

SINGKONG MENJADI ENERGI: INOVASI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DESA BENGKING MELALUI BIOETANOL

Sudiyatno¹, *Ardani Ahsanul Fakhri¹, Heri Wibowo¹, Andrian Wisnu Dewangga¹, Zainur Rofiq¹, Arif Marwanto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta,

*e-mail: ardaniahsanulfakhri@uny.ac.id

Abstract

The Community Service Program focuses on empowering the community of Bengking Village, Klaten, through technological innovation for the production of bioethanol made from cassava. The goal is to overcome the challenges of low added value of cassava commodities and limited access to clean energy in the village. The method used is participatory action research (PAR), which actively involves the community in every stage, starting from need assessment, tool design and fabrication, technical training, to production implementation. As a result, a small-scale bioethanol production unit with a capacity of 450 liters was formed in 6 months, with an average purity of 92%. This program has succeeded in increasing the technical capacity of the community by 65%, forming a Joint Business Group (KUB) "Bioenergy Mandiri", and implementing a near-zero-waste system with the use of waste into animal feed and liquid fertilizer. It was concluded that a holistic and sustainable technology-based empowerment approach not only creates added economic value and independent energy sources, but also empowers communities towards energy independence and sustainable development.

Keywords: Bioethanol, Community Service, Cassava, Appropriate Technology, Renewable Energy.

Abstrak

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini berfokus pada pemberdayaan masyarakat Desa Bengking, Klaten, melalui inovasi teknologi tepat guna produksi bioetanol berbahan baku singkong. Tujuannya adalah untuk mengatasi tantangan rendahnya nilai tambah komoditas singkong dan keterbatasan akses energi bersih di desa tersebut. Metode yang digunakan adalah *Participatory Action Research* (PAR), yang melibatkan masyarakat secara aktif dalam setiap tahapan, mulai dari need assessment, perancangan dan fabrikasi alat, pelatihan teknis, hingga implementasi produksi. Hasilnya, terbentuk unit produksi bioetanol skala kecil dengan kapasitas 450 liter dalam 3 bulan, dengan kemurnian rata-rata 92%. Program ini berhasil meningkatkan kapasitas teknis masyarakat sebesar 65%, membentuk Kelompok Usaha Bersama (KUB) "Bioenergy Mandiri", serta menerapkan sistem hampir *zero-waste* dengan pemanfaatan limbah menjadi pakan ternak dan pupuk cair. Disimpulkan bahwa pendekatan pemberdayaan berbasis teknologi yang holistik dan berkelanjutan tidak hanya menciptakan nilai ekonomi tambah dan sumber energi mandiri, tetapi juga memberdayakan masyarakat menuju kemandirian energi dan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Bioetanol, Pemberdayaan Masyarakat, Singkong, Teknologi Tepat Guna, Energi Terbarukan.

How to Cite: Sudiyatno, S., Ahsanul Fakhri, A., Wibowo, H., Wisnu Dewangga, A., Rofiq, Z., & Marwanto, A. (2026). SINGKONG MENJADI ENERGI: INOVASI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DESA BENGKING MELALUI BIOETANOL. Jurnal Pengabdian Teknik Industri, 5(1), 84–96. <https://doi.org/10.37905/jpti.v5i1>

Diterima : 11/05/2026
Disetujui : 27/05/2026
Dipublikasi : 31/05/2026

©2026 Sudiyatno dkk

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir, isu ketahanan energi dan pembangunan berkelanjutan telah menjadi perhatian global yang mendesak. Transisi dari ketergantungan pada bahan bakar fosil menuju sumber energi terbarukan (*Renewable Energy*) tidak lagi sekadar pilihan, melainkan sebuah keharusan. Hal ini didorong oleh menipisnya cadangan minyak bumi, fluktuasi harga

energi di pasar global, dan yang terpenting, meningkatnya kesadaran akan dampak buruk emisi gas rumah kaca terhadap perubahan iklim (Filonchik et al., 2024). Pada konteks ini, bioenergi, khususnya bioetanol, muncul sebagai salah satu solusi potensial. Bioetanol merupakan bahan bakar cair yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik yang mengandung gula atau pati, dan dapat digunakan sebagai substitusi bensin atau dicampur (*blending*) untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil (Aggarwal et al., 2022). Keunggulan bioetanol terletak pada sifatnya yang terbarukan dan lebih ramah lingkungan, karena siklus karbonnya yang hampir netral. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya hayatinya, memiliki potensi luar biasa dalam pengembangan bioetanol. Salah satu komoditas andalan yang patut diperhitungkan adalah singkong (*Manihot esculenta Crantz*). Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2023) mencatat bahwa produksi singkong nasional konsistensi mencapai lebih dari 16 juta ton per tahun. Jawa Tengah, termasuk di dalamnya Kabupaten Klaten, merupakan salah satu provinsi penghasil singkong terbesar. Secara spesifik, Desa Bengking di Kecamatan Jatinom, Klaten, merupakan wilayah yang masyarakatnya banyak menggantungkan hidup pada budidaya singkong. Hasil pertanian ini melimpah dan menjadi tulang punggung perekonomian bagi banyak keluarga petani.

Dibalik potensi yang besar tersebut, tersembunyi sejumlah tantangan kompleks yang dihadapi oleh masyarakat Desa Bengking. Pertama, masyarakat masih sangat bergantung pada pola pemasaran konvensional, dimana singkong dijual dalam bentuk segar atau olahan primer (seperti gaplek) dengan nilai jual yang relatif rendah dan sangat rentan terhadap fluktuasi harga. Ketergantungan pada tengkulak dan kurangnya akses pasar yang lebih luas membuat posisi tawar petani lemah (Dian Setiani et al., 2026). Kedua, minimnya diversifikasi produk. Sebagian besar hasil panen hanya diolah menjadi komoditas pangan, sehingga ketika harga komoditas tersebut jatuh, pendapatan petani langsung terdampak. Ketiga, terdapat masalah efisiensi. Tidak semua bagian hasil panen termanfaatkan secara optimal, dan kadang terdapat kelebihan produksi yang tidak terserap pasar, berpotensi menjadi limbah. Di sisi lain, desa juga menghadapi tantangan akses energi. Meskipun jaringan listrik PLN telah menjangkau wilayah tersebut, biaya operasional untuk keperluan produktif, seperti penggerak mesin atau bahan bakar generator, masih memberatkan. Berdasarkan hal tersebut menciptakan sumber energi mandiri dan terjangkau yang berbasis pada sumber daya lokal adalah sebuah keniscayaan. Inilah celah di mana inovasi teknologi produksi bioetanol skala kecil menawarkan solusi yang sinergis. Dengan mengolah singkong menjadi bioetanol, masyarakat tidak hanya dapat menciptakan nilai tambah ekonomi yang signifikan, tetapi juga menghasilkan sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sendiri (sebagai bahan bakar kompor atau generator) atau dijual sebagai komoditas energi, sehingga membuka aliran pendapatan baru (Yuni Hendrawati et al., 2019).

Kendala yang dihadapi saat ini, potensi besar belum dapat diakses oleh masyarakat desa karena beberapa kendala mendasar. Kendala utama adalah kesenjangan teknologi dan pengetahuan. Proses produksi bioetanol, Kondisi serupa juga ditemukan pada berbagai kelompok usaha masyarakat dan IKM yang masih memiliki keterbatasan pengetahuan teknis dalam mengoptimalkan proses produksi sehingga memerlukan program pelatihan dan pendampingan yang terstruktur (Safitri Helmi et al., 2026), yang meliputi tahapan persiapan bahan baku, liquefaksi, sakarifikasi, fermentasi menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), dan distilasi/pemurnian, masih merupakan pengetahuan yang asing bagi sebagian besar petani. Mereka membutuhkan pelatihan teknis yang komprehensif dan pendampingan yang berkelanjutan untuk dapat menguasai teknologi ini (Panjaitan et al., 2026). Kendala kedua adalah keterbatasan akses terhadap peralatan dan modal. Reaktor fermentasi dan unit distilasi yang efisien untuk skala usaha kecil menengah (UKM) seringkali memiliki harga yang tidak terjangkau jika dibeli secara komersial. Kendala ketiga adalah aspek kelembagaan dan pemasaran. Untuk menjalankan usaha bioetanol yang berkelanjutan, diperlukan penguatan kelembagaan kelompok, manajemen usaha yang baik, serta jaminan off-taker atau pasar untuk menyerap produk bioetanol yang dihasilkan. Berdasarkan analisis situasi ini, program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dirancang dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi tepat guna. Konsep pemberdayaan yang dimaksud tidak hanya sebatas transfer alat, tetapi merupakan proses peningkatan kapasitas (*capacity building*) yang holistik, mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan penguatan kelembagaan, sehingga masyarakat mampu menjadi subjek pembangunan yang mandiri (Nurida et al., 2024). Program ini sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya target 7.2 yang berfokus pada peningkatan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi, target 8.3 mengenai pengembangan kegiatan ekonomi produktif, kewirausahaan, dan usaha mikro berbasis masyarakat, serta target 12.5 terkait pengurangan limbah melalui pemanfaatan kembali hasil samping produksi secara berkelanjutan. Oleh karena itu, artikel ini akan membahas secara mendalam tentang latar belakang dan landasan pemikiran inisiatif pemberdayaan masyarakat Desa Bengking melalui teknologi produksi bioetanol berbasis singkong. Fokus pembahasan akan mencakup potensi lokal yang dimiliki, identifikasi tantangan yang dihadapi masyarakat, strategi solutif yang ditawarkan melalui pendekatan teknologi tepat guna dan pendampingan, serta bagaimana inovasi ini berkontribusi terhadap pengembangan energi alternatif berbasis masyarakat, peningkatan kapasitas ekonomi kelompok tani, dan pemanfaatan limbah produksi secara lebih berkelanjutan. Melalui program ini, diharapkan singkong tidak lagi hanya dilihat sebagai komoditas pangan semata, melainkan sebagai "emas hijau" yang dapat diubah menjadi energi bersih, membawa kesejahteraan, dan memberdayakan masyarakat Desa Bengking menuju masa depan yang lebih mandiri dan berkelanjutan.

METODE

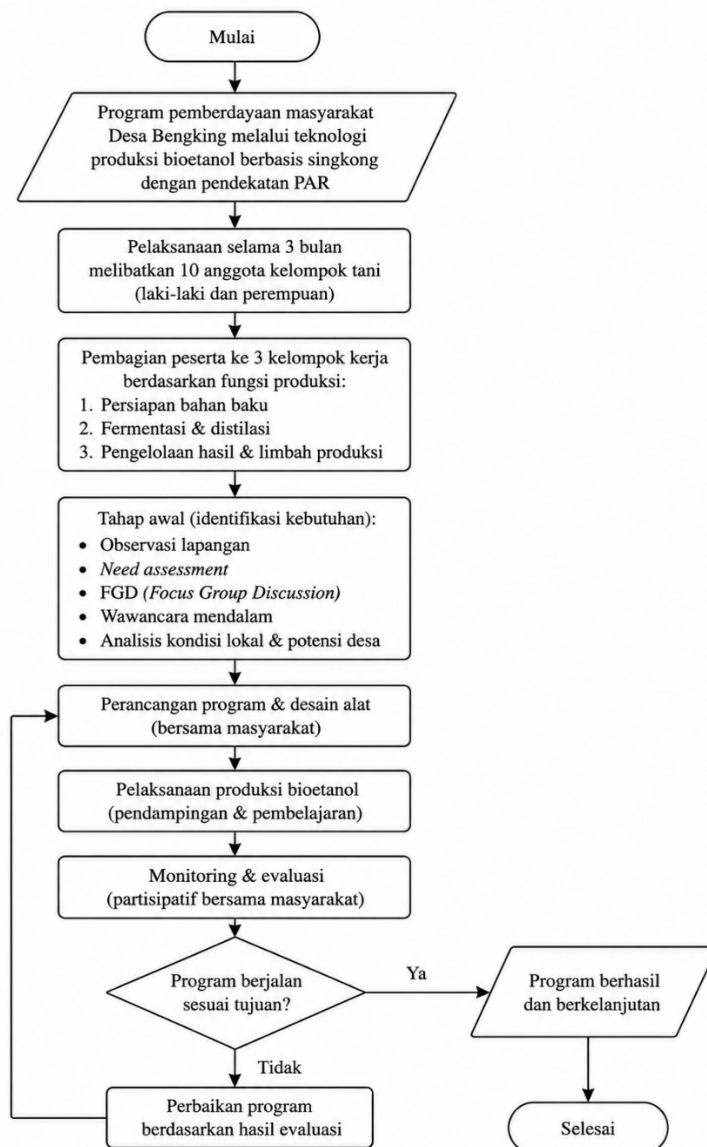
Program pemberdayaan masyarakat Desa Bengking melalui teknologi produksi bioetanol berbasis singkong dilaksanakan menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang melibatkan masyarakat secara aktif pada setiap tahapan kegiatan. Pendekatan ini dipilih untuk mendukung keberlanjutan program melalui proses pembelajaran, pendampingan, dan penguatan kapasitas masyarakat secara berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat dilakukan melalui identifikasi kebutuhan, diskusi kelompok terarah *Forum Group Discussion* (FGD), penentuan desain alat produksi, pelaksanaan produksi, hingga evaluasi program secara bersama-sama. Dalam pendekatan ini, masyarakat tidak hanya berperan sebagai peserta kegiatan, tetapi juga sebagai mitra yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan dan implementasi program.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan selama 3 bulan dengan melibatkan 10 anggota kelompok tani laki-laki dan perempuan sebagai mitra utama. Peserta dibagi ke dalam tiga kelompok kerja berdasarkan fungsi produksi untuk meningkatkan efektivitas pelaksanaan program. Pembagian kelompok kerja dilakukan agar setiap peserta memiliki tanggung jawab yang lebih terarah pada tahapan produksi bioetanol, mulai dari persiapan bahan baku hingga pengelolaan hasil dan limbah produksi. Rincian pembagian kelompok kerja ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Kelompok Kerja Program Produksi Bioetanol

Kelompok Kerja	Jumlah Anggota	Tugas Utama
Kelompok Persiapan Bahan Baku	3 orang	Pengumpulan, pencucian, pemotongan, dan penghalusan singkong
Kelompok Fermentasi dan Distilasi	4 orang	Pengoperasian fermentor, pengawasan fermentasi, dan proses distilasi bioetanol
Kelompok Pengelolaan Hasil dan Limbah	3 orang	Penyimpanan hasil produksi, pencatatan hasil, dan pengolahan limbah produksi

Tahap awal kegiatan dilakukan melalui observasi lapangan, *need assessment*, *FGD* (*Focus Group Discussion*), dan wawancara mendalam dengan petani singkong serta perangkat desa untuk mengidentifikasi kebutuhan masyarakat terhadap teknologi tepat guna pengolahan singkong berbasis bioetanol. Selain itu, dilakukan analisis kondisi lokal dan potensi sumber daya desa sebagai dasar dalam perancangan program dan pengembangan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat Desa Bengking.

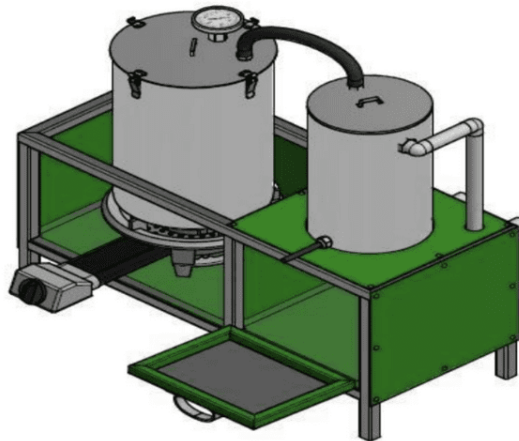


Gambar 1. Flowchart Pelaksanaan Program Pemberdayaan Produksi Bioetanol



Gambar 2. Kegiatan *need assesment* bersama masyarakat

Tahap kedua adalah perancangan dan fabrikasi alat produksi bioetanol yang disesuaikan dengan kondisi lokal. Unit produksi dirancang terdiri dari fermentor stainless steel kapasitas 100 liter dilengkapi sistem pengaduk manual, unit distilasi dengan kolom packed bed menggunakan bahan isian glass wool, serta kondensor berpendingin air. Proses fabrikasi melibatkan teknisi lokal dan mahasiswa untuk memastikan transfer teknologi yang efektif. Material yang digunakan dipilih yang tersedia di pasaran lokal dengan pertimbangan biaya dan kemudahan perawatan.



Gambar 3. Desain Alat Distilasi Bioethanol Singkong

Tahap ketiga adalah pelatihan dan pendampingan teknis yang terstruktur. Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop selama 5 hari dengan metode 30% teori dan 70% praktik. Materi pelatihan mencakup: (1) seleksi dan preparasi bahan baku singkong, (2) proses hidrolisis dan fermentasi, (3) operasional dan perawatan alat distilasi, serta (4) pengendalian mutu produk. Evaluasi pembelajaran dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test untuk mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap materi pelatihan yang diberikan.



Gambar 3. Obervasi lapangan pengabdian

Tahap keempat adalah implementasi dan produksi yang dilakukan secara bertahap. Kelompok mitra melakukan produksi dengan pendampingan intensif selama 2 bulan pertama, kemudian dilanjutkan dengan produksi mandiri. Sistem monitoring menggunakan buku catatan produksi untuk merekam parameter penting seperti: yield bioetanol, konsumsi bahan baku, dan waktu produksi. Kualitas bioetanol diuji menggunakan alkoholmeter dan uji kemurnian sederhana.

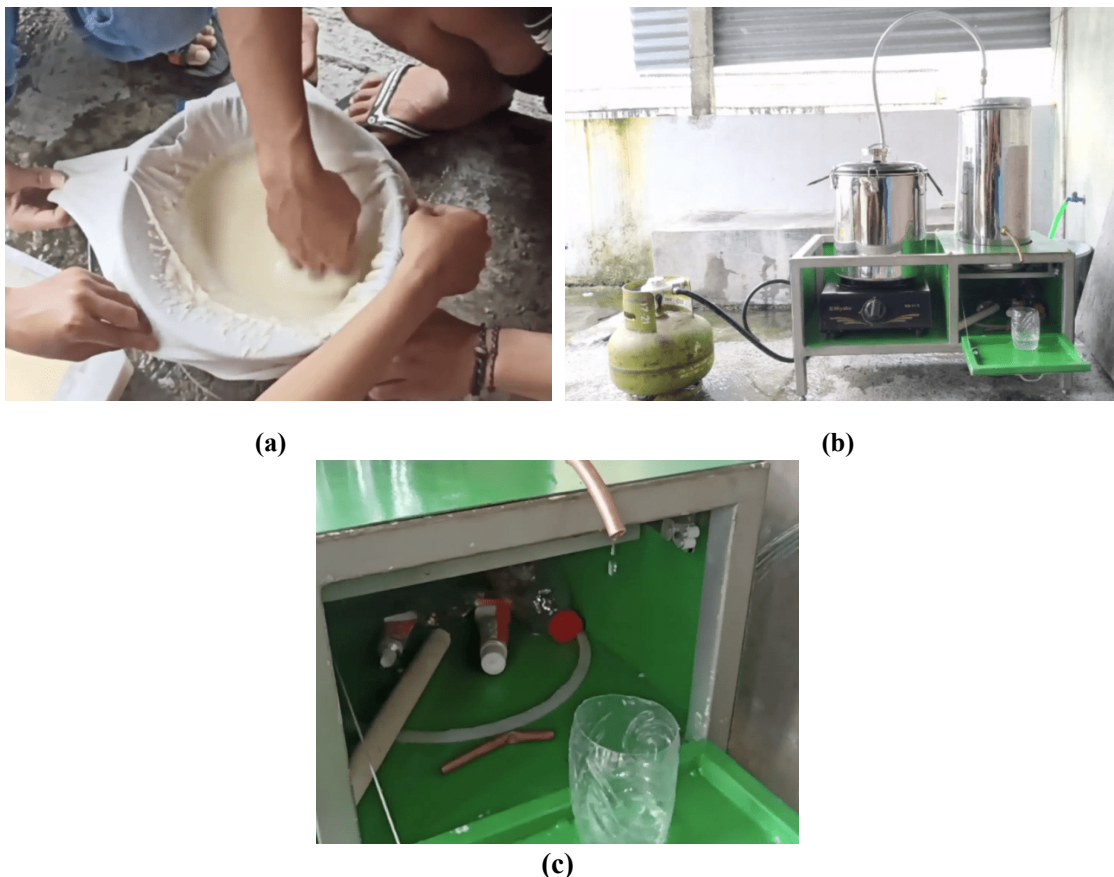


Gambar 4. Diagram Alir Proses Bioetanol Berbasisi Singkok

HASIL DAN PEMBAHASAN

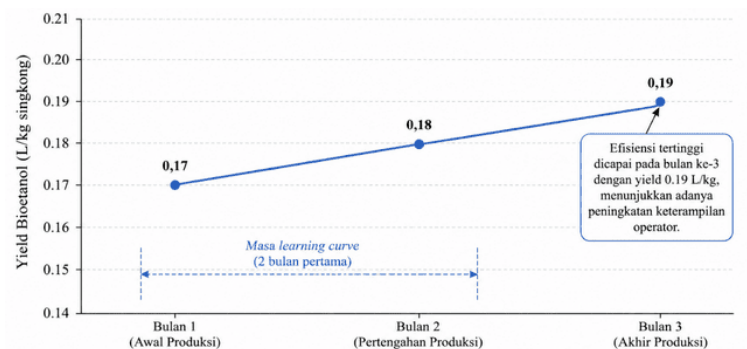
1. Implementasi Teknologi dan Kapasitas Produksi

Program pemberdayaan masyarakat Desa Bengking melalui teknologi produksi bioetanol berbasis singkong telah berhasil mengimplementasikan unit produksi bioetanol skala kecil yang terdiri dari fermentor kapasitas 100 liter dan unit distilasi dengan kapasitas pemrosesan 50 liter per batch. Selama periode 6 bulan pelaksanaan program, tercapai kapasitas produksi sebesar 450 liter bioetanol dengan kualitas rata-rata 92% kemurnian.



Gambar 5. (a) Proses penyaringan bioetanol, (b) Proses distilasi bioethanol, (c) Hasil distilasi Bioethanol

Yield produksi yang dihasilkan mencapai 0.18 liter bioetanol per kg singkong, sedikit lebih rendah dari potensi teoritis (0.20-0.25 L/kg) namun masih dalam rentang yang layak secara ekonomis. Proses produksi menunjukkan konsistensi yang baik setelah melalui masa learning curve selama 2 bulan pertama. Efisiensi tertinggi dicapai pada bulan ke-3 dengan yield 0.19 L/kg, menunjukkan adanya peningkatan keterampilan operator. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Savitri et al., 2022) yang menyatakan bahwa proses learning curve pada produksi bioetanol skala kecil biasanya membutuhkan waktu 8-10 siklus produksi sebelum mencapai stabilisasi.



Gambar 6. Tren Peningkatan Yield Bioetanol per Kg Singkong selama masa produksi (3 Bulan)

2. Peningkatan Kapasitas dan Keberdayaan Masyarakat

Aspek paling menonjol dari program ini adalah peningkatan kapasitas teknis masyarakat. Berdasarkan hasil pre-test dan post-test, terjadi peningkatan pemahaman teknis sebesar 65% pada peserta pelatihan. Semua anggota kelompok (30 orang) telah mampu mengoperasikan peralatan produksi secara mandiri, dengan 15 orang di antaranya telah mencapai level mahir yang mampu melakukan troubleshooting dasar pada peralatan.

Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, terjadi peningkatan pemahaman teknis sebesar 65% pada peserta pelatihan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan yang diberikan mampu meningkatkan kemampuan masyarakat dalam memahami proses produksi bioetanol, pengoperasian alat distilasi, serta prosedur dasar pengendalian proses produksi. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas teknis masyarakat desa.



Gambar 7. Pelaksanaan Pelatihan Pengabdian

Penguatan kelembagaan juga tercapai dengan terbentuknya Kelompok Usaha Bersama (KUB) "Bioenergy Mandiri" yang dikelola secara profesional dengan sistem bagi hasil yang transparan. Kelompok ini telah memiliki struktur organisasi yang jelas dengan pembagian tugas yang terdefinisi dengan baik. Pencapaian ini mendukung temuan (Ary Setyawan et al., 2025) bahwa keberhasilan program pemberdayaan berbasis teknologi sangat bergantung pada penguatan kelembagaan dan sistem pengelolaan yang transparan.

Keberhasilan program juga terlihat dari meningkatnya kemandirian kelompok masyarakat dalam mengelola proses produksi bioetanol secara mandiri. Setelah tahap pendampingan berakhir, kelompok mitra tetap mampu menjalankan produksi, melakukan perawatan alat, dan mengatur distribusi hasil produksi secara swadaya melalui KUB "Bioenergy Mandiri". Kondisi ini menunjukkan adanya transformasi masyarakat dari penerima program menjadi pelaku utama dalam pengelolaan teknologi berbasis komunitas.

3. Aspek Teknis dan Optimasi Proses

Pada aspek teknis, program ini berhasil mengoptimalkan beberapa parameter kunci produksi. Waktu fermentasi optimal tercapai pada 72-96 jam dengan penggunaan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan penambahan nutrisi urea, yang sejalan dengan temuan mengenai efisiensi fermentasi dalam rentang waktu tersebut (Alminderej et al., 2022). Suhu fermentasi optimal berada pada rentang 28-32°C, yang sesuai dengan kondisi ambient Desa Bengking sehingga tidak memerlukan sistem pendingin khusus. Rentang suhu ini telah dikonfirmasi sebagai kondisi ideal untuk aktivitas *S. cerevisiae* (Nuanpeng et al., 2023). Efisiensi distilasi mencapai 85% dengan kemurnian produk 92%. Hasil ini cukup baik untuk skala kecil dan memenuhi standar bahan bakar kompor bioetanol. Beberapa kendala teknis yang berhasil diatasi antara lain: kontaminasi pada proses fermentasi yang diselesaikan dengan improved sanitation, dan masalah efisiensi distilasi yang dioptimalkan melalui modifikasi packing material pada kolom distilasi, sebuah strategi yang terbukti efektif dalam meningkatkan perpindahan panas dan massa (Tahir et al., 2024).

4. Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan

Program ini memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan melalui pemanfaatan limbah dan pengurangan emisi. Limbah padat produksi (ampas singkong) berhasil dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sementara limbah cair distilasi diolah menjadi pupuk organik cair. Dengan demikian, tercapai sistem hampir *zero-waste* yang mendukung prinsip ekonomi sirkular (Makan et al., 2025). Dari aspek energi, produksi 450 liter bioetanol setara dengan pengurangan emisi CO₂ sebesar 900 kg dibandingkan penggunaan bensin fosil (berdasarkan perhitungan LCA sederhana). Angka ini selaras dengan temuan studi yang menyoroti potensi reduksi emisi gas rumah kaca yang signifikan dari bioetanol generasi pertama, meskipun dalam skala terbatas (Sillaerts et al., 2020). Pencapaian program ini juga

menunjukkan kontribusi nyata terhadap target Sustainable Development Goals (SDGs). Pemanfaatan bioetanol sebagai sumber energi alternatif mendukung target 7.2 melalui peningkatan penggunaan energi terbarukan berbasis sumber daya lokal. Pembentukan Kelompok Usaha Bersama (KUB) "Bioenergy Mandiri" mendukung target 8.3 melalui pengembangan kegiatan ekonomi produktif masyarakat desa. Selain itu, pemanfaatan limbah produksi menjadi pakan ternak dan pupuk organik cair sejalan dengan target 12.5 mengenai pengurangan limbah melalui pendekatan ekonomi sirkular dan produksi berkelanjutan.

Program ini tidak hanya berfokus pada produksi energi alternatif, tetapi juga pada pengurangan limbah hasil produksi singkong melalui pendekatan ekonomi sirkular. Pemanfaatan limbah padat sebagai pakan ternak dan limbah cair sebagai pupuk organik menunjukkan upaya pelestarian lingkungan berbasis teknologi tepat guna yang dapat diterapkan pada skala masyarakat desa.

5. Faktor Penentu Keberhasilan dan Tantangan

Beberapa faktor kunci yang menentukan keberhasilan program antara lain: (1) komitmen kuat dari kelompok masyarakat, (2) pendampingan intensif dan berkelanjutan, (3) kesesuaian teknologi dengan kondisi lokal, dan (4) dukungan pemerintah desa. Faktor-faktor ini saling melengkapi dan tidak dapat berdiri sendiri. Tantangan utama yang dihadapi adalah fluktuasi ketersediaan bahan baku dan masalah permodalan. Harga singkong yang naik turun mempengaruhi kelayakan ekonomi produksi. Solusi yang dikembangkan adalah diversifikasi bahan baku dengan memanfaatkan limbah singkong (kulit dan bagian yang tidak terpakai) serta pengembangan sistem lumpung energi desa.

6. Keberlanjutan dan Replikasi Program

Berdasarkan evaluasi 3 bulan pasca-program, KUB "Bioenergy Mandiri" terus beroperasi dengan baik dan telah melakukan inovasi produk dengan mengembangkan kompor bioetanol. Kelompok ini juga mulai melakukan diseminasi pengetahuan ke desa-desa tetangga, menunjukkan tingkat keberlanjutan yang tinggi. Model program ini terbukti dapat direplikasi di daerah lain dengan karakteristik serupa. Kunci sukses replikasi terletak pada: (1) adaptasi teknologi sesuai kondisi lokal, (2) penguatan kelembagaan sebelum implementasi teknologi, dan (3) penyediaan mekanisme pendampingan yang memadai.

KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan program, dapat disimpulkan bahwa inovasi pemberdayaan masyarakat Desa Bengking melalui produksi bioetanol dari singkong telah berhasil menjawab permasalahan rendahnya nilai tambah komoditas dan keterbatasan akses energi. Program ini tidak hanya berhasil mengimplementasikan teknologi produksi bioetanol skala kecil yang layak secara

teknis dan ekonomis, dengan *yield* mencapai 0,18 L/kg singkong dan kemurnian 92%, tetapi juga secara signifikan meningkatkan kapasitas teknis dan kelembagaan masyarakat. Terbentuknya KUB “Bioenergy Mandiri” serta adopsi sistem ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah produksi menjadi indikator kuat keberlanjutan program. Keberhasilan ini ditopang oleh pendekatan *Participatory Action Research* (PAR), pendampingan intensif, serta kesesuaian teknologi dengan kondisi lokal masyarakat Desa Bengking. Meski demikian, tantangan seperti fluktuasi harga bahan baku, keterbatasan permodalan, dan keberlanjutan produksi dalam skala yang lebih luas masih perlu diantisipasi pada tahap pengembangan berikutnya. Program ini membuktikan bahwa model pemberdayaan berbasis teknologi tepat guna dapat direplikasi di daerah lain dengan karakteristik serupa, dengan catatan adanya adaptasi teknologi, penguatan kelembagaan, dan mekanisme pendampingan yang memadai. Secara keseluruhan, inisiatif ini telah mengubah paradigma singkong dari sekadar komoditas pangan menjadi sumber energi bersih yang memberdayakan, sekaligus mendukung pencapaian target SDGs 7.2, 8.3, dan 12.5 melalui pengembangan energi terbarukan, penguatan ekonomi masyarakat, dan penerapan produksi berkelanjutan berbasis ekonomi sirkular. Keberlanjutan program direncanakan melalui penguatan kapasitas KUB “Bioenergy Mandiri” sebagai pengelola utama produksi bioetanol berbasis masyarakat, disertai pendampingan berkala, pengembangan jejaring pemasaran produk, serta kerja sama dengan pemerintah desa dan mitra terkait guna mendukung keberlanjutan produksi dan pengembangan usaha bioetanol skala desa sehingga manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan dari program ini dapat terus berkembang secara berkelanjutan bagi masyarakat Desa Bengking.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan wadah pengabdian melalui skema Pengabdian Masyarakat Bangun Desa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, N. K., Kumar, N., & Mittal, M. (2022). *Bioethanol Production. Green Chemistry and Sustainable Technology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-05091-6>
- Alminderej, F. M., Hamden, Z., El-Ghoul, Y., Hammami, B., Saleh, S. M., & Majdoub, H. (2022). Impact of Calcium and Nitrogen Addition on Bioethanol Production by *S. cerevisiae* Fermentation from Date By-Products: Physicochemical Characterization and Technical Design. *Fermentation* 2022, Vol. 8, Page 583, 8(11), 583. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION8110583>
- Ary Setyawan, A., Desembrianita, E., Hery Santoso, M., Ryke Kalalo, R., Yos Sudarso Purwokerto, S., Smp, J., Purwokerto Sel, K., Banyumas, K., Tengah, J., Kunci Pemberdayaan Masyarakat, K., & Lokal, E. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Meningkatkan Kemandirian Ekonomi Lokal : Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(1), 1494–1503. <https://doi.org/10.31004/JERKIN.V4I1.1769>

- Dian Setiani, R., Mubyarto, N., Saputra Tanjung, F., Rusliani, H., Studi Ekonomi Syariah, P., & Ekonomi dan Bisnis Islam, F. (2026). Dampak Keberadaan Tengkulak Terhadap Harga Tandan Buah Segar (TBS) Sawit Dalam Perspektif Ekonomi Syariah: Studi Pada Petani Desa Lambur 1 Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Kajian Dan Penalaran Ilmu Manajemen*, 4(2), 134–148. <https://doi.org/10.59031/JKPIM.V4I2.837>
- Filonchik, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. (2024). Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O. *Science of The Total Environment*, 935, 173359. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.173359>
- Makan, A., Salama, Y., Mamouni, F. Z., & Makan, M. (2025). Towards Zero-Waste Cities: An Integrated and Circular Approach to Sustainable Solid Waste Management. *Sustainability* 2025, Vol. 17, Page 7884, 17(17), 7884. <https://doi.org/10.3390/SU17177884>
- Nuanpeng, S., Thanonkeo, S., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Optimization Conditions for Ethanol Production from Sweet Sorghum Juice by Thermotolerant Yeast *Saccharomyces cerevisiae*: Using a Statistical Experimental Design. *Fermentation* 2023, Vol. 9, Page 450, 9(5), 450. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION9050450>
- Nurida, Evahelda, & Sitorus, R. (2024). Peran Penyuluh Pertanian Dalam Pendampingan Petani Milenial. *Jurnal Penyuluhan*, 20(1), 84. <https://doi.org/10.25015/20202444448>
- Panjaitan, C. H. P., Supriadi, C., & Manafe, W. (2026). Pemberdayaan Petani Muda melalui Media Sosial dalam Pengembangan Pertanian Berkelanjutan. *Community : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.51903/3KF6AW23>
- Safitri Helmi, A., Ramadian, D., Syahmer, V., Rishelin, N., Sipahutar, E., Anwar, S., Alfi, R., & Atta Jaeba, K. (2026). PENINGKATAN PRODUKTIVITAS IKM PANGAN MELALUI OPTIMALISASI TATA LETAK RUANG PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP). *Jurnal Pengabdian Teknik Industri*, 5(1). <https://doi.org/10.37905/jpti.v5i1>
- Savitri, E. S., Rahmah, A., & Daryono, R. N. H. (2022). *Pengembangan teknologi smart energy melalui pemanfaatan limbah pertanian sebagai bioethanol/ renewable energy*.
- Tahir, N. M., Zhang, J., & Armstrong, M. (2024). Control of Heat-Integrated Distillation Columns: Review, Trends, and Challenges for Future Research. *Processes* 2025, Vol. 13, Page 17, 13(1), 17. <https://doi.org/10.3390/PR13010017>
- Yuni Hendrawati, T., Ramadhan, A. I., & Siswahyu, A. (2019). PEMETAAN BAHAN BAKU DAN ANALISIS TEKNOEKONOMI BIOETANOL DARI SINGKONG (MANIHOT UTILISSIMA) DI INDONESIA. *Januari*, 11(1). <https://doi.org/10.24853/jurtek.11.1.37-46>