



Pelatihan Produksi Energi Ramah Lingkungan Berbasis Limbah Buah-Buahan sebagai Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Energi di Desa Babussalam, Rokan Hulu

M. Alkadri Perdana^{1*} | Johny Custer² | Andri Nofiar. Am³ | Larbiel Hadi⁴

¹ Program Studi Administrasi Bisnis Internasional, Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia.

² Program Studi Teknik Listrik, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia, Indonesia.

³ Program Studi Bisnis Digital, Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia, Indonesia.

⁴ Program Studi Teknik Mesin, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia, Indonesia.

Correspondence

^{1*} Program Studi Administrasi Bisnis Internasional, Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia.

Email: m.alkadri.perdana@gmail.com

Funding information

Politeknik Negeri Bengkalis.

Abstract

This community service activity aims to improve the knowledge and skills of residents in Babussalam Village, Rokan Hulu Regency, in processing fruit waste into environmentally friendly energy through simple pyrolysis technology. The activity addresses the abundance of unutilized fruit waste that potentially causes environmental pollution. Conducted on October 30, 2025, with 20 participants from the local community and BUMDes Babussalam, the activity employed participatory methods including socialization, technical training, and ongoing mentoring. Results showed an 85% understanding level of renewable energy, based on pre-test and post-test evaluations improving from 45% to 85%. Participants successfully produced bio-oil and activated charcoal through direct pyrolysis practice using equipment developed from applied research. A village working group was also established under BUMDes Babussalam coordination to develop self-sufficient energy initiatives. The activity proves that integrating applied research, appropriate technology, and community participation creates an effective model for community-based energy empowerment, supporting national energy security and Sustainable Development Goals, particularly Goal 7 on clean energy and Goal 11 on sustainable communities.

Keywords

Renewable Energy; Fruit Waste; Pyrolysis; Energy Self-Sufficient Village; Community Empowerment.

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan warga Desa Babussalam, Kabupaten Rokan Hulu, dalam mengolah limbah buah menjadi energi ramah lingkungan melalui teknologi pirolisis sederhana. Kegiatan berangkat dari permasalahan melimpahnya limbah buah yang belum dimanfaatkan dan berpotensi mencemari lingkungan. Dilaksanakan pada 30 Oktober 2025 dengan 20 peserta dari masyarakat dan BUMDes Babussalam, kegiatan menggunakan metode partisipatif meliputi sosialisasi, pelatihan teknis, dan pendampingan berkelanjutan. Hasil menunjukkan peningkatan pemahaman energi terbarukan sebesar 85%, berdasarkan *pre-test* dan *post-test* yang meningkat dari 45% menjadi 85%. Peserta berhasil menghasilkan bio-oil dan arang aktif melalui praktik pirolisis langsung menggunakan peralatan hasil riset terapan. Terbentuk pula kelompok kerja desa di bawah koordinasi BUMDes Babussalam untuk mengembangkan energi mandiri. Kegiatan membuktikan bahwa memadukan riset terapan, teknologi tepat guna, dan partisipasi masyarakat menciptakan model pemberdayaan energi berbasis komunitas yang berjalan efektif, mendukung ketahanan energi nasional dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, khususnya tujuan ke-7 tentang energi bersih dan tujuan ke-11 tentang komunitas berkelanjutan.

Kata Kunci

Energi Terbarukan; Limbah Buah-Buahan; Pirolisis, Desa Mandiri Energi; Pemberdayaan Masyarakat.

1 | PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi biomassa yang sangat besar, terutama dari sektor pertanian dan perkebunan, yang dapat diolah menjadi sumber energi terbarukan (Primadanty, 2023). Salah satu bentuk biomassa tersebut berasal dari limbah buah-buahan yang umumnya dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut (Lin *et al.*, 2021). Padahal, limbah organik seperti kulit buah, daging buah busuk, dan bagian buah yang tidak layak konsumsi memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, sehingga berpotensi dikonversi menjadi energi alternatif melalui berbagai metode pengolahan. Desa Babussalam merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Desa yang memiliki luas wilayah sekitar 6,5 km² dengan jumlah penduduk lebih dari 2.000 jiwa, mayoritas penduduknya bermata pencarian sebagai petani dan pelaku usaha kecil. Komoditas utama yang dihasilkan meliputi kelapa sawit, pisang, dan buah lokal seperti nangka serta durian, yang menjadi tulang punggung ekonomi masyarakat setempat. Aktivitas pertanian dan perkebunan yang intensif tersebut menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar, terutama dari buah-buahan yang tidak layak jual akibat kualitas rendah, kerusakan fisik, atau kelebihan produksi pada musim panen. Limbah tersebut belum dimanfaatkan secara produktif dan seringkali hanya dibuang ke lingkungan sekitar, bahkan dibiarkan membusuk di kebun atau lahan kosong, yang berpotensi menimbulkan masalah pencemaran lingkungan dan emisi gas metana (Akbar & Yunanda, 2025).



Gambar 1. Kantor Desa Babussalam

Di sisi lain, masyarakat Desa Babussalam masih sangat bergantung pada energi fosil seperti LPG dan solar untuk keperluan rumah tangga maupun usaha produktif seperti pengolahan hasil kebun dan kegiatan memasak sehari-hari. Ketergantungan terhadap energi fosil menyebabkan peningkatan biaya ekonomi rumah tangga, terutama ketika harga bahan bakar naik atau terjadi kelangkaan pasokan di tingkat desa. Selain itu, pasokan energi yang berasal dari luar daerah membuat desa rentan terhadap fluktuasi harga dan gangguan distribusi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi sumber daya lokal yang melimpah dengan kebutuhan energi masyarakat yang belum terpenuhi secara mandiri dan berkelanjutan. Oleh karena itu, perlu diterapkan pendekatan teknologi tepat guna berbasis limbah buah untuk mendukung keberlanjutan energi desa sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari penumpukan limbah organik (Marzuandi & Burhan, 2025).

Salah satu teknologi yang relevan dan dapat diterapkan di tingkat masyarakat adalah pirolisis, yaitu proses termokimia yang berlangsung tanpa oksigen dan mampu mengubah limbah organik menjadi produk bernilai ekonomi seperti bahan bakar cair (*bio-oil*), gas sintetis, dan arang aktif (Septarini *et al.*, 2023). Teknologi pirolisis memiliki keunggulan karena relatif sederhana, dapat dioperasikan dalam skala kecil hingga menengah, serta menghasilkan produk yang dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat. *Bio-oil* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah atau solar, sementara arang aktif dapat dimanfaatkan untuk keperluan penyerapan polutan, pupuk organik, atau dijual sebagai produk bernilai tambah. Penerapan teknologi pirolisis di tingkat desa tidak hanya menyelesaikan masalah limbah, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat melalui diversifikasi produk dan peningkatan nilai tambah dari limbah yang selama ini dianggap tidak berguna.

Program pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh tim dosen Politeknik Negeri Bengkalis merupakan bagian dari komitmen institusi dalam mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama poin ke-7 tentang Energi Bersih dan Terjangkau serta poin ke-11 tentang Pembangunan Komunitas Berkelanjutan (Bappenas, 2022). Kegiatan pengabdian dirancang secara partisipatif dengan melibatkan masyarakat secara langsung dalam proses pembelajaran dan praktik, sehingga diharapkan dapat menciptakan keberlanjutan program setelah kegiatan selesai. Berdasarkan analisis kebutuhan dan

potensi lokal tersebut, kegiatan pengabdian bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai energi terbarukan dan pemanfaatan limbah organik, memberikan keterampilan teknis dalam pengolahan limbah buah menjadi energi melalui teknologi pirolisis sederhana, serta membentuk kelompok kerja masyarakat yang berorientasi pada pengembangan desa mandiri energi berbasis sumber daya lokal.

2 | LANDASAN TEORI

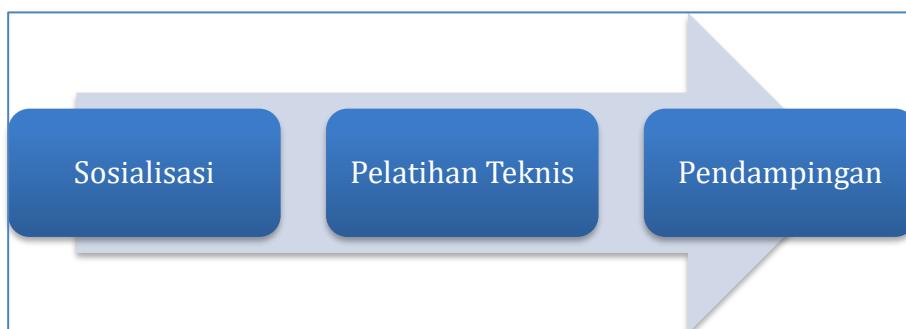
Energi terbarukan didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dan berkelanjutan, seperti biomassa, tenaga surya, dan air (Adrian *et al.*, 2023). Limbah buah-buahan merupakan salah satu jenis biomassa yang memiliki kandungan karbon tinggi dan dapat diolah menjadi bioenergi melalui proses pirolisis (Lin *et al.*, 2021). Teknologi pirolisis bekerja dengan cara memanaskan bahan organik tanpa oksigen untuk menghasilkan gas, *bio-oil*, dan arang (Gao Wang *et al.*, 2020). Proses pirolisis berlangsung pada suhu antara 300-700°C dalam reaktor tertutup, sehingga bahan organik mengalami dekomposisi termal dan menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Keunggulan teknologi pirolisis terletak pada kemampuannya mengolah berbagai jenis limbah organik dengan kandungan air yang relatif rendah, serta menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi seperti *bio-oil* yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar cair konvensional.

Berbagai studi menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah organik sebagai sumber energi mampu menekan emisi karbon hingga 40% dibandingkan bahan bakar fosil (Nizami *et al.*, 2017). Selain memberikan manfaat lingkungan, pengembangan energi berbasis masyarakat juga dapat meningkatkan ketahanan energi lokal dan menumbuhkan ekonomi desa melalui penciptaan lapangan kerja baru dan diversifikasi sumber pendapatan (del Arco *et al.*, 2021). Model *Community-Based Renewable Energy* menekankan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam seluruh tahapan produksi dan pengelolaan energi, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan sistem energi terbarukan (Khairul Amri, 2021). Pendekatan berbasis komunitas memastikan bahwa program energi terbarukan tidak hanya bersifat teknokratis, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan, budaya, dan kapasitas masyarakat setempat.

Pengabdian kepada masyarakat yang berhasil memerlukan pendekatan partisipatif karena melibatkan masyarakat sebagai subjek aktif, bukan sekadar objek penerima manfaat (Mansuri & Rao, 2021). Kerangka *Asset-Based Community Development* yang dikembangkan oleh Green & Haines (2023) sangat relevan karena memanfaatkan potensi lokal yang sudah ada, seperti sumber daya alam, keterampilan masyarakat, dan kelembagaan desa untuk membangun program yang berkelanjutan. Pendekatan berbasis aset memperkuat rasa kepemilikan masyarakat terhadap inisiatif energi terbarukan yang dibangun, sehingga program dapat terus berjalan bahkan setelah pendampingan dari pihak eksternal berakhir. Kombinasi antara teknologi tepat guna, partisipasi aktif masyarakat, dan pemanfaatan aset lokal menjadi fondasi utama dalam pengembangan desa mandiri energi yang berkelanjutan.

3 | METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada Kamis, 30 Oktober 2025, bertempat di Desa Babussalam, Kabupaten Rokan Hulu. Sasaran kegiatan adalah masyarakat desa dan pengurus BUMDes Babussalam sebanyak 20 peserta. Metode pelaksanaan meliputi tiga tahapan utama sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Pelaksanaan

1) Tahap 1: Sosialisasi

Tahap awal berupa penyampaian materi tentang konsep energi terbarukan, dampak limbah terhadap lingkungan, dan potensi limbah buah sebagai sumber energi alternatif. Sosialisasi dilakukan secara interaktif dengan melibatkan

diskusi dan tanya jawab untuk membangun pemahaman dasar peserta mengenai urgensi pemanfaatan limbah organik sebagai solusi permasalahan energi dan lingkungan di tingkat desa.

2) Tahap 2: Pelatihan Teknis

Peserta diberikan kesempatan untuk praktik langsung proses pirolisis sederhana guna mengubah limbah buah menjadi bahan bakar cair dan arang aktif. Pelatihan dilakukan dengan pendampingan intensif agar peserta memahami setiap langkah teknis, mulai dari persiapan bahan baku, pengoperasian alat pirolisis, hingga penanganan produk akhir. Metode *learning by doing* diterapkan untuk mempercepat penguasaan keterampilan teknis peserta.

3) Tahap 3: Pendampingan

Tahap akhir berupa pembentukan kelompok kerja energi desa dan penyusunan rencana keberlanjutan kegiatan. Kelompok kerja bertugas mengkoordinasikan pengelolaan limbah buah dan produksi energi alternatif secara mandiri pasca kegiatan pengabdian. Pendampingan juga mencakup penyusunan strategi pemasaran produk dan mekanisme pengelolaan keuangan berbasis BUMDes.

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan kuesioner *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta sebelum dan sesudah kegiatan. Dokumentasi kegiatan meliputi foto, daftar hadir, dan catatan observasi lapangan. Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan perilaku dan pemahaman peserta terhadap pemanfaatan limbah buah sebagai sumber energi terbarukan.

4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu sosialisasi, pelatihan teknis, dan pendampingan lanjutan. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk memastikan transfer pengetahuan dan keterampilan kepada peserta berjalan secara optimal. Peserta diberikan pemahaman mengenai konsep dasar energi terbarukan, dampak penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan, serta potensi limbah buah-buahan sebagai sumber energi alternatif. Materi disampaikan dengan metode ceramah interaktif dan diskusi kelompok untuk mendorong partisipasi aktif peserta. Berdasarkan hasil *pre-test*, tingkat pengetahuan peserta sebelum kegiatan tercatat sebesar 45% dari total nilai maksimal. Angka tersebut menunjukkan bahwa pemahaman awal masyarakat mengenai energi terbarukan masih terbatas dan memerlukan intervensi edukatif yang terstruktur.



Gambar 3. Pemaparan Materi Pelatihan

Pelatihan teknis difokuskan pada praktik langsung proses pirolisis sederhana menggunakan peralatan yang dirancang oleh tim pengabdian berdasarkan hasil hibah penelitian dengan judul "*Pengembangan Energi Baru Terbarukan Berbasis Limbah Biomassa untuk Ketahanan Energi Nasional*". Peralatan telah dimodifikasi agar sesuai dengan kebutuhan pelatihan masyarakat dan mudah dioperasikan dalam skala rumah tangga. Peserta dilatih cara menyiapkan bahan baku dari limbah buah, melakukan proses pembakaran tanpa oksigen, hingga pemisahan hasil berupa *bio-oil* (minyak pirolisis) dan arang aktif. Produk *bio-oil* yang dihasilkan memiliki karakteristik mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk memasak. Sementara arang aktif memiliki nilai ekonomi potensial sebagai bahan baku industri kecil. Teknologi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian bukan hanya hasil rekayasa akademik, tetapi juga penerapan

langsung dari penelitian terapan yang berorientasi pada ketahanan energi nasional melalui pemanfaatan limbah biomassa lokal.



Gambar 4. Dokumentasi Peserta

Tim membantu pembentukan kelompok kerja energi desa di bawah koordinasi BUMDes Babussalam. Kelompok bertugas mengelola keberlanjutan kegiatan seperti pengumpulan limbah buah, pengolahan energi skala kecil, serta distribusi hasil produksi untuk kebutuhan masyarakat desa. Berdasarkan hasil *post-test*, tingkat pemahaman masyarakat meningkat menjadi 85%, menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik langsung mampu meningkatkan kemampuan teknis dan kesadaran masyarakat terhadap energi terbarukan. Secara keseluruhan, kegiatan memberikan dampak positif berupa peningkatan kapasitas masyarakat, munculnya inisiatif pengelolaan energi berbasis komunitas, serta pemanfaatan hasil riset terapan sebagai solusi nyata dalam mewujudkan Desa Mandiri Energi berbasis sumber daya lokal.

4.2 Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan melalui tiga tahapan yang dirancang secara terstruktur untuk memastikan transfer pengetahuan dan peningkatan kapasitas masyarakat secara berkelanjutan. Analisis terhadap dinamika pelaksanaan menunjukkan bahwa keterlibatan aktif masyarakat pada setiap tahap kegiatan berkontribusi signifikan terhadap efektivitas implementasi program. Pendekatan berbasis praktik langsung dalam pelatihan terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai energi terbarukan, sebagaimana terlihat dari peningkatan hasil evaluasi sebesar 40%. Temuan tersebut mendukung pandangan Zhang & Centola (2019) yang menekankan pentingnya difusi inovasi dan pembelajaran kolektif dalam keberhasilan adopsi teknologi hijau di tingkat komunitas. Keterlibatan masyarakat sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan memperkuat proses *social learning*, di mana pengetahuan baru diinternalisasi melalui pengalaman langsung dan interaksi antaranggota masyarakat (Scoones *et al.*, 2020). Model partisipasi berbasis komunitas dalam pengembangan energi terbarukan juga sejalan dengan temuan Suyatna *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa keberhasilan program energi terbarukan di tingkat desa sangat bergantung pada keterlibatan aktif masyarakat dalam seluruh tahapan, mulai dari perencanaan hingga pengelolaan sistem energi secara mandiri.

Dari perspektif partisipatif, keberhasilan kegiatan juga dipengaruhi oleh penerapan prinsip *inclusive participation* sebagaimana dijelaskan oleh Hickey & Mohan (2004), yang menyatakan bahwa efektivitas pengabdian masyarakat sangat bergantung pada sejauh mana masyarakat diposisikan sebagai subjek aktif, bukan sekadar penerima manfaat. Pendekatan tersebut menciptakan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) yang kuat terhadap program, sehingga meningkatkan motivasi untuk menjaga keberlanjutan hasil kegiatan. Dukungan kelembagaan dari Pemerintah Desa dan BUMDes Babussalam menjadi faktor kunci dalam menjamin keberlanjutan program. Dukungan tersebut sejalan dengan konsep *Asset-Based Community Development (ABCD)* yang dikemukakan oleh Green & Haines (2023), di mana penguatan kapasitas lokal dan pemanfaatan aset desa menjadi dasar dalam membangun kemandirian masyarakat. Dalam hal ini, BUMDes berperan sebagai institusi penggerak yang menjembatani aspek sosial dan ekonomi, sekaligus memastikan keberlanjutan inisiatif energi terbarukan di tingkat lokal. Pengalaman serupa juga ditunjukkan oleh Pasimeni (2019) yang menganalisis adopsi *micro-grids* berbasis komunitas di Italia, di mana keberhasilan difusi teknologi energi terbarukan sangat ditentukan oleh kekuatan jaringan sosial lokal dan dukungan kelembagaan yang memfasilitasi partisipasi masyarakat secara berkelanjutan.

Penerapan teknologi pirolisis sederhana tidak hanya berfungsi sebagai inovasi teknis, tetapi juga sebagai sarana

pemberdayaan ekonomi berbasis sumber daya lokal. Teknologi pirolisis yang digunakan dalam kegiatan pengabdian merupakan hasil adaptasi dari perkembangan terkini dalam bidang konversi biomassa, sebagaimana dijelaskan oleh Uddin *et al.* (2018) yang mengidentifikasi berbagai inovasi dalam teknologi pirolisis biomassa yang dapat diterapkan dalam skala kecil dan menengah dengan efisiensi tinggi serta biaya operasional yang terjangkau. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa masyarakat mampu menghasilkan *bio-oil* dan arang aktif yang berpotensi menjadi komoditas bernilai ekonomi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian berhasil mengintegrasikan aspek pemberdayaan sosial, inovasi teknologi, dan keberlanjutan ekonomi secara simultan. Kegiatan pengabdian tidak hanya memberikan dampak langsung berupa peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai energi terbarukan, tetapi juga memperkuat kapasitas sosial dan ekonomi desa melalui pemanfaatan limbah biomassa. Model pengabdian berpotensi direplikasi di wilayah lain yang memiliki karakteristik sumber daya serupa sebagai strategi penguatan Desa Mandiri Energi dan ketahanan energi berbasis masyarakat.

5 | KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Babussalam, Kabupaten Rokan Hulu, berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengolah limbah buah-buahan menjadi sumber energi alternatif ramah lingkungan melalui penerapan teknologi pirolisis sederhana. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman peserta dari 45% menjadi 85%, yang menegaskan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung efektif dalam memperkuat kapasitas pengetahuan dan keterampilan masyarakat. Selain menghasilkan *bio-oil* dan arang aktif yang memiliki nilai ekonomi, kegiatan juga berhasil membentuk kelompok kerja energi desa di bawah koordinasi BUMDes Babussalam sebagai inisiatif nyata menuju Desa Mandiri Energi. Dukungan dari pemerintah desa dan partisipasi aktif masyarakat menjadi faktor utama yang memastikan keberlanjutan kegiatan. Integrasi antara hasil penelitian terapan, teknologi tepat guna, dan partisipasi masyarakat terbukti menjadi model pemberdayaan energi berbasis komunitas yang efektif dan berkelanjutan. Pendekatan tersebut sejalan dengan upaya mendukung ketahanan energi nasional serta pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya poin ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau, serta poin ke-11 tentang pembangunan komunitas berkelanjutan.

Kelompok kerja energi desa yang telah terbentuk perlu terus diperkuat melalui pendampingan teknis dan manajerial agar mampu mengelola produksi energi berbasis limbah biomassa secara mandiri dan berkelanjutan. Pemerintah daerah dan lembaga pendidikan vokasi diharapkan dapat menjalin kolaborasi jangka panjang dalam pengembangan teknologi pirolisis skala kecil yang lebih efisien dan ekonomis, serta mendukung pelatihan lanjutan bagi masyarakat. BUMDes Babussalam disarankan untuk mengembangkan unit usaha energi terbarukan berbasis limbah buah guna meningkatkan nilai ekonomi lokal dan membuka peluang kerja baru bagi masyarakat desa. Kegiatan pengabdian lanjutan dapat difokuskan pada diversifikasi bahan baku biomassa, seperti limbah pertanian dan perkebunan, untuk memperluas potensi sumber energi desa dan meningkatkan ketahanan energi lokal. Program layak direplikasi di desa lain yang memiliki karakteristik sumber daya serupa guna memperkuat jaringan Desa Mandiri Energi dan mendukung ketahanan energi nasional secara lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bengkalis atas dukungan pendanaan melalui DIPA Skema Pengabdian kepada Masyarakat – Penerapan Iptek Masyarakat (PIM) Tahun 2025 dengan Nomor Kontrak 61/KP-PM/P3M-PB/2025, serta kepada Pemerintah Desa dan BUMDes Babussalam atas dukungan fasilitas dan partisipasi aktif masyarakat selama kegiatan berlangsung.

REFERENSI

- Adrian, M., Purnomo, E. P., Enrici, A., & Khairunnisa, T. (2023). Energy transition towards renewable energy in Indonesia. *Heritage and Sustainable Development*, 5(1), 107. <https://doi.org/10.37868/hsd.v5i1.108>
- Akbar, M. R., & Yunanda, S. (2025). Analisis Ketergantungan Indonesia Pada Sumber Daya Fosil Sebagai Penghalang Penerapan Ekonomi Sirkular. *ECONBUS: Journal of Economics and Business*, 1(1), 51-58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1571004>.
- Bappenas. (2022). *Sustainable Development Goals (SDGs) Indonesia Report 2022*. Bappenas.

- Del Arco, I., Ramos-Pla, A., Zsembinszki, G., de Gracia, A., & Cabeza, L. F. (2021). Implementing sdgs to a sustainable rural village development from community empowerment: Linking energy, education, innovation, and research. *Sustainability*, 13(23), 12946. <https://doi.org/10.3390/su132312946>.
- Gao Wang, G., Dai, Y., Yang, H., Xiong, Q., Wang, K., Zhou, J., ... & Wang, S. (2020). A review of recent advances in biomass pyrolysis. *Energy & fuels*, 34(12), 15557-15578. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c03107>
- Green, G. P., & Haines, A. (2023). *Asset-based community development: Theory and practice*. Routledge.
- Hickey, S., & Mohan, G. (2020). *Participation: From tyranny to transformation?* Zed Books.
- Khairul Amri, M. (2021). Inclusive governance and community leadership development. *Jurnal Pembangunan Daerah*, 9(2), 101-115.
- Lin, Y. L., Zheng, N. Y., & Hsu, C. H. (2021). Torrefaction of fruit peel waste to produce environmentally friendly biofuel. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124676. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124676>.
- Mansuri, G., & Rao, V. (2021). *Localizing development: Does participation work?* World Bank Publications.
- Marzuandi, L., & Burhan, L. I. (2025). Pemanfaatan Biogas dari Limbah Pertanian sebagai Sumber Energi Alternatif di Desa Lendang Nangka. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Inovasi Teknologi Tepat Guna*, 1(02), 1-12. <https://doi.org/10.63982/eka1td11>.
- Nizami, A. S., Shahzad, K., Rehan, M., Ouda, O. K. M., Khan, M. Z., Ismail, I. M. I., ... & Demirbas, A. (2017). Developing waste biorefinery in Makkah: a way forward to convert urban waste into renewable energy. *Applied Energy*, 186, 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.04.116>.
- Pasimeni, F. (2019). Community-based adoption and diffusion of micro-grids: Analysis of the Italian case with agent-based model. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 22(1). <https://doi.org/10.18564/jasss.3950>.
- Primadanty, R. P. (2023). Potensi biomassa dalam transisi energi di Indonesia. *Parahyangan Economic Development Review*, 2(2), 136-143. <https://doi.org/10.26593/pedr.v2i2.7707>.
- Scoones, I. (2022). *Sustainability and the politics of transformation*. Earthscan.
- Septarini, S., Amni, Z., & Amnia, W. (2023). Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga Untuk Produksi Bio-Oil Sederhana. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 8(2), 158-167. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v8i2.281>.
- Suyatna, H., Santosa, A., Ghazali, J., Naire, A., Wibowo, I. A., Seto, P. N., & Indroyono, P. (2018). *Model kerakyatan dalam pengembangan energi terbarukan: Kasus pengembangan partisipasi masyarakat dalam pengembangan energi terbarukan di Desa Poncosari Kabupaten Bantul*. UGM PRESS.
- Uddin, M. N., Techato, K., Taweekun, J., Rahman, M. M., Rasul, M. G., Mahlia, T. M. I., & Ashrafur, S. M. (2018). An overview of recent developments in biomass pyrolysis technologies. *Energies*, 11(11), 3115. <https://doi.org/10.3390/en11113115>.

How to cite this article: Perdana, M. A., Custer, J., Nofiar. Am, A., & Hadi, L. (2025). Pelatihan Produksi Energi Ramah Lingkungan Berbasis Limbah Buah-Buahan sebagai Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Energi di Desa Babussalam, Rokan Hulu. *AJAD : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 478-484. <https://doi.org/10.59431/ajad.v5i3.651>.