif meningkatkan efisiensi produksi, ditandai dengan pengurangan konsumsi bahan bakar hingga 60% dan penurunan waktu pemasakan dari 4,5 jam menjadi 2,5 jam. Kualitas dan daya simpan produk juga mengalami peningkatan, dengan kadar air menurun 25% serta daya simpan yang bertambah dari 7 hari menjadi 14 hari. Diversifikasi produk berupa gula aren berhasil dilakukan dengan standar mutu yang lebih baik dan mampu meningkatkan nilai ekonomi masyarakat, di mana harga jual produk naik dari Rp22.000/kg menjadi Rp35.000/kg. Selain itu, kapasitas manajerial mitra juga meningkat signifikan, dengan 80% anggota kelompok tani mampu melakukan pencatatan keuangan sederhana serta strategi pemasaran digital. Keberlanjutan program terjamin melalui pembentukan tim pengelola alat, penyusunan SOP dan modul pendukung, serta kerja sama dengan pemerintah desa dan UMKM lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan dana hibah Pengabdian Kepada Masyarakat skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Tahun 2025. Terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Marsada atas dukungan fasilitas dan koordinasi yang excellent, Universitas Graha Nusantara atas dukungan institusional dan platform akademik, Bapak Mangatas Ritonga sebagai Mitra dalam PKM ini serta Pengusaha gula aren yang telah berpartisipasi aktif dalam program edukasi dan implementasi teknologi tepat guna pemasakan gula aren ramah lingkungan.

REFERENSI

- 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>
- Andri, N. (2011). Mutu Dan Daya Simpan Manisan Empulur Nanas (Ananas Comosus (L.) Merr.) Varietas Queen Terhadap Penambahan Gula Aren Dengan Konsentrasi Yang Berbeda. (Doctoral Dissertation), Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. <https://repository.uin-suska.ac.id/139/>
- Ari, R. (2025). *Pengetahuan Bahan Agroindustri*. Penerbit KBM Indonesia.
- Ashari, E., Anggraini, D., & Aznedra, A. (2022). Pendampingan UMKM Melalui Pelatihan Strategi Pemasaran dan Product Branding di Perumahan Griya Batu Aji Asri

- Rt.01/Rw.018 Kelurahan Sei Langkai, Kecamatan Sagulung, Kota Batam. *Minda Baharu*, 6(1), 144–153. <https://doi.org/10.33373/jmb.v6i1.3886>
- Defidelwina, D., & Kurniawan, H. (2025). Inovasi Peningkatan Nilai Ekonomi Gula Aren Cetak Melalui Pelatihan Produksi Gula Semut Di Desa Rambah Tengah Hulu Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu. *Tepak Sirih: Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani*, 4(1), 21–28. <https://doi.org/10.30606/jpmm.v4i1.3337>
- Dewi, M.P., Millaty, M., Pratiwi, L.F.L., & Puspitasari, Y. (2022). Analisis Preferensi Konsumen Terhadap Pembelian Gula Semut Di Daerah Istimewa Yogyakarta The Consumer Preference Analysis Of Brown Sugar Purchases In Special Region Of Yogyakarta. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 6(04), 1227–1235.
- Dinanti, P., Sundari, S., Laksmono, R., Ramadhan, T. R., & Sianipar, L. (2024). Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(3), 1892–1905. <https://doi.org/10.47467/elmal.v5i3.4327>
- Hutami, R., Pribadi, M.F.I., Nurcahali, F., Septiani, B., Andarwulan, N., Sapanli, K., Zuhud, E.A.M., Al-Manar, P., Ichsan, N., & Wahyudi, S. (2023). Proses Produksi Gula Aren Cetak (*Arenga pinnata*, Merr) Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(2), 119–130. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i2.10237>
- Ilyas, M., & Syahid, A. (2018). Pentingnya metodologi pembelajaran bagi guru. *L-Aulia: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu-Ilmu Keislaman*, 4(1), 58–85.
- Kurniawan, H., Khalil, F.I., Septiyana, K.R., Adnand, M., Adriansyah, I., & Nurkayanti, H. (2021). Peningkatan Kualitas Gula Semut Melalui Introduksi Alat Pengering bagi Kelompok Pengrajin Gula Aren di Desa Kekait Kabupaten Lombok Barat. *Journal of Community Development & Empowerment*, 1(2), 88–95. <https://doi.org/10.29303/jcommdev.v1i2.12>
- Lingawan, A., Nugraha, D., Jessica, E., Aprianto, E., Geovanny, Ardhito, M., Philbert Japit, P., Trilaksono, T. (2019). Gula Aren: Si Hitam Manis Pembawa Keuntungan Dengan Segudang Potensi. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Indonesia (JPMI)*. 1(10), 1-25.
- Lubis, Y. (2024). *Analisis Faktor Produksi Aren Genjah (Arenga pinnata) di Kabupaten Deli Serdang*. [(Doctoral Dissertation)]. Universitas Medan Area. Medan. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/25937>
- Meikapasa, N.W.P., Subrata, I.G.M., & Dethan, S.H. (2024). Pemberdayaan Usaha Gula Semut Aren Melalui Teknologi Pengolahan dan Pengemasan di Unit Usaha Bukit Halwun. *JPPM (Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 8(3), 427. <https://doi.org/10.30595/jppm.v8i3.23988>
- Muflih, G.Z., Kom, M., Barokah, U., Zuhdi, R., Fathani, T.F., & Wilopo, W. (2025). *Panduan Pembuatan Gula Semut*. Selat Media.
- Nugraha, R., Sumartan, Suriadi, Haswandi, & Jumahida. (2025). Penguatan UMKM Gula Aren Desa Maddenra Melalui Product diversification dan digital marketing. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 9(1), 61–69. <https://doi.org/10.36982/jam.v9i1.4924>
- Saerang, A., Sasewa, D.R., & Langi, M.J. (2023). Strategi Peningkatan Pendapatan Usaha Gula Aren (*Arenga Pinnata* Merr) di Desa Moyag Kecamatan Kotamobagu Timur Kota

Kotamobagu. *KONTAN: Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Bisnis*, 2(2), 35–43.
<https://doi.org/10.59818/kontan.v2i2.487>

Sidabutar, R., Fath, M.T.A., Dalimunthe, N.F., Hasibuan, G.C.R., Michael, M., Ramadhan, A. Z., Sari, I.M., Rambe, J.F., Vazelim, V., & Matondang, V.R. (2025). Teknologi Konversi Limbah Kayu Sebagai Bahan Bakar Wood PELLET pada Prototipe Tungku Fuel Wood Bagi Masyarakat Desa Tadukan Raga, Deli Serdang. *Sewagati*, 9(1), 2711–2719.
<https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i1.2448>

Siwi, M.R., Nusuary, F.M., & Nurdin, I.P. (2025). Pemberdayaan Kelompok Petani Aren Dusun Batu Delapan Desa Rantau Kecamatan Rantau Pauh Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial (Jupendis)*, 3(2), 61–70.
<https://doi.org/10.54066/jupendis.v3i2.3085>

Diterima: 23 September 2025 | Disetujui: 31 Desember 2025 | Diterbitkan: 31 Desember 2025

How to Cite:

Harahap, T.R., Harahap, P., Batubara, S., Harahap, A.N., Nasution, F., Nasution, E.S. (2025). Edukasi dan Implementasi Teknologi Tepat Guna Pemasakan Gula Aren Ramah Lingkungan untuk Mendukung Ekonomi Berkelanjutan di Desa Marsada. *Minda Baharu*, 9(2), 329-349. Doi. 10.33373/jmb.v9i2.8389.