Copyright © 2026 pada penulis
Madaniya, Vol. 7, No. 4, November 2026

HEBDIS: Irigiasi *Sprinkler* Tenaga Tata Surya dan Hilirisasi Produk Pertanian untuk Mewujudkan Desa Produktif di Batu Basurat, Kampar

Sispa Pebrian [1]*, Ziat Fernanda [2], Nadira Shakila [3], Zahara Chelsi Maharani [4], Albari Amir Zuhdi [5], Fuad Fadhillah [6], Gian Riovi Ramadhan [7], Ammara Aprilia Putri [8], Iif Fatmala [9], Ade Surya [10], Fazrara Ingwar [11], Mughny Mayalti [12], Calista Ailma Putri [13], Poppy Dwi Pasha [14], Alichia Puan [15], Dini Nofira [16]

[1] Departemen Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
[2] Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[3–4] Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Riau
[5] Program Studi Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Riau
[6–9] Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Riau
[10] Program Studi Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Riau
[11] Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[12] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
[13] Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
[14] Program Studi Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Riau
[15] Program Studi Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Riau
[16] Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau

* sispa.pebrian@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Kelurahan Batu Bersurat, Kecamatan XIII Koto Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau memiliki potensi pertanian yang didukung sistem irigasi berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dibangun pada tahap sebelumnya. Kegiatan ini bertujuan mengoptimalkan pemanfaatan energi surya melalui pengembangan sistem irigasi *sprinkler*, meningkatkan nilai tambah hasil pertanian, serta memperkuat edukasi energi terbarukan dan lingkungan. Metode pelaksanaan meliputi survei, koordinasi dengan pemerintah kelurahan dan kelompok tani, perencanaan partisipatif, instalasi sistem irigasi *sprinkler*, pelatihan pengolahan hasil pertanian, serta edukasi di sekolah dan kawasan mangrove. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa Kelompok Tani Batobo (±20 anggota) memperoleh sistem irigasi *sprinkler* sebanyak 29 titik yang didukung PLTS *hybrid* berkapasitas 1.560 Wp dengan produksi energi 6,24 kWh per hari, sehingga berpotensi menghemat biaya listrik sekitar Rp3,25 juta per tahun dan mengurangi emisi karbon sebesar 1,9 ton CO_2 per tahun. Selain itu, 10 anggota PKK

memperoleh pelatihan pembuatan dendeng pucuk ubi sebagai produk bernilai tambah, sedangkan edukasi energi dan lingkungan menjangkau tiga sekolah serta masyarakat di kawasan mangrove. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pengembangan sistem irigasi *sprinkler* berbasis energi terbarukan mampu meningkatkan pemerataan distribusi air, mendukung produktivitas pertanian, meningkatkan nilai tambah ekonomi masyarakat, serta memperkuat kesadaran terhadap pembangunan berkelanjutan. Namun demikian, keberlanjutan program memerlukan penguatan kelembagaan melalui peningkatan kapasitas kelompok tani, partisipasi masyarakat, dan dukungan pemerintah kelurahan dalam pendampingan serta pengelolaan program.

Kata Kunci: *irigasi sprinkler, energi terbarukan, pemberdayaan masyarakat, pembangkit listrik tenaga surya, keberlanjutan*

Pendahuluan

Sektor pertanian di wilayah perdesaan Indonesia masih menghadapi tantangan dalam penyediaan energi dan sistem irigasi yang efisien, khususnya pada lahan yang jauh dari jaringan listrik. Indonesia memiliki potensi energi surya sekitar 4,8 kWh/m²/hari atau setara 112.000 GWp, namun tingkat pemanfaatannya masih relatif rendah dibandingkan potensi yang tersedia. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi irigasi menjadi salah satu alternatif yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi sekaligus mendukung pengurangan emisi karbon di sektor pertanian (Rejekiningrum et al., 2023).

Kelurahan Batu Bersurat, Kecamatan XIII Koto Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau merupakan kawasan permukiman hasil relokasi Daerah Aliran Sungai Kampar dengan mayoritas masyarakat bermata pencaharian sebagai petani yang tergabung dalam Kelompok Tani Batobo. Pada Program Desa Energi Berdikari (DEB) Sobat Bumi Universitas Riau periode 2023–2024, telah dibangun sistem irigasi tetes (*drip irrigation*) berbasis PLTS yang menjadi fondasi pemanfaatan energi terbarukan untuk kegiatan pertanian. Hasil evaluasi program menunjukkan bahwa seluruh komponen PLTS dan sistem irigasi masih berfungsi dengan baik, serta masih tersedia kapasitas energi sekitar 860 Wp yang belum dimanfaatkan secara optimal. Di sisi lain, masih terdapat lahan produktif sekitar 0,25 hektare yang belum tergarap secara maksimal, sementara pola budidaya masyarakat berkembang menjadi berbagai komoditas hortikultura dengan kebutuhan air yang beragam. Selain itu, hasil panen, khususnya komoditas cabai, masih memiliki nilai tambah yang rendah karena keterbatasan pengolahan produk dan pemasaran.

Berdasarkan kondisi tersebut, Program DEB Sobat Bumi Universitas Riau mengembangkan Optimalisasi HEBDIS (*Helios Energy Based Drip Irrigation System*) sebagai program lanjutan yang mengintegrasikan tiga aspek utama, yaitu optimalisasi pemanfaatan energi surya melalui pengembangan sistem irigasi *sprinkler*, pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pengolahan produk turunan hasil pertanian, serta edukasi energi terbarukan dan pelestarian lingkungan bagi masyarakat dan pelajar. Pendekatan ini diharapkan mampu mengoptimalkan pemanfaatan energi PLTS yang telah tersedia sekaligus memperluas manfaat program bagi masyarakat desa.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan irigasi *sprinkler* berbasis energi surya mampu meningkatkan keseragaman distribusi air, efisiensi penyiraman, serta produktivitas lahan dibandingkan penyiraman manual maupun sistem irigasi konvensional (Dzikriyah et al., 2024; Rejekiningrum et al., 2023). Selain itu, pendampingan pengolahan hasil pertanian menjadi produk bernilai tambah terbukti dapat meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga tani (Sihotang & Sari, 2025). Sementara itu, edukasi energi terbarukan dan pelestarian lingkungan sejak usia sekolah berperan penting dalam membangun kesadaran masyarakat terhadap pembangunan berkelanjutan.

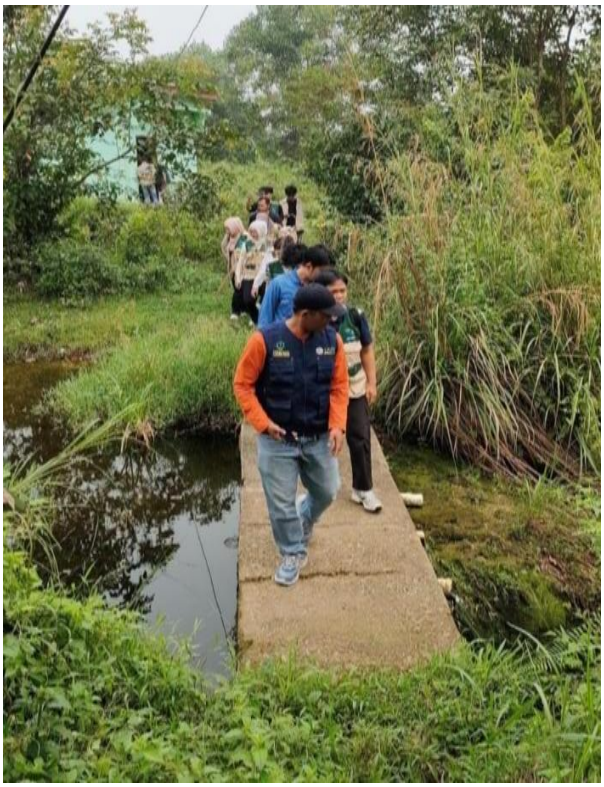
Keunikan program ini terletak pada integrasi optimalisasi energi surya yang telah tersedia, pengembangan teknologi irigasi *sprinkler*, pemberdayaan ekonomi berbasis produk olahan lokal, dan edukasi lingkungan dalam satu model pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan. Pendekatan tersebut tidak hanya berorientasi pada peningkatan produktivitas pertanian, tetapi juga mendorong penguatan kapasitas masyarakat dan kelembagaan desa agar manfaat program dapat terus berkembang.

Program ini bertujuan untuk (1) mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan melalui pengembangan sistem irigasi *sprinkler* guna meningkatkan efisiensi irigasi dan produktivitas lahan pertanian; (2) meningkatkan nilai tambah hasil pertanian melalui pengembangan produk olahan; (3) meningkatkan kapasitas masyarakat melalui edukasi energi terbarukan, pelestarian lingkungan, dan pemasaran produk; serta (4) memperkuat kolaborasi antara kelompok tani, kelompok PKK, pemerintah kelurahan, dan perguruan tinggi dalam mendukung pembangunan desa yang berkelanjutan. Manfaat yang diharapkan meliputi peningkatan produktivitas pertanian, efisiensi pemanfaatan energi PLTS, peningkatan pendapatan masyarakat, penguatan kapasitas kelembagaan desa, serta terbentuknya model pemberdayaan masyarakat berbasis energi terbarukan yang dapat direplikasi di wilayah lain.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan pada lahan pertanian milik masyarakat Kelurahan Batu Bersurat, Kecamatan XIII Koto Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau berjarak sekitar 100 km dari Kota Pekanbaru pada lahan seluas ±0,25 hektare yang dikelola oleh Kelompok Tani Batobo. Pelaksanaan program berlangsung sejak Januari 2025 hingga April 2026, terbagi ke dalam tahap survei dan perencanaan, empat siklus pengadaan dan instalasi bertahap, pelatihan dan edukasi, hingga penyusunan laporan dan rencana keberlanjutan.

Khalayak sasaran program ditentukan berdasarkan hasil survei *baseline* dan *Focus Group Discussion* (FGD) bersama Pemerintah Kelurahan dan kelompok tani, serta mempertimbangkan hasil evaluasi Program DEB tahap sebelumnya. Penerima manfaat langsung terdiri atas Kelompok Tani Batobo (±20 orang) sebagai pengguna utama sistem irigasi *sprinkler*, Ibu-ibu PKK Kelurahan Batu Bersurat (±10 orang) sebagai sasaran pelatihan pengolahan produk turunan, serta siswa dan guru di SMAN 1 Batu Bersurat, SMPN 1 XIII Koto Kampar, dan SDN 003 Lingkungan Batu Bersurat sebagai sasaran edukasi lingkungan, dengan total penerima manfaat langsung diperkirakan mencapai 30–40 orang dari populasi ±700 Kepala Keluarga di kelurahan tersebut.



Gambar 1*. Kegiatan menuju lokasi bersama tim sobat bumi Universitas Riau bersama Pendamping dan masyarakat sekitar*

Pelaksanaan program disusun dalam alur input, proses, dan hasil yang diharapkan (*output*) yang mengacu pada empat tujuan program. Input program meliputi sisa kapasitas PLTS sebesar ±860 Wp yang belum termanfaatkan, lahan ±0,25 hektare milik Kelompok Tani Batobo, pendanaan dari Pertamina Foundation melalui Program DEB Sobat Bumi, tim pelaksana Universitas Riau beserta dosen mentor, serta dukungan mitra, yaitu Pemerintah Kelurahan, kelompok tani, kelompok PKK, dan sekolah mitra.

Untuk mencapai tujuan pertama (optimalisasi energi terbarukan melalui irigasi *sprinkler*), data kondisi lahan, kapasitas PLTS, dan kebutuhan air komoditas hortikultura diolah melalui survei lapangan, koordinasi dengan Pemerintah Kelurahan, serta penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan cetak biru (*blueprint*) penempatan titik *sprinkler*. Proses dilanjutkan dengan pengadaan dan instalasi sistem secara bertahap dalam empat siklus, dimulai dari satu titik uji coba dengan panjang pipa ±44 meter hingga 29 titik *sprinkler* yang mencakup seluruh lahan produktif, kemudian sosialisasi dan pelatihan penggunaan serta perawatan sistem kepada Kelompok Tani Batobo. Hasil yang diharapkan adalah sistem irigasi *sprinkler* yang dioperasikan dengan PLTS, distribusi air yang merata ke seluruh bedengan, serta peningkatan efisiensi irigasi dan produktivitas lahan.

Untuk mencapai tujuan kedua (peningkatan nilai tambah hasil pertanian), proses diawali dengan identifikasi produk olahan yang potensial melalui FGD dan *social mapping*, uji coba pembuatan produk untuk menguji mutu dan ketahanan, kemudian pelatihan pembuatan dendeng pucuk ubi bagi ±10 anggota PKK. Hasil yang diharapkan adalah meningkatnya keterampilan pengolahan serta terbukanya peluang usaha rumah tangga berbasis hasil panen lokal.

Untuk mencapai tujuan ketiga (peningkatan kapasitas masyarakat), materi edukasi energi terbarukan dan pelestarian lingkungan disiapkan bersama mentor, kemudian dilaksanakan di SMAN 1 Batu Bersurat, SMPN 1 XIII Koto Kampar, SDN 003 Lingkungan Batu Bersurat, serta kawasan konservasi *mangrove* Bandar Bakau, Kota Dumai. Hasil yang diharapkan adalah meningkatnya pengetahuan dan kepedulian pelajar serta masyarakat terhadap energi terbarukan dan lingkungan.

Untuk mencapai tujuan keempat (penguatan kolaborasi dan keberlanjutan), proses dilakukan melalui pendampingan keberlanjutan berupa penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) perawatan aset, penandatanganan *Memorandum of Understanding* (MoU), dan Berita Acara Serah Terima (BAST) aset kepada pengelola lokal. Hasil yang diharapkan adalah terbentuknya mekanisme pengelolaan aset yang melibatkan kelompok tani, kelompok PKK, pemerintah kelurahan, dan perguruan tinggi.

Indikator keberhasilan program diukur dari persentase realisasi setiap tahapan kegiatan hingga mencapai progres 100%, jumlah peserta yang mengikuti pelatihan dan sosialisasi, capaian teknis sistem irigasi (jumlah titik *sprinkler*, radius dan keseragaman pancaran, durasi operasional pompa), serta tingkat kepuasan penerima manfaat. Metode evaluasi dilakukan melalui monitoring rutin terhadap kekuatan sambungan pipa, debit air pada setiap kepala *sprinkler*, kondisi panel surya dan baterai, pencatatan logbook pemeliharaan harian, sebagaimana lazim digunakan dalam evaluasi program penyuluhan teknologi irigasi berbasis kelompok tani (Dzikriyah et al., 2024).

Hasil dan Pembahasan

Optimalisasi Energi Terbarukan melalui Sistem Irigasi *Sprinkler*

Optimalisasi PLTS yang telah terpasang menghasilkan sistem *hybrid* dengan energi matahari sebagai sumber utama, baterai sebagai media penyimpanan, dan jaringan PLN sebagai cadangan apabila daya tidak mencukupi. Karakteristik dan kinerja kelistrikan sistem disajikan pada Tabel 1, sedangkan proses pemasangan instalasi irigasi *sprinkler* dan pengecekan komponen oleh tim pelaksana ditunjukkan pada Gambar 2.



***Gambar 2**. Kegiatan Observasi fasilitas dan lingkungan sekitar Rumah Energi sebagai bagian dari tahap survei awal program*

Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, tim pelaksana melakukan pemasangan instalasi irigasi *sprinkler* dan pengecekan komponen PLTS secara langsung di lapangan bersama mitra. Kegiatan ini penting dilakukan karena keandalan sistem PLTS *off-grid* sangat bergantung pada kualitas instalasi awal serta pemeliharaan rutin terhadap panel, baterai, dan jaringan kabel (Rejekiningrum et al., 2023).

***Tabel 1**. Karakteristik dan Kinerja Aspek Kelistrikan Sistem PLTS Program Optimalisasi HEBDIS*

No.	Aspek Kelistrikan	Nilai
1	Jenis sistem PLTS	Hybrid (panel surya + baterai + jaringan PLN cadangan)
2	Jumlah dan kapasitas panel surya	4 unit, total 1.560 Wp
3	Kapasitas baterai	2 unit, 24 *volt*
4	Hour of Sun Peak (HSP)	5 jam/hari
5	Efisiensi sistem	0,8 (80%)
6	Energi harian	6.240 Wh/hari (6,24 kWh/hari)
7	Energi bulanan	187,2 kWh/bulan
8	Energi tahunan	2.246,4 kWh/tahun
9	Daya usable pasca-derating panel (efisiensi 0,84)	1.310,4 *Watt*
10	Daya setelah inverter/MPPT (efisiensi 0,95)	1.219,98 *Watt*
11	Daya mekanik pada poros motor (efisiensi 0,85)	1.036,99 *Watt*
12	Daya hidraulik pompa (efisiensi 0,6)	622,19 *Watt* (terukur ±619 Watt)
13	Efisiensi keseluruhan sistem terhadap kapasitas puncak	40% (60% hilang sebagai panas motor, gesekan pompa, rugi *inverter*, dan *mismatch panel*)
14	Estimasi lama operasional pompa per hari	±7,34 jam/hari
15	Jumlah titik sprinkler terpasang	29 titik, tinggi ±170 cm, radius pancaran ±4–5 m/titik
16	Tarif listrik non-subsidi acuan (Triwulan IV-2025)	Rp1.444,70/kWh
17	Potensi penghematan biaya listrik	±Rp270.447,84/bulan, atau ±Rp3.245.374,08–Rp3.290.448,72/tahun
18	Faktor emisi CO2	0,85 kg CO2/kWh
19	Potensi pengurangan emisi karbon	1.909,44 kg/tahun (≈1,9 ton CO2/tahun)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem PLTS berkapasitas terpasang 1.560 Wp dengan efisiensi sistem 0,8 mampu menghasilkan energi 6,24 kWh per hari, cukup untuk mengoperasikan pompa irigasi beroperasi selama rata-rata 7,34 jam per hari sehingga seluruh lahan produktif seluas 0,25 hektare dapat teraliri secara merata tanpa lagi bergantung pada penyiraman manual. Apabila ditelusuri melalui rantai konversi energi dari panel surya menuju keluaran hidraulik pompa (*PV → DC usable → inverter/MPPT* dan kabel → motor → pompa), daya puncak 1.560 Wp mengalami penyusutan bertahap hingga hanya 622,19 Watt daya hidraulik yang benar-benar dimanfaatkan untuk mengangkat air, atau setara efisiensi keseluruhan sebesar 40%. Nilai ini konsisten dengan temuan sejumlah kajian rekayasa PLTS *off-grid* untuk pompa irigasi, yang umumnya melaporkan efisiensi sistem menyeluruh pada kisaran 35–50% akibat akumulasi rugi pada tahap *derating* panel, konversi *inverter*, serta konversi elektromekanis pada motor dan pompa (Rejekiningrum et al., 2023). Meskipun demikian, dari sisi ekonomi dan lingkungan, pemanfaatan PLTS ini tetap memberikan manfaat nyata berupa penghematan biaya listrik hingga lebih dari Rp3,2 juta per tahun serta pengurangan emisi karbon sebesar 1,9 ton CO_2 per tahun dibandingkan skenario penggunaan listrik PLN sepenuhnya, sejalan dengan

temuan berbagai program irigasi tenaga surya lain di Indonesia yang secara konsisten melaporkan penghematan biaya operasional dan penurunan emisi gas rumah kaca dari peralihan pompa berbahan bakar fosil menuju energi surya (Rejekiningrum et al., 2023).

Perluasan jaringan *sprinkler* sebagaimana tampak pada Gambar 3 dilakukan melalui empat siklus instalasi bertahap dengan progres 5% hingga 100%. Uji coba awal pada satu titik *sprinkler* dengan panjang pipa ±44 meter menunjukkan radius pancaran ±5 meter, kemudian dikembangkan hingga mencapai 29 titik *sprinkler* dengan tinggi ±170 cm dan radius pancaran ±4–5 meter per titik, mencakup hingga empat bedengan pada lahan seluas 0,25 hektare. Uji coba operasional menunjukkan bahwa penggunaan dua jalur *sprinkler* secara bersamaan memberikan hasil paling optimal dan merata dibandingkan tiga jalur sekaligus, sehingga direkomendasikan pola operasional bergiliran dengan dua jalur aktif. Temuan ini sejalan dengan prinsip perancangan jaringan *sprinkler* bertekanan rendah, yang menekankan bahwa jumlah titik aktif per rotasi irigasi perlu disesuaikan dengan kapasitas debit pompa agar tekanan dan keseragaman pancaran tetap terjaga (Firmansa et al., 2025).



***Gambar 3**. Lahan yang telah terpasang instalasi irigasi sprinkler*

Peningkatan Nilai Tambah Hasil Pertanian melalui Produk Olahan Turunan

Pada aspek pemberdayaan ekonomi, program ini mengembangkan produk olahan dendeng pucuk ubi sebagai upaya diversifikasi produk hasil pertanian bagi 10 orang Ibu-ibu PKK Kelurahan Batu Bersurat. Rangkaian kegiatan diawali dengan identifikasi jenis produk olahan singkong yang potensial melalui FGD dan *social mapping*, dilanjutkan dengan uji coba pembuatan produk untuk menguji mutu dan ketahanan, hingga pelaksanaan pelatihan pembuatan produk secara langsung sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



***Gambar 4**. Demontrasi pembuatan dendeng pucuk ubi bersama Ibu-ibu PKK Kelurahan Batu Bersurat*

Kegiatan pelatihan pada Gambar 4 mencakup proses pemilihan bahan, pengolahan, hingga pengemasan produk, yang selanjutnya dievaluasi melalui pengujian rasa dan ketahanan produk sebagai persiapan menuju pemasaran skala kecil. Pendekatan diversifikasi produk berbahan dasar hasil pertanian lokal semacam ini telah terbukti efektif meningkatkan keterampilan produksi dan membuka peluang usaha rumah tangga pada berbagai program pengabdian serupa di Indonesia, khususnya ketika bahan baku bersumber langsung dari hasil panen masyarakat setempat sehingga menekan biaya produksi (Sihotang & Sari, 2025). Meskipun demikian, realisasi kegiatan pemberdayaan ekonomi pada program ini baru mencapai tahap pelatihan (30% dari total rencana), sedangkan tahap pendampingan lanjutan dan monitoring penerapan produk oleh masyarakat belum terlaksana. Kondisi ini disebabkan oleh rendahnya kesiapan kelompok Ibu PKK dalam memegang tanggung jawab pengelolaan usaha secara mandiri, keterbatasan dukungan perangkat desa dalam penyediaan lokasi produksi, serta pola perilaku masyarakat yang cenderung memperlakukan bantuan program sebagai pemberian sesaat dan bukan aset produktif kolektif yang perlu dikelola berkelanjutan sebuah pola yang juga umum ditemukan pada program pemberdayaan ekonomi berbasis kelompok tani di berbagai wilayah lain di Indonesia.

Peningkatan Kapasitas Masyarakat melalui Edukasi Energi Terbarukan dan Lingkungan

Kegiatan edukasi ramah lingkungan menyasar kelompok tani, Ibu-ibu PKK, serta siswa dan guru pada tiga sekolah mitra dan kawasan konservasi mangrove Kota Dumai. Seluruh rangkaian kegiatan edukasi tercapai 100% dari target yang direncanakan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

***Tabel 2**. Ringkasan Capaian Kegiatan Edukasi Ramah Lingkungan*

No.	Kegiatan edukasi	Sasaran	Capaian
1	Sosialisasi penggunaan dan perawatan sprinkler	Kelompok Tani Batobo	100%
2	Pelatihan pembuatan dendeng dari daun singkong	Ibu-ibu PKK	100%
3	Edukasi lingkungan, penanaman bibit matoa, sosialisasi beasiswa, dan lomba debat lingkungan	SMAN 1 Batu Bersurat	100%
4	Edukasi biopori dan pelatihan ecoprint	SMPN 1 XIII Koto Kampar	100%
5	Edukasi ekosistem mangrove, penanaman bibit, dan aksi bersih pesisir	Perwakilan siswa/guru SMAN 1 Batu Bersurat dan kawasan Bandar Bakau, Kota Dumai	100%



***Gambar 5**. Survei Lapangan untuk mengidentifikasi kondisi lahan dan potensi pengembangan program berbasis pemberdayaan masyarakat*

Kegiatan edukasi dirancang melalui tahap persiapan matang bersama mentor sebelum dilaksanakan langsung kepada kelompok sasaran. Cakupan edukasi yang menjangkau baik masyarakat tani maupun pelajar sekolah dasar hingga menengah atas mencerminkan strategi penguatan kesadaran lingkungan lintas generasi, sejalan dengan prinsip bahwa keberlanjutan program energi terbarukan dan konservasi lingkungan di tingkat desa akan lebih kuat apabila melibatkan generasi muda sebagai agen perubahan jangka panjang. Hasil pengukuran menggunakan skala Likert menunjukkan bahwa masyarakat memberikan respons pada kategori “cukup puas hingga puas” terhadap teknologi sprinkler dan energi terbarukan yang diterapkan, meskipun tingkat partisipasi dan pemahaman teknis masyarakat di luar pengurus inti kelompok tani masih perlu ditingkatkan.

Penguatan Kolaborasi dan Keberlanjutan Program, Termasuk Tantangan Pelaksanaan

Pelaksanaan program menghadapi sejumlah tantangan nyata di lapangan. Pada aspek teknis, jarak lokasi yang jauh dari Kota Pekanbaru (±100 km) menyebabkan mobilisasi peralatan dan logistik memerlukan waktu serta biaya tambahan, sementara keterbatasan alat dan instrumen teknis di lokasi menghambat optimalisasi beberapa tahapan pemasangan sistem irigasi. Rendahnya kapasitas sumber daya manusia lokal dalam memahami prinsip kerja dan instalasi sistem irigasi sprinkler menyebabkan pelaksanaan program sangat bergantung pada tim DEB, sedangkan partisipasi masyarakat di luar ketua kelompok tani masih rendah sehingga kolaborasi belum berjalan optimal. Tantangan paling signifikan adalah hilangnya peran *local hero* utama, yang merantau pada pertengahan program tanpa konfirmasi sehingga penggerak utama di tingkat kelompok tani mengalami kekosongan; kondisi ini turut menurunkan kepercayaan sosial baik antarpetani maupun antara masyarakat dan perangkat desa. Sebagai tindak lanjut, telah ditunjuk bapak A sebagai *local hero* pengganti melalui FGD.



***Gambar 6**. Dokumentasi bersama tim di area lahan pertanian sebagai bentuk kebersamaan dan dukungan terhadap pelaksanaan program*

Dari sisi legalitas dan kelembagaan, keberlanjutan aset program didukung oleh penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan dan perawatan energi baru terbarukan berbasis prinsip *Health, Safety, Security, and Environment* (HSSE) yang merujuk pada praktik *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), serta standar kelistrikan *International Electrotechnical Commission* (IEC 60364 dan IEC 62446). Selain itu, dilakukan penandatanganan *Memorandum of Understanding* (MoU) antara Universitas Riau dan Kelompok Tani Batobo, serta penyusunan Berita Acara Serah Terima (BAST) aset kepada tim pengelola DEB dan penerima Beasiswa Sobat Bumi angkatan berikutnya. Sebagai mekanisme pembiayaan keberlanjutan, kelompok pengelola menerapkan iuran pemeliharaan aset sebesar 10% dari pendapatan hasil pemanfaatan sistem irigasi dan energi terbarukan, yang menunjukkan mulai tumbuhnya kesadaran *community-based asset management* di tingkat lokal. Ke depan, keberlanjutan program dirancang melalui

pembentukan Kelompok Pengelola Energi Desa (KPED) untuk aspek teknis dan kelembagaan energi, serta Kelompok Usaha Bersama (KUB) untuk aspek pemberdayaan ekonomi, dengan *roadmap exit strategy* bertahap yang meliputi tahap inisiasi (0–3 bulan), penguatan (4–6 bulan), transisi (7–9 bulan), kemandirian (10–12 bulan), hingga *monitoring* dan evaluasi berkala (>12 bulan). Secara keseluruhan, capaian program ini selaras dengan lima tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs), yaitu SDG 2 melalui peningkatan produktivitas lahan pertanian, SDG 7 melalui optimalisasi energi surya untuk irigasi, SDG 8 melalui pembukaan peluang usaha rumah tangga, SDG 11 melalui penguatan kemandirian desa, serta SDG 13 melalui pengurangan emisi karbon.

Kesimpulan

Program Optimalisasi *Helios Energy Based Drip Irrigation System* (HEBDIS) berhasil mengoptimalkan pemanfaatan energi surya melalui pengembangan sistem irigasi *sprinkler* berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), sehingga mampu meningkatkan efektivitas distribusi air, mendukung optimalisasi lahan pertanian seluas 0,25 hektare, serta memberikan manfaat berupa potensi penghematan biaya energi lebih dari Rp3,2 juta per tahun dan pengurangan emisi karbon sebesar 1,9 ton CO_2 per tahun. Selain itu, pelatihan pengolahan hasil pertanian berhasil meningkatkan nilai tambah ekonomi masyarakat, sedangkan kegiatan edukasi energi terbarukan dan lingkungan meningkatkan pengetahuan serta kepedulian masyarakat dan pelajar terhadap pembangunan berkelanjutan.

Keberlanjutan program memerlukan penguatan kelembagaan lokal melalui pembentukan Kelompok Pengelola Energi Desa (KPED) dan Kelompok Usaha Bersama (KUB), disertai peningkatan kapasitas sumber daya manusia, regenerasi *local hero* secara kolektif, serta penguatan partisipasi masyarakat dan dukungan pemerintah kelurahan dalam pengelolaan program. Pendampingan pascainstalasi, khususnya pada aspek operasional sistem irigasi, pengelolaan usaha, dan pemasaran digital, perlu dilakukan secara berkelanjutan agar manfaat program dapat terus berkembang. Model pemberdayaan berbasis energi terbarukan ini juga berpotensi direplikasi di wilayah lain yang memiliki karakteristik agraris serupa guna mendukung pembangunan desa yang berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pertamina Foundation selaku penyandang dana melalui Program Desa Energi Berdikari (DEB) Sobat Bumi, kepada Kelompok Tani Batobo dan Pemerintah Kelurahan Batu Bersurat, Kecamatan XIII Koto Kampar, Kabupaten Kampar selaku mitra utama kegiatan, serta kepada dosen mentor Universitas Riau, yaitu Iswadi HR, S.T., M.T. atas bimbingan yang diberikan selama pelaksanaan program. Terima kasih juga disampaikan kepada SMAN 1 Batu Bersurat, SMPN 1 XIII Koto Kampar, SDN 003 Lingkungan Batu Bersurat, serta pengelola kawasan *mangrove* Bandar Bakau Dumai atas kerja sama dalam pelaksanaan kegiatan edukasi lingkungan.

Referensi

Dzikriyah, Z. A., Kusnadi, A. A., Marisca, R. N., Cahyani, A. R., Retnani, B. A., Firani, D. S., Oktavianingsih, I. P., Khoiri, S., & Tripatmasari, M. (2024). Pendampingan Implementasi Penggunaan Teknologi Irigasi Sprinkler Guna Peningkatan Produktivitas Bawang Merah di Desa Sana Tengah. *Jurnal Abdimas Indonesia*, *4*(4). https://doi.org/10.53769/jai.v4i4.1165

Firmansa, I., Firatama, A. D., & Kamal, M. A. (2025). Sistem Irigasi Semi-Otomatis Berbasis Graf Pohon Biner untuk Efisiensi Penyiraman Tanaman di Desa Batang-Batang Daya. *Alamtana: Jurnal Pengabdian Masyarakat UNW Mataram*, *6*(1), 60–67. https://doi.org/10.51673/jaltn.v6i1.2457

Rejekiningrum, P., Heryani, N., Kartiwa, B., & Sosiawan, H. (2023). *Utilization of solar water pump irrigation system as an efficient solution for water supply in anticipating climate change in dry lands*. *Jurnal Irigasi, 17(2),* 22-36. https://doi.org/10.31028/ji.v17.i2.22-36

Sihotang, J. E. F., & Sari, M. R. (2025). Emping Singkong: Diversifikasi Produk Olahan Singkong sebagai Upaya untuk Pemberdayaan Kelompok Usaha Hasil Pertanian di Desa Cibodas. *I-Com: Indonesian Community Journal*, *5*(3), 1528–1538. https://doi.org/10.70609/i-com.v5i3.7980