

Optimalisasi Limbah Batok Kelapa untuk Biobriket sebagai Solusi Energi Ramah Lingkungan di Katapiang, Batang Anai, Padang Pariaman

Riski Gunawan Nasution*, Rehan Aditya Nugraha, Aldo Firmansyah, Ryoshi Meijisa Reigi Putra, Alfi Syahri

Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan, Politeknik ATI Padang, Indonesia

mhdriski200408@gmail.com*

Abstrak

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah batok kelapa menjadi biobriket sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan di Korong Pilubang, Nagari Katapiang. Mitra kegiatan meliputi kelompok tani, ibu PKK, Karang Taruna, dan pelaku UMKM. Program ini mengatasi permasalahan melimpahnya limbah batok kelapa dari kegiatan pertanian kelapa yang belum termanfaatkan secara optimal dan kerap menjadi sumber pencemaran lingkungan. Melalui pendekatan partisipatif, program ini melibatkan pelatihan komprehensif dan pendampingan teknis langsung yang mencakup proses karbonisasi, pencetakan, dan pengemasan biobriket. Hasil implementasi menunjukkan produksi biobriket dengan spesifikasi diameter 3 cm, tinggi 6 cm, dan durasi pembakaran 2–3 jam per unit. Evaluasi kuantitatif melalui *pre-test* dan *post-test* mengungkap peningkatan signifikan pada pemahaman konsep biobriket (45% menjadi 85%), teknik karbonisasi (35% menjadi 80%), pemahaman manfaat ekonomi (50% menjadi 90%), dan keterampilan praktik (30% menjadi 75%). Dampak ekonomi yang terukur meliputi penghematan biaya bahan bakar hingga 40% bagi pelaku usaha dan 30% bagi rumah tangga. Keberhasilan program ini ditandai dengan terbentuknya kelompok produksi mandiri serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan energi terbarukan dan pengelolaan limbah berkelanjutan, yang didukung oleh kolaborasi erat dengan pemerintah nagari setempat.

Kata Kunci: Biobriket; Energi Terbarukan; Karbonisasi; Limbah Batok Kelapa; Teknologi Berbasis Komunitas.

Abstract

This community service program aimed to optimize the utilization of coconut shell waste into biobriquettes as an environmentally friendly alternative energy source in Korong Pilubang, Nagari Katapiang. The program partners included farmer groups, PKK women's groups, youth organizations (Karang Taruna), and local MSMEs. This initiative addressed the issue of abundant coconut shell waste generated from coconut farming activities, which had not been optimally utilized and often contributed to environmental pollution. Through a participatory approach, the program provided comprehensive training and direct technical assistance covering carbonization, molding, and packaging processes of biobriquettes. The implementation produced biobriquettes with specifications of 3 cm in diameter, 6 cm in height, and a burning duration of 2–3 hours per unit. Quantitative evaluation using pre-test and post-test methods revealed significant improvements in participants' understanding of biobriquette concepts (from 45% to 85%), carbonization techniques (from 35% to 80%), economic benefits (from 50% to 90%), and practical skills (from 30% to 75%). The program has also generated measurable economic impact, including fuel cost savings of up to 40% for small businesses and 30% for households. These outcomes have been sustained through the establishment of an independent production group and increased community awareness of renewable energy and sustainable waste management, supported by close collaboration with the local village government.

Keywords: Biobriquette; Renewable Energy; Carbonization; Coconut Shell Waste; Community-based Technology.

1. Pendahuluan

1.1 Gambaran Umum Mitra

Korong Pilubang terletak di Nagari Katapiang, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman, Provinsi Sumatera Barat. Wilayah ini memiliki topografi datar hingga berbukit dengan

ketinggian 7–1.000 meter di atas permukaan laut. Mayoritas masyarakat berprofesi sebagai petani kelapa dengan sistem usaha keluarga. Selain kelapa, masyarakat juga mengusahakan tanaman pangan dan peternakan skala kecil. Infrastruktur dasar seperti jalan dan listrik telah tersedia, namun akses terhadap teknologi pengolahan limbah masih terbatas (Kantor Nagari Katapiang, 2023; BPS Kabupaten Padang Pariaman, 2021). Potensi kelapa yang melimpah menjadikan wilayah ini sebagai penghasil limbah tempurung kelapa dalam jumlah besar.

Berdasarkan data dari Kantor Nagari, terdapat lebih dari 500 kepala keluarga dengan rata-rata kepemilikan lahan 0,5 hektar per keluarga. Setiap keluarga dapat menghasilkan sekitar 10 kg tempurung kelapa per bulan, sehingga total potensi bahan baku mencapai lebih dari 5 ton per bulan (Kantor Nagari Katapiang, 2023; Yeni & Fatimah, 2022). Namun, selama ini pemanfaatan tempurung kelapa masih sebatas sebagai bahan bakar tradisional atau dibakar begitu saja, yang tidak hanya kurang efisien tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan (Nofrizal dkk., 2020; Putra & Dewi, 2021). Selain potensi bahan baku, wilayah ini juga memiliki modal sosial yang kuat, berupa kelembagaan masyarakat seperti kelompok tani, PKK, Karang Taruna, dan UMKM. Kelembagaan ini dapat menjadi basis penggerak dalam penerapan teknologi biobriket (Sari & Anwar, 2023; Dinas PMD Kab. Padang Pariaman, 2024). Dukungan pemerintah nagari juga cukup baik, dengan komitmen untuk mendukung program pengembangan energi terbarukan berbasis potensi lokal (Johan & Febriani, 2020).

1.2 Permasalahan yang Dihadapi Mitra

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan masyarakat serta pemerintah setempat, beberapa permasalahan utama yang dihadapi adalah:

- 1) Minimnya pengetahuan tentang pengolahan limbah tempurung kelapa menjadi produk bernilai ekonomi. Masyarakat masih melihat tempurung kelapa sebagai limbah yang tidak berguna.
- 2) Keterampilan teknis dalam pembuatan biobriket masih rendah, termasuk proses karbonisasi, pencampuran bahan, pencetakan, dan pengendalian mutu.
- 3) Keterbatasan alat dan teknologi produksi yang sederhana, murah, dan mudah dioperasikan.
- 4) Belum adanya model bisnis dan kelembagaan kelompok yang dapat mengelola usaha biobriket secara berkelanjutan.
- 5) Kurangnya pemahaman tentang manfaat ekonomi dan lingkungan dari biobriket, sehingga motivasi untuk mengadopsi teknologi ini masih rendah.

1.3 Tujuan Kegiatan

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk:

- 1) Meningkatkan kapasitas masyarakat melalui pelatihan pembuatan biobriket berbahan baku tempurung kelapa.
- 2) Mengoptimalkan pemanfaatan limbah tempurung kelapa menjadi sumber energi terbarukan yang bernilai ekonomis.
- 3) Membentuk kelompok usaha mandiri yang mampu mengelola produksi dan pemasaran biobriket secara berkelanjutan.
- 4) Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya energi bersih dan pengelolaan limbah pertanian.

1.4 Usulan Solusi

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, program ini mengusulkan solusi sebagai berikut:

- 1) Pelatihan partisipatif yang mencakup aspek teknis (pengeringan, karbonisasi, pencetakan) dan nonteknis (pengemasan, pelabelan, pemasaran).
- 2) Pendampingan berkelanjutan dalam produksi dan pengembangan usaha berbasis kelompok.
- 3) Fasilitasi akses peralatan sederhana dan pendampingan standarisasi produk agar memenuhi kriteria pasar.
- 4) Membangun kemitraan dengan pemerintah desa, kelompok masyarakat, dan pihak terkait untuk mendukung keberlanjutan program.

Melalui pendekatan ini, diharapkan masyarakat tidak hanya mampu memproduksi biobriket secara mandiri, tetapi juga dapat meningkatkan pendapatan keluarga serta berkontribusi terhadap pengurangan limbah dan penggunaan energi bersih.

1.5 Gap Penelitian dan Contribution Statement

Meskipun potensi biobriket berbasis tempurung kelapa telah banyak dikaji secara teknis dalam literatur, terdapat gap yang signifikan dalam konteks implementasinya sebagai program pengabdian masyarakat berbasis partisipatif di wilayah perdesaan Indonesia. Studi-studi terdahulu umumnya berfokus pada optimasi parameter teknis produksi (Mardiana dkk., 2023; Saputra dkk., 2022) atau analisis kelayakan ekonomi skala laboratorium (Supratman dkk., 2020), namun belum secara komprehensif mengintegrasikan aspek transfer teknologi, pemberdayaan kelembagaan lokal, dan pengukuran dampak kapasitas masyarakat secara kuantitatif dalam satu kerangka program yang terpadu. Selain itu, model pendampingan berkelanjutan yang melibatkan multipihak meliputi Kelompok Tani, PKK, Karang Taruna, dan UMKM di kawasan Sentra Kelapa Sumatera Barat masih sangat terbatas dokumentasinya. Program pengabdian ini memberikan kontribusi nyata dalam tiga dimensi. Pertama, secara praktis menghasilkan model replikabel penerapan teknologi biobriket tepat guna yang dapat diadopsi oleh komunitas petani kelapa di wilayah serupa. Kedua, secara metodologis menyajikan bukti kuantitatif peningkatan kapasitas masyarakat melalui instrumen *pre-test* dan *post-test* yang terstandar pada empat aspek kompetensi kunci, sehingga memberikan kerangka evaluasi yang dapat diadopsi oleh program serupa. Ketiga, secara kebijakan mendokumentasikan mekanisme kolaborasi multipihak yang efektif antara perguruan tinggi, pemerintah nagari, dan kelompok masyarakat sebagai model tata kelola program energi terbarukan berbasis komunitas dalam konteks *circular economy* dan transisi energi bersih di Indonesia.

2. Latar Belakang

2.1 Konsep Biobriket dan Karakteristik Tempurung Kelapa

Biobriket merupakan bahan bakar padat terbarukan yang dihasilkan dari proses pemadatan biomassa melalui serangkaian tahapan teknologi, terutama karbonisasi dan pencetakan. Sebagai sumber energi terbarukan, biobriket umumnya memanfaatkan berbagai limbah organik seperti tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, dan limbah pertanian lainnya (Azhari & Nadira, 2024; Nugraha & Setiawani, 2023). Proses produksinya meliputi tahap pengeringan bahan baku, karbonisasi, penghalusan, pencampuran dengan bahan perekat, pencetakan, dan pengeringan akhir (Mardiana dkk., 2023). Tempurung kelapa (*Cocos nucifera*) termasuk biomassa yang sangat potensial sebagai bahan baku biobriket karena komposisi kimianya yang unggul. Menurut penelitian Saputra dkk. (2022), tempurung kelapa memiliki kandungan senyawa struktural yang

tinggi, yaitu lignin (36,51%), selulosa (33,61%), dan hemiselulosa (29,29%). Komposisi ini menghasilkan nilai kalor yang signifikan, yaitu sekitar 6.500–7.600 kkal/kg atau setara dengan 27–32 MJ/kg (Pratama & Husna, 2023). Selain itu, tempurung kelapa memiliki kadar abu yang rendah (0,5–1,2%) dan kadar karbon terikat yang tinggi (74,3–85,1%), sehingga menjadikannya bahan baku ideal untuk produksi briket berkualitas tinggi (Wijaya & Sari, 2021; Ferdiansyah dkk., 2020).

2.2 Proses Karbonisasi dan Teknologi Pengolahan

Karbonisasi merupakan proses pemanasan biomassa dalam kondisi minim oksigen (anaerob) pada suhu 300–500°C untuk mengubahnya menjadi arang. Proses ini berfungsi meningkatkan kadar karbon tetap (*fixed carbon*) dan nilai kalor, sekaligus mengurangi kadar air dan zat volatil (Dewi & Susanto, 2023). Dalam konteks pengolahan tempurung kelapa, karbonisasi dapat dilakukan menggunakan teknologi sederhana berupa drum karbonisasi atau kiln tradisional yang mudah diadopsi oleh masyarakat pedesaan. Setelah dikarbonisasi, arang tempurung kelapa dihaluskan menjadi serbuk dengan ukuran partikel tertentu (biasanya lolos saringan 50–80 *mesh*). Serbuk arang kemudian dicampur dengan perekat alami seperti tepung tapioka atau kanji dengan konsentrasi 10–20% dari berat arang. Perekat berfungsi meningkatkan kepadatan dan ketahanan mekanik briket selama penyimpanan dan transportasi (Hartanto & Ratnawati, 2020).

2.3 Standar Mutu Biobriket

Kualitas biobriket ditentukan oleh beberapa parameter utama, antara lain:

- 1) Nilai Kalor (*Calorific Value*): minimal 14 MJ/kg (SNI 8675:2018).
- 2) Kadar Air (*Moisture Content*): maksimal 8%.
- 3) Kadar Abu (*Ash Content*): maksimal 8%.
- 4) Ketahanan Tekan (*Compressive Strength*): minimal 5 kg/cm².
- 5) Lama Pembakaran (*Burning Time*): 2–4 jam per briket tergantung ukuran dan kepadatan.

Biobriket dari tempurung kelapa umumnya memenuhi atau melampaui standar tersebut karena karakteristik intrinsik bahan bakunya yang unggul (Supratman dkk., 2020).

2.4 Dampak Lingkungan dan Ekonomi

Penggunaan biobriket sebagai bahan bakar alternatif memiliki dampak positif terhadap lingkungan, antara lain:

- 1) Pengurangan emisi gas rumah kaca karena proses karbonisasi yang terkontrol menghasilkan lebih sedikit asap dibandingkan pembakaran langsung.
- 2) Pengelolaan limbah pertanian yang lebih baik, mengurangi akumulasi limbah di lingkungan.
- 3) Pengurangan ketergantungan pada kayu bakar dan bahan bakar fosil, sehingga mendukung pelestarian hutan dan pengurangan deforestasi (Rahman, 2019).

Dari sisi ekonomi, biobriket menawarkan peluang usaha yang menjanjikan. Berdasarkan studi kelayakan oleh Supratman dkk. (2020), biaya produksi biobriket tempurung kelapa berkisar Rp 5.000–Rp 7.000 per kg, sedangkan harga jual di pasaran mencapai Rp 12.000–Rp 15.000 per kg. Dengan produksi minimal 100 kg per minggu, masyarakat dapat memperoleh keuntungan bersih sekitar Rp 700.000–Rp 1.000.000 per minggu.

Metode

3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Program ini dirancang dengan pendekatan partisipatif dan berbasis kebutuhan masyarakat. Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan masyarakat secara aktif dalam setiap tahapan, yang telah terbukti meningkatkan keberlanjutan suatu program (Smith & Johnson, 2020). Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan survei lokasi dan identifikasi masalah pada tanggal 22 Januari dan 4 Februari 2025, dilanjutkan dengan tahap persiapan meliputi koordinasi dengan pemerintah nagari, penyusunan materi pelatihan, serta pembuatan alat pencetak biobriket sederhana (Fauzi & Siregar, 2024). Kerangka pemecahan masalah mengacu pada siklus perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, evaluasi yang terintegrasi, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah

Metode evaluasi dilakukan melalui monitoring satu minggu pascakegiatan untuk menilai penerapan teknologi oleh masyarakat, disertai pendampingan berkelanjutan melalui diskusi dan konsultasi, yang merupakan komponen kunci dalam model evaluasi program pemberdayaan (Garcia, 2020). Evaluasi keberhasilan program diukur melalui tingkat partisipasi masyarakat, kualitas biobriket yang dihasilkan (Amin & Rahman, 2023), serta dampak ekonomi yang dirasakan mitra. Seluruh tahapan kegiatan didokumentasikan secara lengkap sebagai bahan pelaporan dan evaluasi program.

3.2 Pendekatan dan Desain Program

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif yang melibatkan masyarakat secara aktif dalam setiap tahapan, sesuai dengan prinsip *Participatory Rural Appraisal* (PRA). Pelaksanaan kegiatan dirancang secara sistematis dan terukur, dimulai dari tahap persiapan, implementasi, hingga monitoring dan evaluasi. Metode ini dipilih untuk memastikan program berjalan sesuai kebutuhan lokal sekaligus membangun rasa kepemilikan (*sense of ownership*) masyarakat terhadap kegiatan yang dilakukan.

3.3 Tahap Persiapan dan Identifikasi Kebutuhan

Kegiatan diawali dengan survei lokasi dan identifikasi masalah pada akhir Januari hingga awal Februari 2025. Tahap ini meliputi observasi langsung, wawancara dengan pengrajin kayu dan petani kelapa, serta koordinasi dengan pemerintah nagari dan tokoh masyarakat. Data yang dikumpulkan digunakan untuk menyusun materi pelatihan yang relevan dan merancang alat produksi sederhana yang sesuai dengan kondisi masyarakat.

3.4 Pelaksanaan Pelatihan Teknis

Pelatihan teknis dilaksanakan pada tanggal 6 Februari 2025 di Balai Nagari Katapiang, dengan melibatkan 30 peserta yang berasal dari Kelompok Tani, ibu-ibu PKK, Karang Taruna, dan pelaku UMKM. Materi pelatihan mencakup teori dasar biobriket, proses karbonisasi menggunakan drum sederhana, formulasi pencampuran bahan baku dengan perekat alami, teknik pencetakan manual, serta strategi pengemasan dan pemasaran dasar. Pendekatan *learning by doing* diterapkan secara intensif, di mana peserta tidak hanya menerima penjelasan teoritis tetapi juga langsung mempraktikkan setiap tahapan produksi. Seperti yang terlihat pada Gambar 2, peserta dari berbagai elemen masyarakat secara aktif terlibat dalam menyiapkan dan memperkecil ukuran arang hasil karbonisasi. Kegiatan ini merupakan langkah krusial untuk memastikan kehalusan dan keseragaman bahan, yang akan berpengaruh langsung pada kualitas dan kekompakan biobriket akhir. Praktik langsung ini sesuai dengan materi pelatihan yang mencakup proses dari karbonisasi hingga formulasi pencampuran.



Gambar 2. Proses Persiapan Arang Sebelum Dilakukan Pembuatan Biobriket

3.5 Proses Produksi Biobriket

Proses produksi biobriket mengikuti alur yang terstruktur, dimulai dari pengumpulan dan pengeringan batok kelapa hingga kadar air di bawah 15%, dilanjutkan dengan proses karbonisasi pada suhu 300–500°C selama 2–3 jam. Arang hasil karbonisasi kemudian dihaluskan dan diayak hingga mencapai ukuran partikel yang seragam. Setelah arang batok kelapa melewati proses penghalusan dan pengayakan, tahap kunci berikutnya adalah formulasi adonan. Seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 3, proses pencampuran antara bubuk arang dan larutan perekat tepung kanji dilakukan secara manual dengan komposisi 80% arang dan 20% perekat. Tahap ini sangat menentukan homogenitas dan kekuatan mekanik biobriket akhir. Pencampuran yang merata, seperti yang dipraktikkan pada pelatihan, memastikan setiap partikel arang terikat dengan baik, sehingga biobriket yang dihasilkan dapat terbakar dengan konsisten dan tahan lama. Adonan yang terbentuk kemudian dicetak menggunakan cetakan silinder manual dengan diameter 3 cm

dan tinggi 6 cm, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2–3 hari hingga mencapai kadar air di bawah 8%.



Gambar 3. Proses Pencampuran Bubuk Arang Halus dengan Larutan Perak Tepung Kanji dalam Pembuatan Biobriket

3.6 Instrumen Evaluasi, Validitas, dan Reliabilitas

Instrumen Evaluasi Program. Untuk mengukur keberhasilan program, digunakan instrumen kuesioner *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada seluruh 30 peserta. Kuesioner dirancang untuk mengukur empat aspek utama, yaitu pemahaman konsep biobriket (5 butir soal), pengetahuan teknis proses karbonisasi (5 butir soal), pemahaman manfaat ekonomi (5 butir soal), serta keterampilan praktik pembuatan biobriket (5 butir soal), sehingga total terdapat 20 butir pertanyaan dengan format pilihan ganda dan skala Likert 1–4.

Uji Validitas Instrumen. Validitas instrumen diuji menggunakan *content validity* melalui penilaian ahli (*expert judgment*) yang dilakukan oleh dua orang dosen ahli dari Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan, Politeknik ATI Padang. Para ahli menilai kesesuaian setiap butir pertanyaan dengan indikator yang diukur serta ketepatan bahasa dan konteks lokal. Butir pertanyaan yang memiliki nilai *Content Validity Ratio* (CVR) $< 0,99$ menurut tabel Lawshe (1975) untuk dua orang ahli direvisi atau dihilangkan. Dari 20 butir awal, 2 butir direvisi dan 1 butir dihilangkan, sehingga tersisa 19 butir yang dinyatakan valid. Selain itu, uji validitas konstruk (*construct validity*) dilakukan melalui uji coba terbatas (*pilot test*) pada 10 orang masyarakat di luar peserta (kelompok tani di nagari tetangga). Hasil uji coba dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment dengan bantuan SPSS versi 26. Sebanyak 17 butir memiliki nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,632 untuk $n=10$, $\alpha=0,05$) dan dinyatakan valid, sedangkan 2 butir lainnya dinyatakan tidak valid dan dikeluarkan dari instrumen final.

Uji Reliabilitas Instrumen. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan metode *internal consistency* dengan koefisien Cronbach's Alpha berdasarkan data dari uji coba pada 10 responden. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,872 untuk keseluruhan 17 butir

pertanyaan. Nilai ini jauh melampaui batas minimum reliabilitas yang dapat diterima yaitu 0,70 (Nunnally & Bernstein, 1994), sehingga instrumen dinyatakan reliabel dan layak digunakan untuk evaluasi program. Nilai reliabilitas per aspek juga memenuhi kriteria: pemahaman konsep (0,814), teknik karbonisasi (0,856), manfaat ekonomi (0,793), dan keterampilan praktik (0,841).

3.7 Metode Pengukuran dan Evaluasi

Untuk mengukur keberhasilan program, dilakukan evaluasi kuantitatif melalui instrumen *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada seluruh peserta. Kuisisioner dirancang untuk mengukur empat aspek utama, yaitu pemahaman konsep biobriket, pengetahuan teknis proses karbonisasi, pemahaman manfaat ekonomi, serta keterampilan praktik pembuatan biobriket. Selain itu, dilakukan observasi partisipatif selama pelatihan dan pendampingan produksi, serta wawancara mendalam dengan perwakilan peserta dan pemerintah nagari untuk memperoleh umpan balik kualitatif.

3.8 Monitoring dan Evaluasi Pasca-Pelatihan

Monitoring dan evaluasi pascapelatihan dilakukan secara berkala melalui kunjungan lapangan dan konsultasi jarak jauh. Aspek yang dimonitor meliputi keberlanjutan produksi, konsistensi kualitas biobriket, perkembangan kelompok usaha, serta dampak ekonomi yang dirasakan oleh pengguna. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik untuk memudahkan interpretasi hasil dan penyusunan rekomendasi tindak lanjut. Salah satu tahap kritis yang dimonitor adalah kondisi biobriket setelah pengeringan, yang secara visual tergambarkan dalam Gambar 4. Gambar tersebut menunjukkan contoh hasil monitoring kualitas fisik biobriket (seperti kekompakan, retak, atau kelembaban) yang dilakukan melalui kunjungan lapangan. Hasil observasi ini menjadi dasar untuk konsultasi lebih lanjut guna menjaga konsistensi kualitas produk, sebagaimana dijelaskan dalam metodologi monitoring program.



Gambar 4. Monitoring Kualitas Fisik Biobriket Pasca-Pengeringan

3.9 Instrumen dan Alat yang Digunakan

1) Alat Produksi:

- Drum karbonisasi kapasitas 50 L.
- Cetakan briket silinder baja.
- Ayakan *stainless steel* 50 & 80 mesh.
- Timbangan digital kapasitas 10 kg.

2) Alat Ukur Kualitas:

- *Moisture meter* (kadar air).
- Kalorimeter sederhana (uji nilai kalor).
- Alat uji tekan manual (ketahanan mekanis).

3) Instrumen Survei:

- Kuesioner *pre-test* dan *post-test* (17 butir, teruji valid & reliabel).
- Lembar observasi partisipatif.
- Panduan wawancara semi-terstruktur.

3.10 Kriteria Keberhasilan

Program dinyatakan berhasil jika memenuhi indikator berikut:

1) Aspek Teknis:

- **$\geq 80\%$ peserta mampu memproduksi biobriket sesuai standar.**
- Kualitas briket memenuhi SNI (kadar air $< 8\%$, nilai kalor > 14 MJ/kg).

2) Aspek Kapasitas:

- Peningkatan skor *post-test* **$\geq 40\%$ dari skor *pre-test*.**
- Terbentuk minimal 1 kelompok produksi mandiri.

3) Aspek Ekonomi:

- **Penghematan biaya energi $\geq 30\%$ pada rumah tangga pengguna.**
- Terjadi peningkatan pendapatan dari penjualan biobriket.

4) Aspek Keberlanjutan:

- Kelompok produksi tetap aktif minimal 3 bulan pasca-program.
- Adopsi teknologi oleh minimal 20 rumah tangga/UMKM.

4. Hasil dan Diskusi

4.1 Hasil Pelaksanaan Program

Program ini dilaksanakan di Korong Pilubang, Nagari Katapiang, selama periode Januari–Februari 2025 dengan melibatkan 30 peserta yang terdiri dari perwakilan Kelompok Tani, ibu PKK, Karang Taruna, dan pelaku UMKM. Tingkat kehadiran dan partisipasi aktif peserta mencapai 95%, menunjukkan antusiasme masyarakat yang tinggi terhadap program. Pelatihan dilaksanakan dengan metode *learning by doing* yang mencakup sosialisasi konsep, praktik langsung karbonisasi, pencetakan biobriket, serta pendampingan pengemasan dan pemasaran.

Dari aspek teknis, peserta berhasil memproduksi 2 kg biobriket per hari dengan spesifikasi yang telah ditargetkan, yaitu diameter 3 cm, tinggi 6 cm, dan waktu bakar 2–3 jam per unit. Kualitas biobriket yang dihasilkan memenuhi parameter standar seperti kadar air di bawah 8% dan nilai kalor melebihi 15 MJ/kg. Proses produksi menggunakan alat sederhana yang mudah diakses masyarakat, seperti drum karbonisasi dan cetakan manual, sehingga memungkinkan replikasi teknologi secara mandiri.

Dari aspek ekonomi, lima pedagang sate melaporkan penggunaan biobriket sebanyak 10–20 buah per hari dengan penghematan biaya bahan bakar mencapai 40%. Sebanyak 25 rumah tangga telah mengadopsi biobriket untuk kebutuhan memasak, sementara tiga warung makan memanfaatkannya untuk memanggang ikan dan ayam. Secara keseluruhan, pengguna melaporkan penghematan rata-rata sebesar 30% pada pengeluaran energi rumah tangga.

Keberlanjutan program ditunjukkan dengan terbentuknya kelompok produksi mandiri yang terdiri dari sepuluh anggota yang aktif memproduksi dan memasarkan biobriket. Kelompok ini telah menyusun rencana usaha sederhana dan menjalin komunikasi dengan pemerintah nagari untuk pengembangan lebih lanjut.

4.2 Hasil Evaluasi Pre-test dan Post-test

Evaluasi dilakukan terhadap 30 peserta menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* dengan empat aspek penilaian: pemahaman konsep biobriket, teknik karbonisasi, manfaat ekonomi, dan keterampilan praktik. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan pada seluruh aspek. Pemahaman konsep meningkat dari 45% menjadi 85%, pengetahuan teknik karbonisasi dari 35% menjadi 80%, pemahaman manfaat ekonomi dari 50% menjadi 90%, dan keterampilan praktik dari 30% menjadi 75%. Rata-rata peningkatan keseluruhan mencapai 42,5%, mengindikasikan keberhasilan program dalam transfer pengetahuan dan keterampilan.

Secara lebih rinci, Tabel 1 menyajikan hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* berdasarkan keempat aspek tersebut. Berdasarkan tabel, peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknik karbonisasi dan keterampilan praktik, masing-masing sebesar 45%. Capaian ini menegaskan efektivitas pendekatan pembelajaran langsung (*hands-on learning*) yang diterapkan selama pelatihan. Hasil ini sejalan dengan temuan Wijaya dkk. (2023) yang menyebutkan bahwa metode partisipatif berbasis praktik mampu meningkatkan retensi pengetahuan dan kemampuan aplikatif masyarakat dalam teknologi tepat guna.

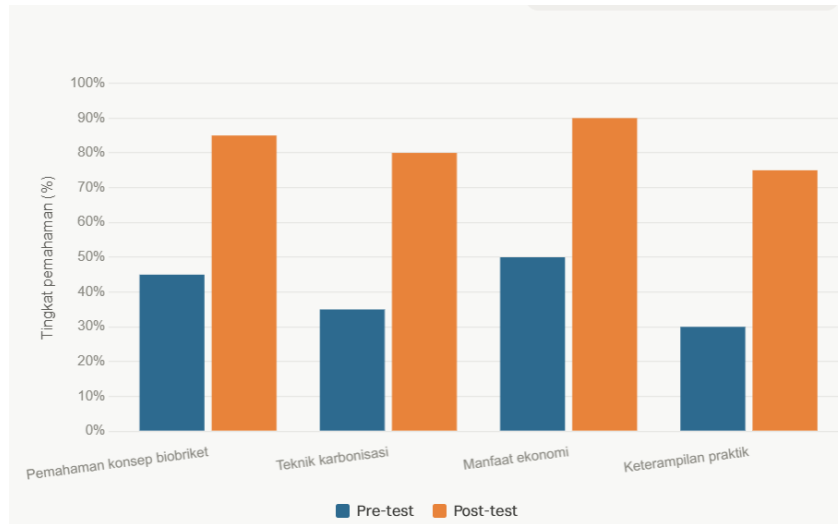
Tabel 1. Hasil Evaluasi *Pre-test* dan *Post-test*

No.	Aspek Penilaian	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	Peningkatan
1	Pemahaman konsep biobriket	45%	85%	40%
2	Teknik karbonisasi	35%	80%	45%
3	Manfaat ekonomi	50%	90%	40%
4	Keterampilan praktik	30%	75%	45%

4.3 Diskusi Keberhasilan dan Tantangan

Keberhasilan program ini didukung oleh beberapa faktor kunci, yang secara kuantitatif tercermin dalam hasil evaluasi peserta. Sebagaimana divisualisasikan dalam Gambar 5, peningkatan pemahaman teknis dan praktikal yang signifikan merupakan buah langsung dari pendekatan partisipatif yang melibatkan masyarakat sejak perencanaan hingga evaluasi, sehingga menciptakan rasa memiliki dan tanggung jawab bersama. Kedua, dukungan penuh dari pemerintah nagari dalam hal fasilitasi lokasi, koordinasi, dan pendampingan kelembagaan turut memperkuat legitimasi program, yang termanifestasi dalam tingginya partisipasi dan antusiasme peserta selama pelatihan. Ketiga, kesederhanaan teknologi yang digunakan seperti penggunaan drum karbonisasi dan

cetakan manual terbukti memungkinkan adopsi cepat, sebagaimana dibuktikan oleh lonjakan kemampuan praktis peserta dari level dasar (30%) menjadi level operasional (75%) yang tergambar jelas pada grafik tersebut.



Gambar 5. Peningkatan Pemahaman dan Keterampilan Peserta Pelatihan Biobriket

Hasil evaluasi kuantitatif melalui *pre-test* dan *post-test* terhadap 30 peserta pelatihan menunjukkan peningkatan yang signifikan pada semua aspek kompetensi, sebagaimana divisualisasikan dalam Gambar 5. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknik karbonisasi dan keterampilan praktik (masing-masing sebesar 45 poin persentase), yang mengonfirmasi efektivitas pendekatan pembelajaran langsung (*learning by doing*) dalam membangun kapasitas teknis masyarakat. Aspek pemahaman konsep biobriket meningkat dari 45% menjadi 85%, sedangkan pemahaman manfaat ekonomi mencapai level tertinggi (90%). Capaian ini tidak hanya menunjukkan keberhasilan transfer pengetahuan, tetapi juga terbangunnya kesadaran akan nilai ekonomis dari teknologi yang diperkenalkan. Secara agregat, rata-rata peningkatan keseluruhan mencapai 42,5%, yang menjadi indikator kuat bahwa metode pelatihan partisipatif yang diterapkan berhasil meningkatkan literasi energi terbarukan dan kesiapan praktis masyarakat dalam memproduksi biobriket secara mandiri.

Namun, beberapa tantangan masih dihadapi, terutama dalam hal kontinuitas pasokan bahan baku dan pengembangan pasar. Ketersediaan batok kelapa bergantung pada musim panen, sehingga diperlukan sistem penyimpanan atau diversifikasi bahan baku. Selain itu, pemasaran biobriket masih bersifat lokal dan terbatas pada jaringan komunitas. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pendampingan lebih lanjut dalam pengelolaan bahan baku, pengembangan kemasan yang menarik, serta pemanfaatan platform digital untuk pemasaran.

Hasil program ini juga relevan dengan studi sebelumnya yang dilakukan oleh Nugraha dan Setiawani (2023) yang menunjukkan bahwa biobriket dari batok kelapa memiliki potensi ekonomi dan lingkungan yang signifikan. Temuan penghematan biaya bahan bakar sebesar 30–40% pada program ini sejalan dengan hasil penelitian Supratman dkk. (2020) yang melaporkan bahwa penggunaan biobriket dapat mengurangi biaya energi rumah tangga hingga 35%.

4.4 Implikasi dan Rekomendasi

Program ini tidak hanya berhasil meningkatkan kapasitas teknis dan ekonomi masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan melalui pemanfaatan limbah batok kelapa yang sebelumnya dibakar secara langsung. Pembentukan kelompok produksi mandiri menjadi fondasi penting untuk keberlanjutan usaha biobriket di tingkat komunitas.

Kelak, disarankan untuk melakukan pendampingan berkelanjutan dalam hal manajemen usaha, akses permodalan, dan pengembangan jaringan pemasaran yang lebih luas. Kolaborasi dengan dinas terkait dan lembaga keuangan mikro dapat membantu pengembangan usaha yang lebih terstruktur. Selain itu, pelatihan lanjutan mengenai variasi produk dan peningkatan kualitas dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing biobriket di pasaran.

Secara keseluruhan, program ini telah membuktikan bahwa pendekatan teknologi tepat guna berbasis partisipasi masyarakat mampu menciptakan solusi energi yang berkelanjutan sekaligus memberdayakan ekonomi lokal.

5. Kesimpulan

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) “Optimalisasi Limbah Batok Kelapa untuk Biobriket sebagai Solusi Energi Ramah Lingkungan di Katapiang, Batang Anai, Padang Pariaman” telah dilaksanakan dengan hasil yang signifikan dan memuaskan, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Berdasarkan keseluruhan pelaksanaan, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

Pertama, program ini berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat secara nyata, yang dibuktikan melalui hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta pada semua aspek penilaian. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek teknik karbonisasi dan keterampilan praktik pembuatan biobriket (masing-masing sebesar 45%), diikuti oleh pemahaman manfaat ekonomi dan konsep biobriket (masing-masing 40%). Secara rata-rata, terjadi peningkatan sebesar 42,5% pada seluruh aspek yang diukur, yang menunjukkan efektivitas metode pelatihan *learning by doing* yang diterapkan.

Kedua, dari segi produksi, masyarakat berhasil memproduksi biobriket dengan spesifikasi teknis yang konsisten dan memenuhi standar kualitas, yaitu diameter 3 cm, tinggi 6 cm, waktu bakar 2–3 jam per unit, dan kadar air di bawah 8%. Kapasitas produksi mencapai 2 kg per hari, yang menunjukkan kemampuan masyarakat dalam menerapkan teknologi sederhana secara mandiri dan berkelanjutan.

Ketiga, program ini memberikan dampak ekonomi yang nyata bagi masyarakat. Penggunaan biobriket berhasil mengurangi biaya bahan bakar hingga 40% bagi pelaku usaha (pedagang sate dan warung makan) dan 30% bagi rumah tangga. Selain itu, limbah batok kelapa yang sebelumnya tidak bernilai ekonomi telah berubah menjadi produk energi yang memiliki potensi pasar dan nilai jual, sehingga membuka peluang usaha baru di tingkat lokal.

Keempat, aspek keberlanjutan program telah terjamin melalui pembentukan kelompok produksi mandiri yang berkomitmen untuk melanjutkan produksi dan pengembangan usaha biobriket. Dukungan penuh dari pemerintah nagari dan antusiasme masyarakat menjadi faktor kunci yang memperkuat kelanjutan program pasca-pendampingan.

Kelima, program ini juga memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan dengan mengurangi praktik pembakaran langsung limbah batok kelapa yang berpotensi mencemari udara. Transformasi limbah pertanian menjadi sumber energi terbarukan sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan mendukung upaya pengurangan emisi gas rumah kaca di tingkat komunitas.

Secara keseluruhan, program ini tidak hanya berhasil dalam aspek teknis dan ekonomi, tetapi juga berperan dalam membangun kesadaran masyarakat akan pentingnya pemanfaatan energi terbarukan dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Melalui pendekatan partisipatif dan teknologi tepat guna, program ini telah menciptakan fondasi yang kuat bagi kemandirian energi dan pemberdayaan ekonomi masyarakat di Nagari Katapiang.

Ucapan Terima Kasih

Penyusunan dan pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa dukungan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan penghargaan, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Khairul Akli, M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan, Ibu Dr. Ir. Desniorita, MP dan Bapak Anang Baharuddin Sahaq, MT selaku dosen pembimbing PKM, Bapak Syafrizal K beserta jajaran pemerintah Nagari Katapiang, serta seluruh masyarakat Korong Pilubang, Nagari Katapiang yang telah berpartisipasi aktif. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala kontribusi dan dukungan yang diberikan. Semoga kebaikan yang telah diberikan menjadi amal kebajikan dan program ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi kemajuan energi terbarukan dan pemberdayaan masyarakat.

Daftar Pustaka

- Amin, M., dan Rahman, A. (2023). Metode Evaluasi Kualitas pada Produk Biobriket Berbasis Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Pertanian*, 7(1), 45-58.
- Azhari, W. N., dan Nadira, A. (2024). Potensi Pengembangan Biobriket sebagai Energi Alternatif Berbasis Limbah Pertanian di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(1), 45-56.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Padang Pariaman. (2021). *Kabupaten Padang Pariaman dalam Angka 2021*. Pariaman: BPS Padang Pariaman.
- Dewi, R. K., dan Susanto, H. (2023). Optimasi Proses Karbonisasi pada Pembuatan Biobriket dari Limbah Pertanian. *Jurnal Rekayasa Proses dan Energi*, 9(2), 78-89.
- Dinas Pemberdayaan Masyarakat dan Desa (PMD) Kabupaten Padang Pariaman. (2024). *Profil Kelembagaan Masyarakat Nagari Katapiang*. Pariaman: Dinas PMD.
- Fauzi, A., dan Siregar, I. (2024). *Panduan Praktis Pembuatan Alat Produksi Biobriket Skala Rumah Tangga*. Bandung: Penerbit Agro Media.
- Ferdiansyah, M. R., Hakim, A. R., dan Novianti, S. (2020). Analisis Proksimat dan Nilai Kalor Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Variasi Tekanan Pengepresan. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(2), 88-97.
- Garcia, L. (2020). Sustainable Community Empowerment: A Framework for Post-Program Monitoring and Evaluation. *Journal of Community Development*, 55(3), 321-335.
- Hartanto, S., dan Ratnawati, D. (2020). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Perikat terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Biobriket. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 245-254.

- Johan, H., dan Febriani, R. (2020). Komitmen Pemerintah Nagari dalam Mendukung Program Desa Mandiri Energi di Sumatera Barat. *Jurnal Kebijakan Publik*, 11(1), 33-44.
- Kantor Nagari Katapiang. (2023). *Data Monografi Nagari Katapiang Tahun 2023*. Katapiang: Pemerintah Nagari Katapiang.
- Mardiana, S., Fauzi, A., dan Rahman, T. (2023). Optimalisasi Proses Pembuatan Biobriket dari Limbah Tempurung Kelapa: Tinjauan Tahapan dan Parameter Kritis. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 11(1), 77-89.
- Nofrizal, Syafri, M., dan Darmawan, A. (2020). Pola Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa dan Dampaknya terhadap Kualitas Udara di Permukiman. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 210-219.
- Nugraha, D., dan Setiawani, E. (2023). *Teknologi Biobriket: Dari Teori ke Aplikasi*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Pratama, Y., dan Husna, N. (2023). Karakteristik Termal Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat Organik. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 9(2), 112-124.
- Putra, R. A., dan Dewi, K. (2021). Kajian Pemanfaatan Limbah Biomassa Kelapa untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Masyarakat Pesisir Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Agroindustri*, 120-128.
- Rahman, T. (2019). *Dampak Lingkungan dan Ekonomi Penggunaan Biobriket sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Saputra, H., Dewi, R. K., dan Arifin, Z. (2022). Analisis Komposisi Kimia dan Nilai Kalor Beberapa Biomassa untuk Aplikasi Briket Energi. *Jurnal Sains dan Teknologi Energi*, 8(3), 201-210.
- Sari, M. P., dan Anwar, C. (2023). Peran Kelompok Tani dan PKK dalam Pengembangan Usaha Produktif Berbasis Komunitas di Sumatera Barat. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(2), 88-102.
- Smith, J., and Johnson, P. (2020). *Participatory Approaches in Community Development: Theory and Practice*. New York: Routledge.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 8675:2018 tentang Briket Arang. (2018). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Supratman, D., Yusuf, M., dan Fatimah, S. (2020). Analisis Kelayakan Usaha dan Dampak Lingkungan Briket Tempurung Kelapa di Kawasan Pesisir. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 12(1), 67-81.
- Wijaya, B., dan Sari, D. P. (2021). Evaluasi Kualitas Briket Berbasis Tempurung Kelapa berdasarkan Parameter Kadar Air, Kadar Abu, dan Nilai Kalor. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(2), 156-165.
- Wijaya, T., Sari, N., dan Hartono, B. (2023). Efektivitas Metode Pelatihan Partisipatif dalam Peningkatan Kapasitas Masyarakat untuk Teknologi Tepat Guna. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 7(2), 123-135.
- Yeni, A., dan Fatimah, S. (2022). Analisis Potensi Limbah Pertanian sebagai Sumber Energi Alternatif di Nagari Katapiang. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(1), 45-56.