

Penerapan Teknologi Pompa Berenergi Surya untuk Irigasi Sistem Pertanian Terpadu dalam mendukung ketahanan pangan upaya pencegahan stunting di Kepulauan Mantehage Minahasa Utara

Tirsa Julianti Saruan^{1*}, Jolie F. Ponamon¹, Stephanie Nangoy¹, Mario T. Parinsi², Nonny Manampiring²,
Jemmy Kewas², Janne Deivy Ticoh²

¹ Universitas Sari Putra Indonesia Tomohon, Indonesia

² Universitas Negeri Manado, Indonesia

Email: tirsasaruan@gmail.com*

ABSTRAK

Pelatihan penerapan teknologi pompa berenergi surya untuk irigasi sistem pertanian dilakukan guna meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat di desa Mantehage 1 Bango, Minahasa Utara. Evaluasi dilakukan terhadap 25 responden untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan kemampuan teknis mereka. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan dalam berbagai aspek. Pada pemahaman tentang energi surya, cara kerja, konversi energi, dan penggunaannya dalam irigasi, terjadi peningkatan skor dari 32% pada pretest menjadi 92% pada posttest. Pengetahuan tentang kelebihan dan kekurangan energi surya meningkat dari 40% menjadi 96%. Pemahaman terkait sistem penyimpanan energi meningkat dari 20% menjadi 96%, sementara kemampuan instalasi dan pemeliharaan sistem pompa meningkat dari 32% menjadi 92%. Selain itu, kemampuan untuk memprediksi kebutuhan energi dan efisiensi sistem irigasi menunjukkan peningkatan signifikan, dari 16% menjadi 88%. Evaluasi aspek ketersediaan air untuk pertanian menunjukkan seluruh indikator mengalami peningkatan hingga 100% pada posttest, termasuk kebutuhan air, pemanfaatan pompa air, dan pemeliharaan sumur. Dalam aspek pemeliharaan pertanian, seluruh indikator seperti pengendalian hama, teknik pemupukan, perawatan alat, dan pengelolaan tanah mengalami peningkatan dengan rata-rata skor mencapai 96-100% pada posttest. Hasil ini menunjukkan keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta, khususnya dalam penerapan teknologi irigasi berbasis energi surya. Diharapkan, pengetahuan dan keterampilan ini dapat mendukung sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan, meningkatkan ketahanan pangan, serta mengurangi risiko stunting di wilayah kepulauan kecil.

Katakunci : Irigasi, Solarcell, Ketahanan Pangan, Stunting, Pertanian

ABSTRACT

Training on the application of solar-powered pump technology for agricultural irrigation systems was conducted to improve the understanding and skills of the community in Mantehage 1 Bango village, North Minahasa. Evaluation was conducted on 25 respondents to measure the increase in their knowledge and technical skills. The results of the training showed a significant increase in various aspects. In understanding solar energy, how it works, energy conversion, and its use in irrigation, there was an increase in scores from 32% in the pretest to 92% in the posttest. Knowledge of the advantages and disadvantages of solar energy increased from 40% to 96%. Understanding of energy storage systems increased from 20% to 96%, while the ability to install and maintain pump systems increased from 32% to 92%. In addition, the ability to predict energy needs and the efficiency of irrigation systems showed a significant increase, from 16% to 88%. Evaluation of the aspect of water availability for agriculture showed that all indicators increased by 100% in the posttest, including water needs, utilization of water pumps, and well maintenance.

In terms of agricultural maintenance, all indicators such as pest control, fertilization techniques, tool maintenance, and soil management have increased with an average score reaching 96-100% in the posttest. These results indicate the success of the training in improving participant competence, especially in the application of solar energy-based irrigation technology. It is hoped that this knowledge and skills can support a sustainable integrated agricultural system, increase food security, and reduce the risk of stunting in small island regions.

Keywords: Irrigation, Solarcell, Food Security, Stunting, Agriculture

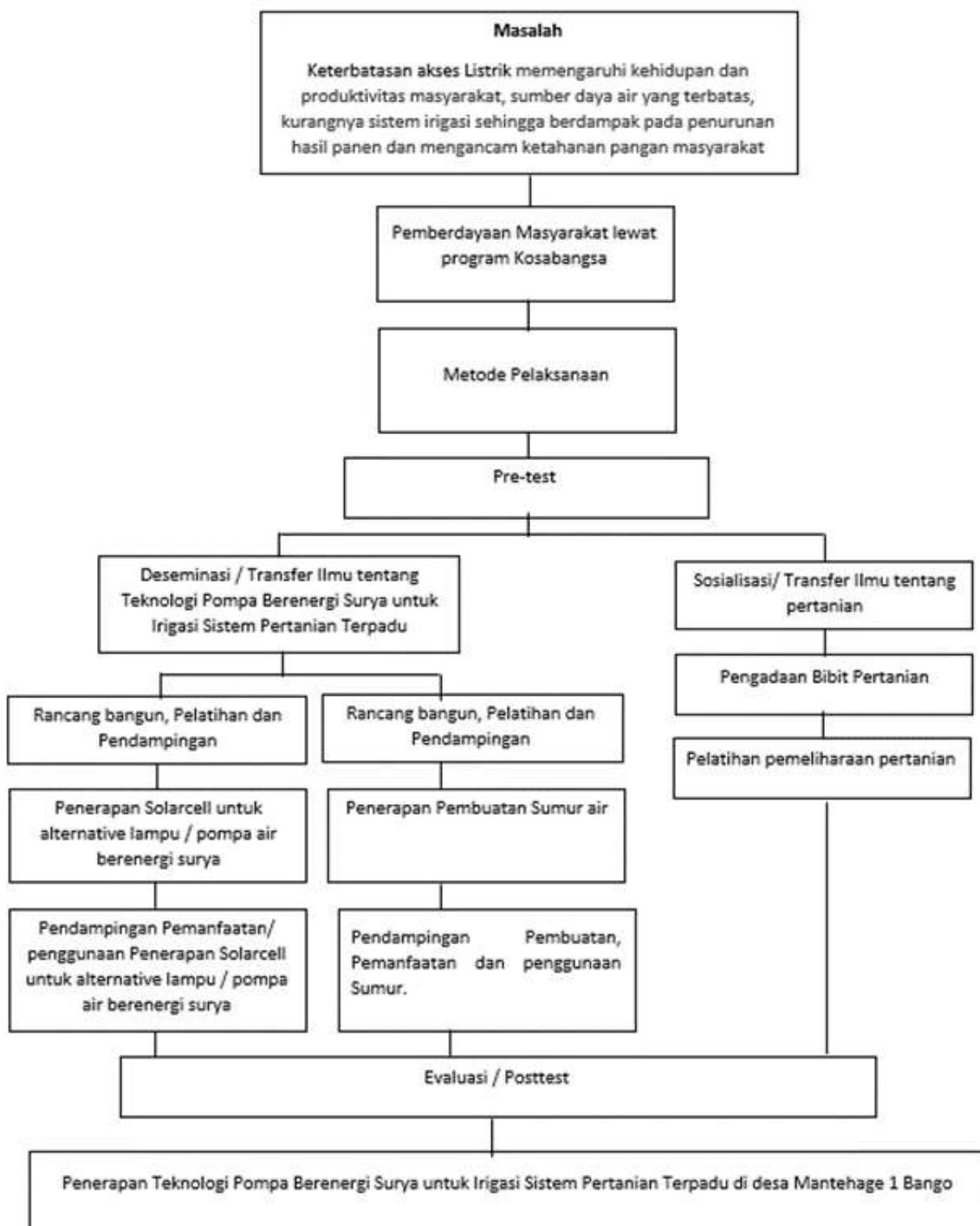
PENDAHULUAN

Desa Mantehage 1 Bango termasuk dalam wilayah 3T (terdepan, terpencil, tertinggal) dan rentan terhadap bencana, khususnya tsunami, serta terdampak oleh aktivitas vulkanik Gunung Ruang (Tagulandang) karena kedekatan geografisnya. Desa ini terletak di dermaga kepulauan Mantehage, dengan mayoritas penduduk berada pada tingkat ekonomi menengah ke bawah. Erupsi Gunung Ruang pada awal tahun 2024 memberikan dampak signifikan, memperburuk kondisi sosial dan ekonomi masyarakat setempat. Sebagian besar penduduk Desa Mantehage 1 Bango hidup pada tingkat ekonomi menengah ke bawah. Akses transportasi yang terbatas semakin memperumit kondisi tersebut. Satu-satunya transportasi menuju ibu kota kabupaten adalah kapal taksi laut, dengan frekuensi perjalanan satu kali sehari. Perjalanan menggunakan perahu kecil ini membutuhkan waktu sekitar 1 jam 30 menit. Kapal berangkat pada pagi hari dan kembali pada siang hari, mengingat keterbatasan pencahayaan serta gelombang laut yang mulai tinggi pada sore hingga malam hari. Desa ini juga menghadapi tantangan serius terkait ketersediaan listrik. Listrik hanya tersedia selama 6 jam setiap harinya, yaitu dari pukul 17.00 hingga 01.00 WITA. Kondisi ini sangat membatasi aktivitas harian masyarakat, baik dalam sektor ekonomi, pendidikan, maupun kehidupan sosial. Sementara itu, beberapa pulau kecil di Minahasa Utara telah memiliki layanan listrik yang lebih baik, namun Desa Mantehage 1 Bango masih belum terfasilitasi secara memadai. Survei lapangan menunjukkan bahwa keterbatasan akses listrik memengaruhi kehidupan dan produktivitas masyarakat. Mayoritas penduduk Desa Mantehage 1 Bango mengandalkan sektor pertanian sebagai sumber penghasilan utama. Namun, kurangnya sistem irigasi yang memadai menghambat produktivitas pertanian, terutama saat musim kemarau ketika ketersediaan air sangat minim, sehingga berdampak pada produktivitas pertanian yang menurun dan mengancam ketahanan pangan masyarakat, lahan perkebunan di kepulauan mantehage masih banyak yang belum di fungsikan, sedangkan kebutuhan pangan dari daerah ini cukup tinggi mengingat masih ada masyarakat yang masuk dalam kategori stunting, sehingga memang perlu untuk memikirkan ketersediaan pangan bagi masyarakat dalam upaya pencegahan stunting.

Tingginya angka stunting di Desa Mantehage 1 Bango semakin memperparah kondisi tersebut. Keterbatasan akses terhadap pangan bergizi berdampak pada kualitas kesehatan masyarakat, khususnya anak-anak. Situasi ini menuntut solusi yang efektif untuk meningkatkan ketahanan pangan sekaligus mencegah stunting melalui penyediaan bahan pangan lokal yang lebih berkualitas dan terjangkau. Untuk mengatasi berbagai tantangan ini melalui program kosabangsa yang merupakan hibah dari DRTPM dengan menerapkan teknologi pompa bertenaga surya menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan sesuai dengan kondisi setempat guna memenuhi kebutuhan irigasi secara berkelanjutan. Dengan teknologi pompa surya ini, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan memastikan ketersediaan pangan sepanjang tahun. Program ini juga mendukung upaya pencegahan stunting melalui penyediaan pangan lokal berkualitas yang lebih mudah diakses bagi keluarga di wilayah kepulauan sehingga diharapkan

hasil pelaksanaan kegiatan ini akan berdampak secara berkelanjutan dan bisa menekan pertumbuhan stunting bagi masyarakat di kepulauan khususnya yang ada di mantehage bango 1 kabupaten minahasa utara dan juga an mendukung kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN



Gambar 1. Diagram Implementasi Metode

Tabel 1. Pelaksanaan Pemberdayaan Penerapan Solarcell untuk alternatif lampu dan Pompa air berenergi surya dan Partisipasi Mitra

| No | Aplikasi Kegiatan | Metode | Kegiatan | Keterlibatan Mitra |
|----|--|----------------------------|--|---|
| 1 | Pretest | Tes | Mitra | Aktif mengisi pretest |
| 2 | Deseminasi Penerapan Solarcell untuk alternatif lampu /Pompa air berenergi surya | Ceramah | Mitra | Aktif menyimak materi |
| 3 | Pembuatan/Pengadaan alat penunjang (Panel surya, Baterai, Tower dll) | Penerapan Teknologi | <ul style="list-style-type: none"> - Panel Surya - Batrai - Kabel | Aktif mengikuti setiap kegiatan |
| 4 | Perancangan penempatan alat penunjang | Penerapan Teknologi | <ul style="list-style-type: none"> - Perakitan/pembuatan Panel surya untuk alternatif listrik. - Perancangan tiang penyangga untuk panel surya - Pembuatan tempat untuk baterai | Aktif mengikuti setiap kegiatan dan perancangan |
| 5 | Perancangan lokasi penempatan alat penunjang di lokasi mitra | Penerapan Teknologi | Tempat yang efisien untuk penempatan alat penunjang untuk memudahkan penyerapan energi surya untuk alternatif listrik | Aktif mengikuti setiap kegiatan dan perancangan lokasi alat penunjang di lokasi mitra |
| 6 | Penerapan teknologi Solarcell untuk alternatif lampu /Pompa air berenergi surya | Penerapan Teknologi | Pendampingan kelompok dalam penerapan panel surya sebagai alternatif lampu/Pompa air berenergi surya | Aktif mengikuti setiap kegiatan penerapan penggunaan panel surya |
| 7 | Pendampingan penggunaan alat kepada mitra. | | Pendampingan kelompok dalam penggunaan panel surya sebagai alternatif lampu/Pompa air berenergi surya | Aktif mengikuti setiap kegiatan pendampingan penggunaan panel surya |
| 8 | Pelatihan Manajemen Organisasi (Aspek Manajemen | Pelatihan dan pendampingan | Pelatihan Manajemen Organisasi untuk memperkuat manajemen organisasi dari mitra | Mitra KTT berkontribusi menyediakan dan memfasilitasi sarana prasarana dalam kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan dan Mitra berperan aktif dalam kegiatan pelatihan |
| 9 | Evaluasi / posttest | Test | Pelatihan Manajemen Organisasi (Aspek Manajemen) | Mitra KTT berkontribusi menyediakan dan memfasilitasi sarana prasarana dalam kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan dan Mitra berperan aktif dalam kegiatan pelatihan |
| 10 | Keberlanjutan program | Keberlanjutan program | Setelah program selesai, diharapkan mitra tetap melanjutkan program demi kemajuan kelompok | Kegiatan berlanjut |

| | | | |
|----|--------------------------|---|--------------------------|
| 11 | Terjadwal kegiatan rutin | Terjadwal dengan rutin untuk melakukan pendampingan melalui kegiatan workshop dan pelatihan dari berbagai aspek usaha pertanian dan peternakan. | Terjadwal kegiatan rutin |
|----|--------------------------|---|--------------------------|

Tabel 2. Pelaksanaan Pemberdayaan Penerapan Solarcell untuk alternative lampu /Pompa air berenergi surya dan Partisipasi Mitra

| No | Aplikasi Kegiatan | Metode | Kegiatan | Keterlibatan Mitra |
|----|--|----------------------------|---|---|
| 1 | Pretest | Tes | Mitra | Aktif mengisi pretest |
| 2 | Deseminasi/sosialisasi Penerapan sumur air untuk pertanian | Ceramah | Mitra | Aktif menyimak materi |
| 3 | Pembuatan/Pengadaan alat penunjang (Tong Air, Tower untuk tong air, Bois, Pompa air, selang air) | Penerapan Teknologi | <ul style="list-style-type: none"> - Tong Air - Tower untuk tong air - Bois - Pompa air - Selang Air | Aktif mengikuti setiap kegiatan |
| 4 | Perancangan penempatan alat penunjang | Penerapan Teknologi | <ul style="list-style-type: none"> - Perakitan/pembuatan Tower untuk tempat tong air - Perakitan/pembuatan sumur air - Pompa air | Aktif mengikuti setiap kegiatan dan perancangan |
| 5 | Perancangan lokasi penempatan alat penunjang di lokasi mitra | Penerapan Teknologi | Tempat yang efisien untuk penempatan alat penunjang untuk mendukung pertanian | Aktif mengikuti setiap kegiatan dan perancangan lokasi alat penunjang di lokasi mitra |
| 6 | Penerapan teknologi sumur air untuk mendukung pertanian | Penerapan Teknologi | Pendampingan kelompok dalam penerapan sumur air dalam mendukung pertanian | Aktif mengikuti setiap kegiatan penerapan teknologi sumur air untuk mendukung pertanian |
| 7 | Pendampingan penggunaan alat kepada mitra. | | Pendampingan kelompok dalam penggunaan sumur air dengan memanfaatkan pompa air dengan memanfaatkan teknologi surya untuk mendukung pertanian | Aktif mengikuti setiap kegiatan pendampingan pemanfaatkan pompa air dengan memanfaatkan teknologi surya untuk mendukung pertanian |
| 8 | Pelatihan Manajemen Organisasi (Aspek Manajemen | Pelatihan dan pendampingan | Pelatihan Manajemen Organisasi untuk memperkuat manajemen organisasi dari mitra | Mitra berkontribusi menyediakan dan memfasilitasi sarana prasarana dalam kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan dan Mitra berperan aktif dalam kegiatan pelatihan |
| 9 | Evaluasi / posttest | Test | Pelatihan Manajemen Organisasi (Aspek Manajemen) | Mitra KTT berkontribusi menyediakan dan memfasilitasi sarana prasarana dalam kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan dan Mitra berperan aktif dalam kegiatan pelatihan |

| | | | | |
|----|--------------------------|---|---|--------------------------|
| 10 | Keberlanjutan program | Keberlanjutan program | Setelah program selesai, diharapkan mitra tetap melanjutkan program demi kemajuan kelompok | Kegiatan berlanjut |
| 11 | Terjadwal kegiatan rutin | Terjadwal dengan rutin untuk melakukan pendampingan melalui kegiatan workshop dan pelatihan dari berbagai aspek usaha pertanian dan peternakan. | Terjadwal dengan rutin untuk melakukan pendampingan melalui kegiatan workshop dan pelatihan dari berbagai aspek usaha pertanian dan peternakan. | Terjadwal kegiatan rutin |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Teknologi Pompa Berenergi Surya

Dalam kegiatan penerapan teknologi Solarcell untuk irigasi sistem pertanian terpadu dilaksanakan dengan melihat hasil analisis dan survey awal terkait pemanfaatan lahan pertanian masyarakat yang masih banyak yang belum digunakan dikarenakan kepulauan mantehage memiliki keterbatasan air dan listrik untuk menunjang pertanian, di saat musim kemarau irigasi untuk pertanian tidak maksimal sehingga, tanaman tidak bisa di siram sehingga mempengaruhi hasil pertanian dan berpengaruh pada minat Bertani dari masyarakat yang berkurang, dengan keadaan lahan pertanian masyarakat yang masih banyak bisa dimanfaatkan (gambar 2).



Gambar 2. Survey Lahan Yang Belum Di Manfaatkan Masyarakat

Setelah survey lokasi mitra selanjutnya memahami kondisi lahan pertanian dan kebutuhan air irigasi, serta memetakan potensi sinar matahari di lokasi untuk efektifitas penggunaan panel surya. Tim juga menyusun rencana kegiatan terperinci, termasuk persiapan alat dan bahan, seperti panel surya, baterai, pompa air, kabel, dan peralatan lainnya. Langkah selanjutnya yaitu penyerahan teknologi kepada mitra sesuai dengan yang telah di rancanakan berdasarkan hasil survei yang dilakukan, penyerahan teknologi diberikan kepada kelompok tani ternak sengkanaung sebagai mitra dari pelaksanaan kegiatan kosabangsa. Selanjutnya dilakukan deseminasi kepada mitra terkait teknologi atau inovasi yang akan diimplementasikan (Gambar 3).



Gambar 3. Penyerahan Alat Kepada Mitra Dan Deseminasi

Selanjutnya Bersama dengan mitra mengimplementasikan teknologi *solarcell* di perkebunan mitra yang menjadi pusat pertanian yang awalnya tidak dimaksimalkan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Teknologi Panel Surya Yang Diterapkan

Setelah Teknologi solarcell berenergi surya selesai dirancang maka alternative listrikpun sudah bisa berfungsi di siang hari seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Implementasi Teknologi Solarcell Sebagai Alternative Lampu

Implementasi teknologi solar cell untuk irigasi dan penerangan telah berhasil memenuhi kebutuhan listrik alternatif, dengan peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan dan keterampilan masyarakat terkait penggunaan dan pemeliharaan sistem solar cell.

Penerapan Teknologi Sumur Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Pada Pertanian

Kepulauan mantehage di saat musim kemara memiliki keterbatasan air, sehingga berdampak pada pertanian. Melalui pemberdayaan masyarakat yang dilaksanakan, salah satu program yaitu pembuatan sumur bor untuk menunjang pertanian seperti yang ada pada gambar 6.



Gambar 6. Teknologi Sumur Yang Akan Digunakan

Pendampingan kepada mitra dalam pembuatan sumur yang memanfaatkan pompa air berenergi surya sebagai alternative listrik ini sangat membantu masyarakat dalam system pertanian terpadu, seperti yang ada pada gambar 7.



Gambar 7. Sumur Yang Akan Menggunakan Pompa Berenergi Surya

Pelatihan Pemeliharaan Pertanian

Dengan melihat ketersediaan lahan di lokasi mitra yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan, oleh karena itu pemberdayaan ini membantu untuk bisa meningkatkan pertanian masyarakat dengan memberikan bibit pertanian dan juga pengetahuan tentang pertanian,



Gambar 8. Deseminasi Dan Pemberian Bibit Pertanian

Sebelum pelaksanaan, telah diukur pengetahuan mitra dengan memberikan pretest kepada 25 responden sebelum pelaksanaan pendampingan. Setelah diberikan bibit pertanian dan transfer pengetahuan, mitra di damping dalam melakukan pertanian yang baik seperti yang ada pada gambar 9.



Gambar 9. Pendampingan Dalam Pertanian

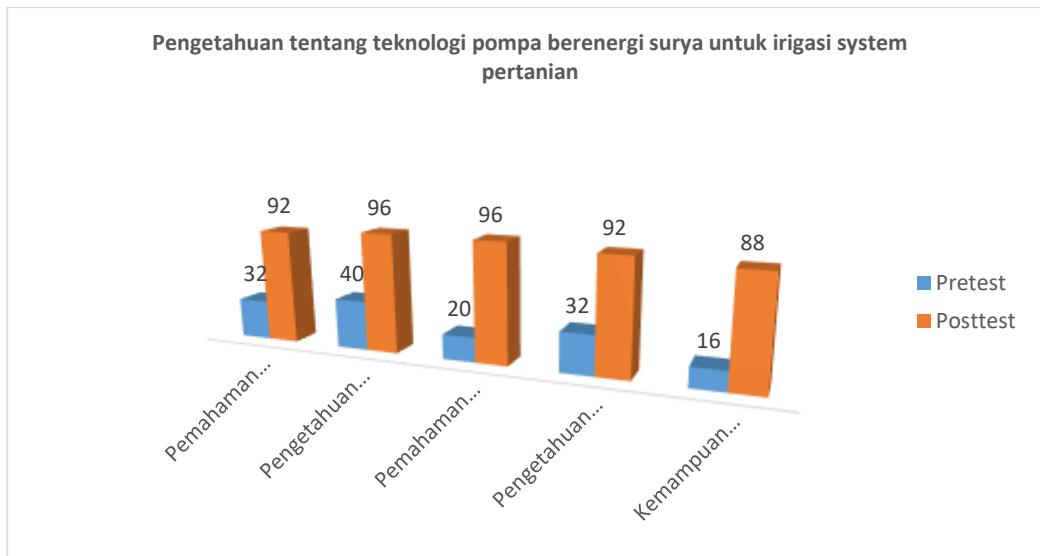
Untuk mengukur ketercapaian dari pelaksanaan kegiatan, tim pelaksana memberikan pretest dan posttest dan telah terurai pada hasil evaluasi.

Evaluasi Hasil Kegiatan

Penerapan Teknologi Pompa Berenergi Surya

Tabel 3. Hasil Evaluasi Teknologi Pompa Berenergi Surya Untuk Irigasi System Pertanian

| No | Aspek Pengetahuan/Teknis yang Diuji | Pretest (%) | Posttest (%) |
|----|--|-------------|--------------|
| 1 | Pemahaman tentang energi surya, cara kerja, koversi energi dan penggunaannya dalam irigasi | 32 | 92 |
| 3 | Pengetahuan tentang kelebihan dan kekurangan penggunaan energi surya | 40 | 96 |
| 4 | Pemahaman tentang sistem penyimpanan energi (baterai) dalam irigasi | 20 | 96 |
| 5 | Pengetahuan tentang instalasi dan pemeliharaan sistem pompa surya | 32 | 92 |
| 6 | Kemampuan untuk memprediksi kebutuhan energi dan efisiensi sistem irigasi pertanian | 16 | 88 |



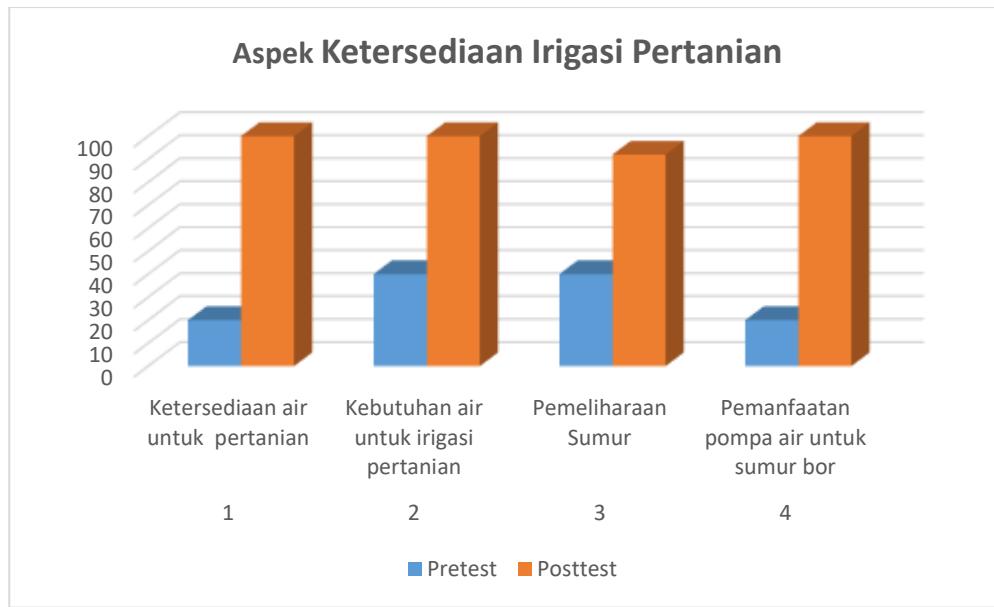
Gambar 10. Grafik Pengetahuan Tentang Teknologi Pompa Berenergi Surya

Hasil evaluasi kepada 25 responden mayoritas responden memiliki pemahaman yang terbatas mengenai teknologi pompa berenergi surya, terutama dalam hal instalasi, pemeliharaan, dan pemahaman mendalam tentang sistem penyimpanan energi. Hasil ini menunjukkan bahwa Pelaksanaan pelatihan teknologi pompa berenergi surya untuk irigasi sistem pertanian menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek-aspek pengetahuan dan keterampilan peserta. Pada aspek pemahaman tentang energi surya, cara kerja, konversi energi, dan penggunaannya dalam irigasi, terjadi peningkatan skor dari 32% saat pretest menjadi 92% pada posttest. Peserta juga menunjukkan peningkatan yang tinggi dalam pengetahuan tentang kelebihan dan kekurangan penggunaan energi surya, dengan skor meningkat dari 40% menjadi 96%. Pemahaman peserta mengenai sistem penyimpanan energi (baterai) dalam aplikasi irigasi meningkat pesat, dari hanya 20% pada pretest menjadi 96% pada posttest. Pengetahuan terkait instalasi dan pemeliharaan sistem pompa surya juga meningkat secara signifikan, dari 32% menjadi 92%. Terakhir, kemampuan untuk memprediksi kebutuhan energi dan efisiensi sistem irigasi pertanian menunjukkan peningkatan terbesar, dari 16% pada pretest menjadi 88% pada posttest. Hasil ini mencerminkan keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan kompetensi peserta terhadap teknologi irigasi berbasis energi surya, yang diharapkan dapat diterapkan secara efektif untuk mendukung ketahanan pangan dan sistem pertanian terpadu.

Penerapan Teknologi Sumur Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Pada Pertanian

Tabel 4. Hasil Pretest Ketersediaan Irigasi Pertanian

| No | Aspek Pengetahuan dan Ketersediaan | Pretest | Posttest |
|----|---------------------------------------|---------|----------|
| | | % | % |
| 1 | Ketersediaan air untuk pertanian | 20 | 100 |
| 2 | Kebutuhan air untuk irigasi pertanian | 40 | 100 |
| 3 | Pemeliharaan Sumur | 40 | 92 |
| 4 | Pemanfaatan pompa air untuk sumur bor | 20 | 100 |



Gambar 11. Aspek Ketersediaan Irigasi Pertanian

Hasil dari evaluasi kepada mitra dapat dilihat pada tabel 4, tentang aspek pengetahuan dan ketersediaan air untuk menunjang pertanian dengan jumlah responden 25 orang menunjukkan peningkatan signifikan dalam aspek pengetahuan dan ketersediaan terkait irigasi pertanian. Pada ketersediaan air untuk pertanian, terjadi peningkatan dari 20% menjadi 100%, mencerminkan pemahaman peserta yang optimal setelah pelatihan. Pengetahuan peserta mengenai kebutuhan air untuk irigasi pertanian juga mengalami peningkatan dari 40% menjadi 100%. Pada aspek pemeliharaan sumur, terjadi peningkatan dari 40% menjadi 92%. selanjutnya, pemanfaatan pompa air untuk sumur bor mengalami lonjakan signifikan dari 20% menjadi 100%, yang mengindikasikan peserta telah memahami sepenuhnya penggunaan teknologi pompa air untuk mendukung irigasi. Peningkatan ini menggambarkan keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta terkait aspek ketersediaan irigasi pertanian dapat dilihat pada gambar 11.

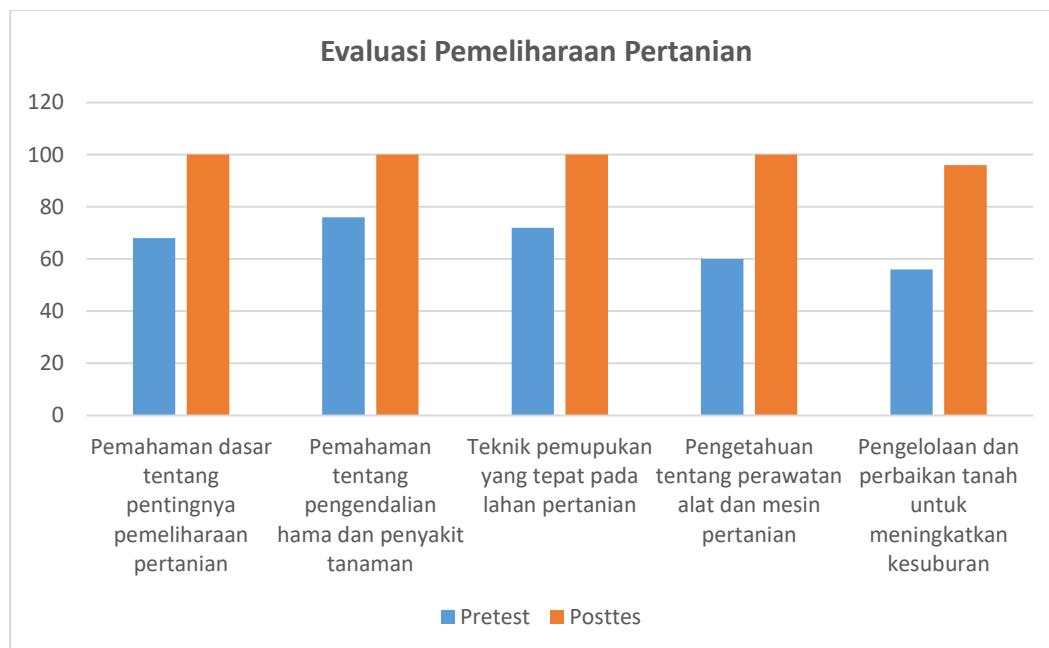
Pelatihan Pemeliharaan Pertanian

Pelatihan terkait pemeliharaan pertanian berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta secara signifikan. Pada aspek pemahaman dasar tentang pentingnya pemeliharaan pertanian, terjadi peningkatan dari 68% pada pretest menjadi 100% pada posttest, menunjukkan peserta telah sepenuhnya memahami pentingnya kegiatan pemeliharaan untuk mendukung hasil pertanian. Pemahaman tentang pengendalian hama dan penyakit tanaman juga meningkat dari 76% menjadi 100%, mencerminkan penguasaan peserta terhadap strategi perlindungan tanaman dari ancaman eksternal. Dalam hal teknik pemupukan yang tepat pada lahan pertanian, terjadi peningkatan dari 72% menjadi 100%, mengindikasikan peserta telah memahami cara mengoptimalkan penggunaan pupuk untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Peningkatan signifikan juga terlihat pada pengetahuan tentang perawatan alat dan mesin pertanian, dengan skor meningkat dari 60% menjadi 100%. Hal ini mencerminkan kesadaran dan kemampuan peserta dalam merawat peralatan agar dapat digunakan secara maksimal dan tahan lama. Pada aspek pengelolaan dan perbaikan tanah untuk meningkatkan kesuburan, terjadi peningkatan dari 56% pada pretest menjadi 96% pada posttest. Meskipun belum mencapai nilai maksimal, hasil ini

menunjukkan perkembangan yang sangat baik dalam pemahaman peserta mengenai teknik pengelolaan tanah. Secara keseluruhan, pelatihan ini berhasil meningkatkan seluruh aspek pengetahuan dan keterampilan pemeliharaan pertanian, yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian peserta. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pengetahuan dan keterampilan responden dalam aspek-aspek penting pertanian sangat baik, dengan mayoritas aspek mencapai tingkat pemahaman di atas 85%. Namun, ada ruang untuk perbaikan pada teknik pemupukan dan pengelolaan tanah meskipun persentase kesalahan masih relatif kecil

Tabel 5. Evaluasi Pemeliharaan Pertanian

| No | Aspek Pengetahuan/Pemeliharaan yang Diuji | Pretest (%) | Posttest (%) |
|----|--|-------------|--------------|
| 1 | Pemahaman dasar tentang pentingnya pemeliharaan pertanian | 68 | 100 |
| 3 | Pemahaman tentang pengendalian hama dan penyakit tanaman | 76 | 100 |
| 4 | Teknik pemupukan yang tepat pada lahan pertanian | 72 | 100 |
| 5 | Pengetahuan tentang perawatan alat dan mesin pertanian | 60 | 100 |
| 6 | Pengelolaan dan perbaikan tanah untuk meningkatkan kesuburan | 56 | 96 |



Gambar 9. Evaluasi pemeliharaan pertanian

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim pelaksana kegiatan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah memberikan dukungan melalui Hibah Kosabangsa, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.
2. Desa Mantehage 1 Bango terlebih Khusus Pemerintah setempat dan Mitra sasaran yaitu kelompok Tani Ternak Sengkanaung yang telah memberikan dukungan dan kerja sama dalam berbagai tahap pelaksanaan. Kolaborasi ini sangat membantu dalam mewujudkan tujuan program serta memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

3. Universitas Negeri Manado yang telah mendukung program ini terlebih khusus tim pendamping kegiatan.
4. Universitas Sari Putra Indonesia Tomohon yang memfasilitasi kegiatan ini juga.

KESIMPULAN

Kegiatan ini berhasil memberikan solusi inovatif bagi masyarakat di desa Mantehage 1 Bango, Minahasa Utara, dengan memperkenalkan teknologi pompa berenergi surya yang efisien dan ramah lingkungan. Teknologi ini mendukung sistem pertanian terpadu untuk meningkatkan ketahanan pangan sekaligus membantu pencegahan stunting melalui peningkatan ketersediaan bahan pangan bergizi. Pelatihan dan pendampingan yang diberikan juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola teknologi ini secara mandiri. Kegiatan menunjukkan dampak positif pada pemberdayaan masyarakat pulau kecil untuk mencapai keberlanjutan pangan dan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Parinsi. M. T, Ratumbuisang, K. F. Publikasi Indonesian Mobile Learning Information System Using Social Media Platforms. IGI Global (Publishing Tomorrow's reaserch Today). Chapter.29. Hal. 549-574. DOI: 10.4018/978-1-5225-9618-9.ch029.
- Kewas J. Publikasi The Effect of Surface Temperature of Solar Cell Monocrystalline 10 WP Toward Output Power in Tondano. Proceedings of Vocational Engineering International Conference. Vol.5. 2023
- Kewas J. C. Emes Y. G., Publikasi Analisa pengaruh sudut kemiringan panel surya kapasitas 10 watt peak (wp) tipe monocrystalline terhadap daya output. Gearbox: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin. Vol.3, No.2 (2022). DOI: <https://doi.org/10.53682/gj.v3i2>.
- Manampiring, N. Manalu, W. Sumantri, C. Kajian Epigenetik Gen Growth Hormone (GH) melalui Penyuntikan PMSG dan hCG pada Ternak Babi Untuk Optimasi Produksi. AGRIS - International System for Agricultural Science and Technology. 2023;
- Manampiring N, Pelatihan Dan Pendampingan Pengolahan Sampah Organik Dengan Metode Komposting Di Desa Wori Kabupaten Minahasa Utara. EDUPRENEUR: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Kewirausahaan. Vol.4, No.2 Novembern (2021). Hal. 30-34. DOI: <https://doi.org/10.36412/edupreneur.v4i2.3029>
- Stella Safitri. Minahasa Utara Urutan 4 Kasus Stunting di Sulut, Stella Safitri: Ada Inovasi yang Kami Buat Pemerintah Kabupaten Minahasa Utara. Perda Kabupaten Minahasa Utara No. 3 Tahun 2021 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) 2021-2026. Juli 29, 2021. manado.tribunnews.com.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Buku Panduan Indikator Kinerja Utama Perguruan Tinggi. 2021.
- United Nations. The 17 Sustainable Development Goals [Internet]. United Nations. 2024. Available from: <https://sdgs.un.org/goals>