



Enhancing Environmental Awareness and School Entrepreneurship through Smart Farming and Solar Energy Based Waste Processing.

Peningkatan Environmental Awareness dan Kewirausahaan Sekolah melalui Smart Farming serta Pengolahan Sampah Berbasis Energi Surya.

Andi Rizal¹, Achmad Fajar Muhammad², Sri Agustini³, Ahmad Swandi⁴, Sri Rahmadhanningsih⁵, Andio Calen Evains⁶

¹Program Studi Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra, Universitas Bosowa

²Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra, Universitas Bosowa

³Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

⁴Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra, Universitas Bosowa

⁵Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra, Universitas Bosowa

⁶Program Studi Pendidikan Fisika, Pascasarjana Universitas Negeri Makassar

Keywords:

environmental awareness, school entrepreneurship, smart farming, renewable energy, waste management.

ABSTRACT

The Community Partnership Program (PKM), entitled Enhancing Environmental Awareness and School Entrepreneurship through Smart Farming and Solar-Based Waste Processing, was implemented at SMPN 1 Liukang Tupabbiring, Pangkajene and Islands Regency (Pangkep), South Sulawesi, Indonesia. The program aimed to strengthen environmental awareness and school entrepreneurship through three integrated innovations: (1) a solar-powered aquaponic smart farming system, (2) an educational waste-processing unit (eco-station), and (3) a mini solar power plant (PLTS). Activities involved teachers and students through training, mentoring, and technology implementation based on STEM and Project-Based Learning approaches. The results showed a moderate improvement in teachers' understanding of environmental awareness and renewable energy concepts, with an average N-Gain score of 0.56. The program also established a functional school waste-processing unit and enabled 71% of participating teachers to implement contextual science lesson plans integrating environmental and renewable energy issues. In terms of productivity, the school produced 5–6 kg of vegetables and catfish per week, approximately 105 kg of compost within six months, and at least two value-added products. A total of 34 students actively participated in production, maintenance, and distribution activities, fostering environmental responsibility and entrepreneurial skills. Overall, the program strengthened school capacity and contributed to the achievement of SDGs 4 (Quality Education), 7 (Affordable and Clean Energy), 12 (Responsible Consumption and Production), and 13 (Climate Action).

Kata Kunci:

kesadaran lingkungan, kewirausahaan sekolah, smart farming, energi terbarukan, pengelolaan sampah.

ABSTRAKSI

Program Kemitraan Masyarakat (PKM) yang berjudul Peningkatan Kesadaran Lingkungan dan Kewirausahaan Sekolah melalui Smart Farming dan Pengolahan Sampah Berbasis Energi Surya dilaksanakan di SMPN 1 Liukang Tupabbiring, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Program ini bertujuan meningkatkan kesadaran lingkungan serta memperkuat kewirausahaan sekolah melalui tiga inovasi terintegrasi, yaitu (1) sistem smart farming akuaponik berbasis energi surya, (2) unit edukasi pengolahan sampah (eco-station), dan (3) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mini. Kegiatan dilaksanakan melalui pelatihan, pendampingan, dan penerapan teknologi berbasis STEM dan Project-Based Learning. Hasil program menunjukkan peningkatan pemahaman guru tentang kesadaran lingkungan dan energi terbarukan dengan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,56 (kategori sedang). Program juga berhasil membangun unit pengolahan sampah sekolah yang berfungsi dengan baik serta mendorong 71% guru menerapkan pembelajaran IPA kontekstual yang mengintegrasikan isu lingkungan dan energi terbarukan. Dari aspek produktivitas, sekolah mampu menghasilkan 5–6 kg sayuran dan ikan lele per minggu, sekitar 105 kg kompos dalam

enam bulan, serta sedikitnya dua produk bernilai tambah. Sebanyak 34 siswa terlibat aktif dalam kegiatan produksi, pemeliharaan, dan distribusi produk sehingga mengembangkan keterampilan kewirausahaan dan kepedulian lingkungan. Secara keseluruhan, program ini memperkuat kapasitas sekolah dan berkontribusi terhadap pencapaian SDGs 4, 7, 12, dan 13.

*Corresponding author: a.rizal@universitasbosowa.ac.id

Peer review under responsibility of Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat Univ. Amikom Yogyakarta.

©2025 Hosting by Universitas Amikom Yogyakarta. All rights reserved.

<https://doi.org/10.24076/swagati.2026v4i1.2780>

1. Introduction

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), Provinsi Sulawesi Selatan, memiliki karakteristik wilayah yang unik karena terdiri dari daratan dan kepulauan dengan potensi sumber daya alam yang melimpah. Potensi tersebut terutama terdapat pada sektor pertanian, kelautan, dan energi baru terbarukan. Namun, kondisi geografis kepulauan yang terbatas akses transportasi dan sumber daya, menjadikan pemanfaatan potensi ini belum maksimal, khususnya pada bidang pendidikan, kewirausahaan sekolah, dan pengelolaan lingkungan [1], [3].

Salah satu permasalahan yang dihadapi sekolah-sekolah di wilayah kepulauan adalah rendahnya kesadaran lingkungan (*environmental awareness*) di kalangan guru dan siswa [2], [4], [10]. Pengelolaan sampah masih terbatas pada pembuangan tanpa pengolahan, sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan di sekolah maupun masyarakat. Di sisi lain, potensi lahan sekolah yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian modern (*smart farming*) juga belum dikembangkan secara optimal [6], [9], [11]. Kondisi ini menyebabkan sekolah belum memiliki program kewirausahaan berbasis lingkungan yang terintegrasi dengan pembelajaran, padahal peluang pengembangan produk dari hasil pertanian maupun pengolahan sampah cukup besar untuk mendukung kemandirian ekonomi sekolah [3], [12].

Sekolah mitra yang berada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menghadapi keterbatasan dalam pengelolaan lingkungan. Sampah sekolah umumnya hanya dikumpulkan dan dibakar atau dibuang ke lokasi terbuka tanpa proses pemilahan maupun pengolahan. Hal ini menimbulkan persoalan lingkungan berupa pencemaran udara dan menurunnya kualitas kebersihan lingkungan sekolah [4].

Di sisi lain, guru IPA sebagai penggerak utama pembelajaran sains masih jarang mendapat pelatihan terkait pengelolaan lingkungan, energi terbarukan, maupun penerapannya dalam pembelajaran kontekstual [5]. Akibatnya, pembelajaran IPA masih dominan bersifat teoretis dan kurang menyentuh praktik nyata dalam kehidupan sehari-hari. Siswa pun kurang terlibat dalam aktivitas berbasis sains yang menumbuhkan *environmental awareness* dan keterampilan pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif [5], [12]. Dengan kondisi tersebut, sekolah mitra belum memiliki sarana atau unit pengolahan sampah yang terstruktur, maupun sistem

edukasi energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan belajar mengajar [8].

Selain itu kewirausahaan di sekolah mitra masih sangat terbatas. Aktivitas kewirausahaan hanya berjalan melalui koperasi sekolah dengan produk sederhana seperti makanan ringan dan alat tulis, yang ditujukan untuk kebutuhan internal sekolah. Belum ada program kewirausahaan yang berbasis pada pemanfaatan potensi lokal, seperti lahan sekolah untuk pertanian cerdas atau pengolahan sampah menjadi produk bernilai jual [3], [12].

Lahan sekolah sebenarnya memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi kebun mini atau sistem *smart farming*, namun keterbatasan pengetahuan guru dan siswa dalam budidaya serta pemanfaatan teknologi energi surya menyebabkan peluang tersebut belum dimaksimalkan [6], [9], [11]. Selain itu, pemahaman siswa tentang manajemen usaha, produksi, hingga pemasaran produk masih minim, sehingga sekolah belum mampu menghasilkan produk unggulan yang bisa menjadi identitas kewirausahaan sekolah [3].

Melalui Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini, tim pelaksana bersama mitra sekolah berupaya menghadirkan solusi inovatif dengan memadukan konsep *smart farming* dan pengolahan sampah berbasis energi surya [6], [9], [11]. Program ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan keterampilan guru dan siswa dalam mengelola lingkungan secara berkelanjutan [2], [4], [5], tetapi juga mendorong lahirnya produk kewirausahaan sekolah yang memiliki nilai ekonomis [3], [12]. Kegiatan dilaksanakan melalui pendekatan pelatihan, pendampingan, dan penerapan teknologi berbasis STEM dan *Project-Based Learning* (PjBL), sehingga memberikan pengalaman langsung bagi siswa dan guru dalam mengintegrasikan ilmu pengetahuan dengan praktik nyata [5].

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah:

1. Meningkatkan kesadaran lingkungan guru dan siswa SMP di wilayah kepulauan melalui praktik pengolahan sampah yang terstruktur dan ramah lingkungan [2], [4], [10].
2. Menerapkan teknologi *smart farming* berbasis energi surya untuk menghasilkan produk pertanian (sayur dan ikan) yang dapat dikembangkan sebagai unit kewirausahaan sekolah [6], [9], [11].
3. Menghasilkan produk olahan dari sampah organik (pupuk kompos, pupuk cair, dan produk olahan pangan)

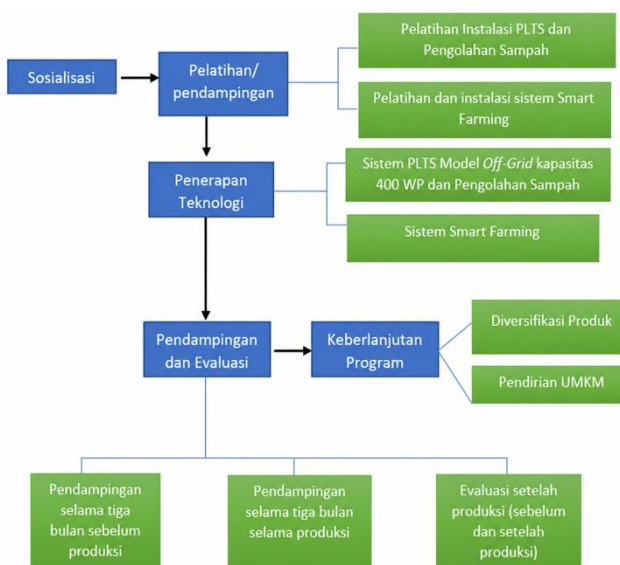
sebagai sarana pembelajaran kewirausahaan dan pemberdayaan ekonomi sekolah [4], [12], [13].

4. Membangun ekosistem pembelajaran kontekstual, inovatif, dan berkelanjutan yang dapat direplikasi di sekolah-sekolah lain di wilayah kepulauan [5], [8], [14]. Pelaksanaan program ini sejalan dengan agenda pembangunan global dan nasional. Pada tingkat global, kegiatan mendukung capaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan 4 (pendidikan berkualitas), tujuan 7 (energi bersih dan terjangkau), tujuan 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab), serta tujuan 13 (penanganan perubahan iklim) [5], [8], [11]. Sementara di tingkat nasional, program ini mendukung Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi terkait keterlibatan dosen dan mahasiswa dalam pemberdayaan masyarakat [1], serta selaras dengan Asta Cita dan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) di bidang pangan, energi terbarukan, dan lingkungan [8], [15], [16].

Dengan demikian, PKM ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat langsung berupa peningkatan keterampilan guru dan siswa dalam mengelola lingkungan dan berwirausaha, tetapi juga menciptakan model pembelajaran berbasis proyek yang dapat berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan di wilayah kepulauan.

2. Method

Adapun skema pelaksanaan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan PKM

Sebelum kegiatan inti dimulai terlebih dahulu dilakukan sosialisasi kepada mitra sasaran mengenai program yang akan dilaksanakan, tujuannya, teknis kegiatan dan capaian yang diharapkan. Sosialisasi dapat dilakukan secara *daring* atau *luring*. Adapun peserta sosialisasi adalah pimpinan sekolah, guru, siswa dan mahasiswa. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk memberikan informasi yang utuh hal apa yang akan dilakukan selama kegiatan untuk mencapai tujuan PKM, selain itu juga melakukan penyamaan persepsi antara

tim pelaksana, narasumber, tenaga ahli, instruktur dan peserta kegiatan.

Terdapat 2 jenis pelatihan yang akan dilakukan sesuai dengan permasalahan yang ada yaitu (i) pelatihan dan pendampingan berbasis STEM-PjBL tentang pengolahan sampah dan pemanfaatan energi surya, yang terintegrasi dalam pembelajaran IPA dan (ii) pelatihan pengembangan *smart farming* dan pengolahan sampah menjadi produk kewirausahaan (pupuk cair, kompos, olahan pangan) berbasis energi surya serta pelatihan penyusunan rencana bisnis (*bussiness plan*) [16], [17]. Adapun model pelatihan menggunakan model *Goald* (10) yang dibagi dalam 5 kegiatan dengan penjelasan sebagai berikut:

A. Analisis kebutuhan pelatihan

Kegiatan ini merupakan kegiatan awal dimana tim dan mahasiswa melakukan analisis segala kebutuhan yang akan digunakan dalam pelatihan berupa alat, bahan dan berbagai dokumen pendukung. Setelah dilakukan analisis disimpulkan beberapa kebutuhan seperti buku atau referensi tentang smart farming, pengolahan sampah, pendidikan kewirausahaan di sekolah. Selain itu juga terdapat beberapa kebutuhan untuk pembuatan *smart farming* berbasis tenaga surya seperti panel surya dan semua komponen pendukungnya, kolam terpal, besi dan pipa. Dalam analisis ini juga ditentukan (i) jumlah peserta dan siapa saja yang akan menjadi peserta, (ii) jenis ikan dan sayuran yang akan dibudidaya, (iii) lokasi pengolahan sampah.

B. Desain pendekatan pelatihan

Dalam sebuah model pelatihan maka perlu menentukan bagaimana metode dan pendekatan yang digunakan dalam pelatihan. Setelah dilakukan diskusi tim memutuskan menggunakan metode pembelajaran langsung dan juga praktik.

C. Desain teknologi yang diterapkan

Tahap ini dilakukan untuk merancang teknologi yang akan digunakan dalam kegiatan pelatihan, pendampingan, dan implementasi program di sekolah mitra. Teknologi yang diterapkan dirancang dengan mempertimbangkan kondisi geografis wilayah kepulauan, kebutuhan pembelajaran kontekstual, kemudahan operasional, serta keberlanjutan program setelah kegiatan berakhir.

Teknologi pertama yang dirancang adalah sistem *smart farming* berbasis aquaponik yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem sirkulasi air. Sistem ini menggunakan kolam fiber berkapasitas 300 liter yang digunakan untuk budidaya ikan lele. Di atas kolam dipasang rak vertikal tiga tingkat sebagai media budidaya tanaman sayuran seperti kangkung, bayam, dan selada. Sirkulasi air dilakukan menggunakan pompa DC 12V sehingga kebutuhan nutrisi tanaman dapat diperoleh dari hasil metabolisme ikan secara berkelanjutan.

Untuk mendukung operasional smart farming digunakan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mini tipe *off-*

3. Result and Discussion

A. Aspek Sosial Kemasyarakatan

Sebelum pelatihan, pemahaman guru tentang isu lingkungan dan energi terbarukan masih terbatas. Hal ini terlihat dari hasil pretest yang menunjukkan rata-rata skor pemahaman masih rendah pada aspek pengelolaan sampah, prinsip energi surya, dan integrasinya dalam pembelajaran IPA. Setelah pelaksanaan pelatihan berbasis *STEM-Project Based Learning* dan praktik langsung, terjadi peningkatan signifikan pemahaman guru. Berdasarkan analisis hasil *pretest* dan *posttest*, diperoleh nilai N-Gain rata-rata sebesar 0,56 (kategori sedang). Hal ini menunjukkan bahwa program pelatihan efektif dalam meningkatkan literasi guru terkait kesadaran lingkungan (*environmental awareness*) dan pemanfaatan energi terbarukan. Selain itu, wawancara dan observasi pasca pelatihan mengonfirmasi bahwa guru merasa lebih percaya diri untuk mengintegrasikan topik lingkungan dan energi surya ke dalam kegiatan pembelajaran.

Sebagai tindak lanjut dari pelatihan, sekolah mitra berhasil membangun unit edukatif pengolahan sampah organik dan anorganik (*eco station*). Unit ini terdiri dari tempat

pemilahan sampah organik dan anorganik dengan wadah terpisah, komposter statis untuk mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos. Unit ini kini digunakan sebagai sarana pembelajaran kontekstual. Guru memanfaatkan *eco station* dalam kegiatan IPA, sementara siswa secara rutin dilibatkan dalam praktik pemilahan dan pengolahan sampah. Hasilnya, sekolah mampu menghasilkan sekitar 100 kg kompos per bulan yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman pada sistem *smart farming* sekolah.

Pasca kegiatan pelatihan dan pendampingan, guru IPA sekolah mitra mulai menyusun dan menerapkan RPP yang mengintegrasikan isu lingkungan dan energi terbarukan. Hasil evaluasi dokumen RPP dan observasi pembelajaran menunjukkan bahwa 71% guru mitra telah berhasil mengimplementasikan pembelajaran IPA kontekstual dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan. Contoh penerapan meliputi praktik pembuatan kompos dan pupuk cair organik sebagai proyek IPA, pemanfaatan pompa berbasis tenaga surya pada sistem *smart farming* sebagai media pembelajaran ekosistem, kegiatan observasi daur ulang sampah sebagai bagian dari topik “siklus materi dan energi dalam ekosistem. Dengan capaian tersebut, indikator penerapan RPP kontekstual berhasil terpenuhi sesuai target program.

Tabel 1. Capaian Indikator Aspek Sosial Kemasyarakatan

No	Indikator Capaian	Kondisi Awal (Sebelum Program)	Kondisi Akhir (Sesudah Program)	Hasil Capaian
1	Peningkatan pemahaman guru tentang <i>environmental awareness</i> dan teknologi energi terbarukan	Guru belum pernah mendapat pelatihan khusus; pemahaman terbatas pada teori umum lingkungan dan energi surya. Nilai <i>pretest</i> rata-rata rendah.	Guru mengikuti pelatihan berbasis STEM-PjBL dan praktik langsung. Nilai <i>posttest</i> meningkat dengan rata-rata N-Gain = 0,56 (kategori sedang).	Indikator tercapai ($\geq 0,5$ kategori sedang).
2	Terbentuknya unit edukatif pengolahan sampah organik dan anorganik di sekolah mitra	Belum ada unit pemilahan/pengolahan sampah. Sampah sekolah dibakar atau dibuang.	Terbangun <i>eco station</i> yang terdiri dari tempat pemilahan sampah, komposter statis, dan <i>biodigester</i> mini. Produksi $\pm 10-15$ kg kompos/bulan.	Indikator tercapai (unit edukatif tersedia dan berfungsi).
3	Penerapan RPP IPA kontekstual oleh guru mitra	RPP IPA masih bersifat teoretis, minim integrasi isu lingkungan dan energi terbarukan.	Hasil evaluasi menunjukkan 71% guru mitra telah menerapkan RPP kontekstual dengan tema lingkungan dan energi surya.	Indikator tercapai ($\geq 70\%$).

B. Aspek Produksi

Sekolah mitra berhasil membangun kebun mini berbasis *smart farming* dengan sistem aquaponik yang mengintegrasikan budidaya ikan lele dan sayuran (kangkung, bayam, selada). Sistem ini dilengkapi pompa air yang digerakkan oleh panel surya sehingga ramah lingkungan dan hemat energi. Selama program berjalan, kebun sekolah mampu menghasilkan rata-rata 5–6 kg sayuran dan lele per minggu, yang sebagian dimanfaatkan untuk konsumsi internal sekolah dan sebagian dipasarkan ke masyarakat sekitar.

Melalui unit edukatif pengolahan sampah, sekolah berhasil mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos. Dalam kurun waktu enam bulan, total produksi mencapai sekitar 105 kg kompos yang digunakan untuk menyuburkan

tanaman pada kebun sekolah sekaligus menjadi salah satu produk kewirausahaan sekolah.

Kegiatan *smart farming* dan pengolahan sampah melibatkan siswa secara aktif. Tercatat 34 siswa berpartisipasi rutin dalam kegiatan mulai dari pemeliharaan kebun, pemberian pakan ikan, panen sayuran, produksi kompos, hingga pemasaran sederhana. Keterlibatan siswa ini memperkuat aspek pembelajaran berbasis proyek (PjBL) sekaligus menumbuhkan jiwa kewirausahaan.

Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pembangunan *smart farming*, proses produksi, hingga hasil olahan, telah didokumentasikan dalam bentuk foto, video, laporan portofolio, dan katalog produk sekolah. Portofolio ini menjadi modal awal sekolah untuk mengembangkan unit

usaha berkelanjutan sekaligus memperkuat branding kewirausahaan sekolah berbasis lingkungan.

Tabel 2. Capaian Indikator Aspek Produksi

No	Indikator Capaian	Kondisi Awal (Sebelum Program)	Kondisi Akhir (Setelah Program)	Hasil Capaian
1	Kebun sekolah berbasis smart farming dan EBT	Belum ada kebun sekolah; lahan belum dimanfaatkan, tidak ada sistem energi surya.	Terbentuk kebun aquaponik berbasis panel surya; produksi rata-rata 5–6 kg sayur dan lele/minggu.	Tercapai
2	Produksi pupuk kompos	Sampah dibuang/dibakar, tidak ada pemanfaatan.	Total produksi ±105 kg kompos/6 bulan.	Tercapai
3	Keterlibatan siswa	Siswa belum terlibat dalam kegiatan produksi/kewirausahaan.	34 siswa terlibat aktif dalam proses produksi dan distribusi produk.	Tercapai
4	Dokumentasi produk dan portofolio usaha sekolah	Tidak ada dokumentasi usaha/kegiatan.	Tersusun dokumentasi (foto, video, katalog produk, laporan portofolio).	Tercapai

Beberapa dokumentasi kemajuan PKM



Gambar 2. Sistem Aquaponik

C. Produk Teknologi dan Inovasi yang Digunakan

Teknologi yang telah dirancang dan dipasang pada sekolah mitra berhasil dioperasikan oleh guru dan siswa secara mandiri. Teknologi tersebut meliputi sistem smart farming berbasis aquaponik, unit edukatif pengolahan sampah (*eco station*), dan sistem pembangkit listrik tenaga surya (*PLTS*) mini. Ketiga teknologi tersebut saling terintegrasi dalam mendukung pembelajaran kontekstual, penguatan kesadaran lingkungan, serta pengembangan kewirausahaan sekolah.

Hasil observasi selama pendampingan menunjukkan bahwa guru dan siswa mampu mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan teknologi yang diterapkan untuk kegiatan pembelajaran maupun produksi. Integrasi teknologi ini menghasilkan ekosistem pembelajaran yang berkelanjutan, dimana hasil pengolahan sampah dimanfaatkan untuk mendukung smart farming, sementara energi surya digunakan untuk menunjang operasional sistem secara ramah lingkungan. Selain memberikan manfaat edukatif, teknologi yang diterapkan juga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas sekolah melalui produksi sayuran, ikan, dan pupuk kompos yang memiliki nilai ekonomi.

D. Partisipasi Guru dan Siswa

Guru memiliki peran strategis dalam keberhasilan implementasi program karena mereka menjadi fasilitator utama bagi siswa sekaligus agen perubahan di sekolah. Guru IPA mengikuti serangkaian pelatihan berbasis *STEM-Project Based Learning* yang berfokus pada pengelolaan sampah, penerapan energi surya, dan integrasi pembelajaran kontekstual. Dari hasil evaluasi, lebih dari 70% guru mitra mampu menyusun dan menerapkan RPP IPA kontekstual yang mengintegrasikan isu lingkungan dan energi terbarukan.

Guru mengintegrasikan hasil pelatihan ke dalam kegiatan pembelajaran IPA. Misalnya, topik “ekosistem” diajarkan dengan praktik langsung pada sistem smart farming, sementara konsep “siklus materi” dihubungkan dengan proses pengomposan pada *eco station* [18]. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi lebih aplikatif, kontekstual, dan menyenangkan bagi siswa. Guru tidak hanya mengajar, tetapi juga mendampingi siswa dalam proyek-proyek kewirausahaan sekolah, seperti panen sayur, produksi pupuk cair organik, hingga pengemasan produk. Pendampingan ini penting untuk memastikan siswa memperoleh pengalaman belajar yang terstruktur dan terarah. Guru turut serta dalam mengelola unit *smart farming* dan *eco station*, termasuk pembagian jadwal piket, pencatatan hasil produksi, hingga penyusunan portofolio usaha sekolah. Hal ini menjadikan guru sebagai manajer mini yang membimbing siswa untuk mengelola kegiatan kewirausahaan sekolah.

Selanjutnya siswa merupakan subjek utama dari program ini. Keterlibatan mereka bersifat langsung dan aplikatif, mencakup berbagai aspek mulai dari produksi hingga distribusi produk. Sebanyak 34 siswa aktif mengikuti kegiatan pemeliharaan smart farming, pemberian pakan ikan, pemeliharaan tanaman sayur, pengelolaan kompos, hingga pembuatan pupuk cair organik. Mereka bekerja dalam kelompok dengan sistem pembagian tugas agar setiap siswa berkontribusi sesuai kapasitasnya. Siswa belajar langsung melalui proyek nyata. Misalnya, mereka diberi tanggung jawab merancang sistem pencatatan hasil panen, menghitung biaya produksi, dan membandingkannya dengan potensi keuntungan jika produk dijual. Dengan

pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar IPA tetapi juga literasi numerasi, manajemen, dan kewirausahaan. Siswa juga dilibatkan dalam memasarkan hasil produk, baik untuk kebutuhan internal sekolah maupun kepada masyarakat sekitar. Aktivitas ini melatih keterampilan komunikasi, negosiasi, dan tanggung jawab sosial, sekaligus menumbuhkan rasa bangga atas produk yang mereka hasilkan sendiri. Kegiatan ini menumbuhkan nilai-nilai disiplin, kerja sama, kepedulian lingkungan, serta jiwa kewirausahaan pada siswa. Partisipasi mereka menunjukkan bahwa pembelajaran tidak hanya berhenti di ruang kelas, tetapi juga memberi kontribusi nyata bagi sekolah dan masyarakat.

Hal yang menonjol dari program ini adalah terciptanya kolaborasi guru-siswa yang harmonis [19]. Guru berperan sebagai mentor, sedangkan siswa menjadi pelaksana utama di lapangan. Dalam praktiknya, guru memberikan arahan teknis dan teori, sementara siswa mengaplikasikan arahan tersebut dalam bentuk kegiatan produksi dan pengelolaan unit usaha sekolah. Kolaborasi ini membentuk ekosistem pembelajaran partisipatif yang berorientasi pada keberlanjutan. Partisipasi aktif guru dan siswa telah memberikan dampak signifikan, di antaranya meningkatnya kemandirian sekolah dalam mengelola program berbasis lingkungan dan kewirausahaan, terbangunnya budaya peduli lingkungan yang tercermin dalam kebiasaan memilah sampah dan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan, siswa memperoleh pengalaman praktis yang relevan dengan life skills abad 21, yaitu kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah, guru menjadi lebih inovatif dalam merancang pembelajaran yang aplikatif dan berbasis potensi lokal.

E. *Impact* / Kebermanfaatan

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dengan fokus pada penerapan smart farming dan pengolahan sampah berbasis energi surya telah menghasilkan berbagai dampak nyata dan kebermanfaatan bagi para pemangku kepentingan. Dampak ini tidak hanya bersifat jangka pendek dalam bentuk peningkatan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga jangka panjang melalui perubahan perilaku, lahirnya unit kewirausahaan sekolah, serta kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan.

Guru, khususnya guru IPA, mengalami peningkatan signifikan dalam hal pemahaman *environmental awareness*, teknologi energi terbarukan, serta kemampuan merancang RPP kontekstual. Hal ini membuat pembelajaran lebih hidup, aplikatif, dan sesuai dengan konteks lokal kepulauan. Guru yang sebelumnya dominan mengajar secara teoritis, kini lebih banyak menggunakan metode praktik dengan memanfaatkan *eco station*, *sistem smart farming*, dan PLTS mini sebagai media pembelajaran. Guru menjadi penggerak utama dalam membangun budaya sekolah yang peduli lingkungan dan berorientasi pada kewirausahaan. Dengan keterampilan baru yang dimiliki, mereka dapat membimbing siswa untuk menghasilkan produk nyata sekaligus menginternalisasikan nilai kewirausahaan.

Sedangkan dampak untuk siswa berupa mereka tidak hanya memahami pentingnya menjaga lingkungan, tetapi juga mampu mempraktikkannya secara langsung melalui kegiatan pemilahan sampah, pembuatan kompos, dan pengoperasian sistem berbasis energi surya. Program ini menumbuhkan keterampilan abad 21 pada siswa, meliputi kreativitas (mengolah produk baru), kolaborasi (kerja kelompok dalam pengelolaan kebun sekolah), komunikasi (memasarkan produk), dan pemecahan masalah (mengatasi kendala teknis smart farming). Siswa terlibat penuh dalam siklus usaha – mulai dari produksi, pengemasan, hingga distribusi produk – sehingga memperoleh keterampilan kewirausahaan praktis yang jarang diperoleh dari pembelajaran konvensional. Siswa lebih antusias mengikuti pembelajaran IPA karena mereka merasakan hubungan langsung antara materi pelajaran dengan kebutuhan nyata di lingkungan mereka.

Setelah pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) berjalan dengan baik dan menunjukkan hasil yang signifikan, diperlukan langkah lanjutan untuk memastikan keberlanjutan dan perluasan manfaat program. Tujuan lanjutan ini dirancang tidak hanya untuk menjaga keberlangsungan teknologi yang sudah diterapkan, tetapi juga untuk memperkuat aspek kelembagaan, mutu produksi, hingga replikasi pada sekolah lain.

Pertama, dilakukan konsolidasi dan standarisasi operasional *smart farming*, *eco station*, dan PLTS mini. Tahap ini bertujuan agar seluruh unit teknologi yang sudah dibangun dapat berjalan dengan stabil dan efisien. Konsolidasi dilakukan melalui penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP), pembagian tugas, serta pengawasan rutin sehingga operasional sehari-hari lebih terstruktur. Dengan standarisasi ini, sekolah mitra memiliki pedoman jelas dalam menjalankan dan merawat unit-unit teknologi secara berkelanjutan.

Kedua, diarahkan pada peningkatan kualitas dan volume produksi. Hasil produksi berupa sayuran, ikan lele, pupuk kompos, dan pupuk cair organik (POC) perlu terus ditingkatkan, baik dari sisi kuantitas maupun kualitasnya. Dengan menjaga mutu produk melalui standar yang konsisten, sekolah dapat menghasilkan produk yang tidak hanya bermanfaat untuk konsumsi internal, tetapi juga memiliki nilai jual yang kompetitif di pasar lokal. Peningkatan produksi ini akan memberikan dampak ekonomi sekaligus memperkuat posisi sekolah sebagai pusat kewirausahaan berbasis lingkungan.

Ketiga, perlu dilakukan institusionalisasi kewirausahaan sekolah. Hal ini mencakup integrasi kegiatan smart farming dan pengolahan sampah ke dalam kurikulum sekolah, penyusunan SOP usaha sekolah, pembangunan portofolio produk, serta strategi pemasaran sederhana. Dengan adanya kelembagaan resmi dan dukungan administrasi yang kuat, kewirausahaan sekolah dapat berfungsi sebagai bagian permanen dari sistem pendidikan, bukan sekadar kegiatan proyek jangka pendek.

Keempat, sebagai bentuk keberlanjutan yang lebih luas, program ini ditujukan untuk replikasi dan diseminasi ke sekolah atau komunitas lain di wilayah kepulauan. Sekolah

mitra yang telah berhasil mengimplementasikan model ini akan menjadi contoh percontohan bagi sekolah lain, sehingga dampak program tidak hanya berhenti pada satu lokasi. Diseminasi dilakukan melalui workshop, open house, maupun penyusunan paket replikasi yang berisi panduan, modul, dan portofolio praktik baik. Dengan cara ini, model pembelajaran berbasis lingkungan dan kewirausahaan sekolah dapat menyebar lebih luas dan memberi manfaat bagi masyarakat kepulauan secara berkelanjutan.

4. Conclusion

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) berjudul “Meningkatkan *Environmental Awareness* dan Produk Kewirausahaan Sekolah melalui *Smart Farming* dan Pengolahan Sampah berbasis Energi Surya” di Kabupaten Pangkajene Kepulauan telah menunjukkan hasil yang signifikan.

Pertama, dari aspek sosial-kemasyarakatan, program ini berhasil meningkatkan pemahaman guru dan siswa mengenai kesadaran lingkungan (*environmental awareness*) serta penerapan energi baru terbarukan. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan skor *pretest–posttest* pada guru dengan kategori sedang ($N\text{-Gain} \geq 0,5$), terbentuknya unit edukatif pengolahan sampah (*eco station*), serta penerapan RPP IPA kontekstual oleh lebih dari 70% guru mitra.

Kedua, dari aspek produksi dan kewirausahaan, sekolah mitra kini memiliki kebun sekolah berbasis smart farming yang mampu menghasilkan rata-rata 5–6 kg sayuran dan lele per minggu, memproduksi sekitar 105 kg kompos dalam enam bulan, serta menghasilkan minimal dua produk olahan bernilai tambah (pupuk cair organik dan produk pangan sederhana berbasis sayuran). Kegiatan ini melibatkan aktif lebih dari 30 siswa dalam seluruh proses produksi, distribusi, dan pemasaran produk.

Ketiga, dari aspek teknologi dan inovasi, integrasi tiga produk utama *smart farming*, *eco station*, dan PLTS mini telah membentuk ekosistem pembelajaran kontekstual yang berkelanjutan. Teknologi yang diterapkan bukan hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga melahirkan unit kewirausahaan sekolah yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan.

Secara keseluruhan, program ini memberikan dampak nyata bagi guru, siswa, sekolah, masyarakat sekitar, dan perguruan tinggi. Program ini tidak hanya menghasilkan produk teknologi, tetapi juga transformasi perilaku, peningkatan kapasitas, serta kontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya di bidang pendidikan berkualitas, energi bersih, konsumsi-produksi berkelanjutan, dan aksi iklim.

5. Acknowledgements

Penulis memberikan apresiasi kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam kegiatan ini. Program Pengabdian Masyarakat ini denga skema Pemberdayaan Kemitraan

Masyarakat yang didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (KEMDIKTISAINTEK).

References

- [1] Asdar, A., Burhan, B., Setiawa, A., Swandi, A., & Rahim, A. (2024). Manajemen Sekolah Berbasis Digital dan Mandiri Energi di SMAN 7 Pangkep. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 4(4), 1567-1577.
- [2] Auvaria, S. W. (2018). Improvement of awareness and aspect of community participation in environmental management and climate change adaptation by eco-mosque. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 9-15.
- [3] Fadhilah, N., Tahir, R., Alamsyah, A. C., Wa, M., Swandi, A., & Rahim, A. (2024). Manajemen Kewirausahaan Sekolah Melalui Usaha Budidaya Lele dan Sayur Secara Aquaponik Berbasis Energi Baru Terbarukan Di Pulau Balang Lompo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (MEDITEG)*, 9(2), 21-30.
- [4] Farihin, A. U. (2023). Meningkatkan Kesadaran Lingkungan melalui Edukasi dan Partisipasi Masyarakat. *MUJAHADA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 21-32.
- [5] Hamidah, N., & Surtikanti, H. K. (2023). Implementasi education for sustainable development (ESD) pada universitas lintas negara terhadap tingkat pengetahuan dan perilaku kesadaran lingkungan mahasiswa. *Asian Journal Collaboration of Social Environmental and Education*, 1(1).
- [6] Idoje, G., Dagiuklas, T., & Iqbal, M. (2021). Survey for smart farming technologies: *Challenges and issues*. *Computers & Electrical Engineering*, 92, 107104.
- [7] Kinasih, E. T., Nugrahani, A. G., Yusnia, I., Kartika, A. W., Setyasto, N., & Ngatiningsih, N. (2025). Analisis Pemanfaatan Urban Farming dan Dampaknya Pada Pembelajaran Kelas IV SD Negeri Ngaliyan 01. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 4(2), 410-416.
- [8] Kusumastuti, S. Y., Wiliyanti, V., Judijanto, L., Rahayu, S., Amna, S., Agus, F., & Adhikara, C. T. (2025). *Green Technology: Inovasi Teknologi Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan*. PT. Green Pustaka Indonesia.
- [9] Mohamed, E. S., Belal, A. A., Abd-Elmabod, S. K., El-Shirbeny, M. A., Gad, A., Zahran, M. B., et al. (2021). Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 971-981.
- [10] Syam, R., Ras, A., & Rahim, H. (2024). Peningkatan Pengetahuan Siswa tentang Kesadaran Ekologis untuk Lingkungan Berkelanjutan di SMA Negeri 1 Pinrang. *PaKMas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 451-459.
- [11] Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148-6150.
- [12] Zuhriyah, A., Tripatmasari, M., Triajie, H., & Widodo, S. (2023, November). Pengembangan Sekolah Berwawasan Lingkungan Dan Kewirausahaan Melalui Budidaya Hidroponik Dan Lele Bioflok Menggunakan Listrik Energi Surya. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*.
- [13] FAO. (2022). Digital Agriculture Transformation and Smart Farming. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [14] UNESCO. (2023). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- [15] Sharma, R., Singh, A., & Gupta, P. (2024). Renewable Energy Applications in School-Based Sustainability Education. *Sustainability*, 16(3), 1458.
- [16] S. Sariman, A. T. Fitriyah, A. J. Patandean, A. Swandi, and F. M. Putri, “Penerapan Sistem Aquaponik Berbasis Energi Baru Terbarukan sebagai Sarana Pembelajaran IPA dan Produk Kewirausahaan Sekolah,” *Community Development Journal*:

- Jurnal Pengabdian Masyarakat, vol. 5, no. 5, pp. 8720–8726, 2024.
- [17] A. Swandi, S. Viridi, S. Rahmadhanningsih, I. M. Sutjahja, and J. Sari, “Implementation of Project-Based Science Learning to Improve Literacy of School Managers About New Renewable Energy in West Halmahera,” *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, vol. 7, no. 2, 2024.
- [18] M. A. Martawijaya, S. Rahmadhanningsih, A. Swandi, M. Hasyim, and E. H. Sujiono, “The Effect of Applying the Ethno-STEM-Project-Based Learning Model on Students’ Higher-Order Thinking Skill and Misconception of Physics Topics Related to Lake Tempe, Indonesia,” *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [19] A. Hamsiah, A. V. Angreani, A. G. H. Zubair, S. Rahmadhanningsih, A. Swandi, et al., “Transforming Education in Coastal Indonesia: A Survey of Digital Literacy and Competence Among Educators,” *International Journal of Religion*, vol. 5, no. 11, pp. 4947–4955, 2024.