



JURNAL INOVASI PENDIDIKAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

Volume 3, Issue 1, June 2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0
International License.

PEMBERDAYAAN KELOMPOK TANI DALAM REHABILITASI LAHAN PASCA- TAMBANG MELALUI TEKNOLOGI IRIGASI TENAGA SURYA DI KABUPATEN KETAPANG

Ardi Prasetya, Laila Novita
Politeknik Negeri Ketapang
ardi.prasetya@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas pertambangan skala besar di Kabupaten Ketapang telah meninggalkan warisan lahan kritis yang luas, asam, dan tidak produktif, sehingga menghilangkan sumber penghidupan masyarakat agraris. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan kelompok tani lokal dalam merehabilitasi lahan pasca-tambang melalui transfer teknologi pertanian berkelanjutan. Fokus utama dari program ini adalah perancangan dan implementasi sistem irigasi tetes bertenaga surya sebagai solusi inovatif untuk mengatasi masalah ketersediaan air dan kondisi tanah yang ekstrem. Menggunakan metode *Participatory Action Research* (PAR) yang melibatkan 25 petani, program ini memfasilitasi serangkaian lokakarya teknis dan pendampingan lapangan. Hasil dari program ini menunjukkan adanya transformasi kapabilitas yang signifikan pada kelompok tani, dari yang semula pesimis menjadi mampu mengelola lahan kritis secara produktif. Secara konkret, program ini berhasil merehabilitasi satu hektar lahan tidur, membangun satu unit sistem irigasi tenaga surya yang berfungsi penuh, dan menghasilkan panen perdana sayuran organik. Lebih dari itu, terjadi perubahan sosial yang mendalam, di mana kelompok tani berevolusi menjadi sebuah unit usaha kolektif yang mandiri dengan visi keberlanjutan ekologis dan ekonomis. Program ini membuktikan bahwa pendekatan teknologi tepat guna yang partisipatif adalah kunci untuk memulihkan baik ekosistem yang rusak maupun harapan komunitas yang terpinggirkan.

Kata Kunci: Pemberdayaan Petani; Lahan Pasca-Tambang; Irigasi Tenaga Surya; Teknologi Tepat Guna; Pembangunan Berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Kabupaten Ketapang di Provinsi Kalimantan Barat merupakan wilayah yang kaya akan sumber daya alam, khususnya bahan tambang seperti bauksit. Selama beberapa dekade, eksploitasi sumber daya ini telah menjadi salah satu motor penggerak ekonomi regional. Namun, di balik manfaat ekonomi tersebut, tersembunyi sebuah konsekuensi ekologis dan sosial yang serius: warisan berupa ribuan hektar lahan kritis pasca-tambang. Aktivitas penambangan, terutama yang dilakukan dengan metode terbuka (*open-pit mining*), secara drastis mengubah topografi, menghilangkan lapisan tanah atas (*topsoil*) yang subur, dan meninggalkan tanah dengan tingkat keasaman tinggi serta kandungan logam berat yang berbahaya. Lahan-lahan ini, yang seringkali ditinggalkan tanpa upaya reklamasi yang memadai, menjadi lanskap yang terluka, tidak produktif, dan sulit untuk dipulihkan.

Bagi masyarakat lokal yang secara turun-temurun menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian, keberadaan lahan pasca-tambang ini merupakan sebuah tragedi senyap. Mereka kehilangan akses terhadap tanah subur yang menjadi sumber pangan dan pendapatan. Upaya untuk mengolah kembali lahan kritis ini seringkali berujung pada kegagalan. Tanaman sulit tumbuh karena tanah yang miskin unsur hara dan terlalu asam. Selain itu, masalah utama yang dihadapi adalah manajemen air. Lahan yang telah kehilangan vegetasi dan lapisan humus tidak mampu menahan air, sehingga menjadi sangat kering di musim kemarau, namun rentan terhadap erosi dan genangan air asam di musim hujan. Kondisi ini menciptakan lingkaran setan kemiskinan dan keputusasaan di kalangan petani.

Mengatasi permasalahan kompleks ini memerlukan sebuah pendekatan yang inovatif, berkelanjutan, dan berpusat pada masyarakat. Upaya rehabilitasi konvensional seringkali bersifat *top-down*, mahal, dan tidak berkelanjutan begitu proyek selesai. Oleh karena itu, diperlukan sebuah model intervensi yang tidak hanya bertujuan untuk memulihkan tanah, tetapi juga untuk membangun kapasitas dan kemandirian komunitas itu sendiri. Di sinilah peran institusi pendidikan tinggi vokasi seperti Politeknik Negeri Ketapang menjadi sangat strategis. Sebagai lembaga yang berfokus pada ilmu terapan dan teknologi tepat guna, politeknik memiliki kapasitas untuk menjembatani kesenjangan antara inovasi teknologi dengan kebutuhan nyata di masyarakat.

Salah satu inovasi yang paling menjanjikan untuk mengatasi masalah di lahan pasca-tambang adalah penerapan teknologi irigasi presisi yang hemat air dan energi. Sistem irigasi tetes (*drip irrigation*), misalnya, dapat mengantarkan air dan nutrisi langsung ke akar tanaman,

meminimalisir penguapan dan penggunaan air. Namun, tantangannya adalah sumber energi untuk memompa air, terutama di lokasi terpencil yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Solusi yang paling ideal untuk ini adalah pemanfaatan energi surya. Sistem pompa air bertenaga surya adalah teknologi yang bersih, berkelanjutan, dan biaya operasionalnya nyaris nol setelah instalasi awal. Kombinasi antara teknik pemulihan tanah organik dengan sistem irigasi tetes bertenaga surya menawarkan sebuah solusi terintegrasi yang komprehensif.

Berangkat dari analisis ini, tim pengabdian dari Politeknik Negeri Ketapang merancang sebuah program pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk memberdayakan sebuah kelompok tani di salah satu desa yang terdampak aktivitas pertambangan di Kabupaten Ketapang. Tujuan utama program ini adalah mentransfer pengetahuan dan teknologi untuk merehabilitasi lahan pasca-tambang, dengan fokus utama pada perancangan, instalasi, dan pengelolaan partisipatif sebuah sistem irigasi tetes bertenaga surya. Program ini tidak dirancang sebagai bantuan karitatif, melainkan sebagai sebuah laboratorium lapangan kolaboratif, di mana para petani dan akademisi bekerja bersama untuk menciptakan sebuah model pertanian berkelanjutan. Artikel ini akan memaparkan secara naratif dan mendalam seluruh proses dan dampak dari program ini, dari kondisi keputusasaan awal hingga tumbuhnya harapan dan hasil panen perdana.

KAJIAN TEORI

Rehabilitasi Lahan Kritis Pasca-Tambang

Lahan pasca-tambang memiliki karakteristik yang sangat menantang, antara lain pH tanah yang sangat rendah (asam), kepadatan tanah yang tinggi, miskin bahan organik dan unsur hara esensial, serta seringkali terkontaminasi logam berat (Wong, 2003). Proses rehabilitasi, atau sering disebut reklamasi, bertujuan untuk memulihkan fungsi ekologis dan produktivitas lahan. Pendekatan modern menekankan pada penggunaan teknik rekayasa ekologis, seperti fitoremediasi (penggunaan tanaman untuk menyerap polutan) dan fitostabilisasi (penggunaan tanaman untuk mencegah erosi). Kunci utama dari keberhasilan rehabilitasi adalah perbaikan sifat fisik dan kimia tanah melalui penambahan bahan organik (amelioran) seperti kompos, pupuk kandang, atau biochar, serta penggunaan kapur (dolomit) untuk menetralkan keasaman tanah (Bradshaw, 1997).

Teknologi Pertanian Tepat Guna (TPTG)

TPTG adalah konsep penerapan teknologi yang dirancang sesuai dengan konteks lingkungan, budaya, ekonomi, dan sosial dari komunitas penggunanya. Prinsip utamanya adalah teknologi tersebut haruslah terjangkau, mudah dioperasikan dan dirawat oleh masyarakat lokal,

serta ramah lingkungan (Schumacher, 1973). Dalam konteks pertanian di lahan terencil, sistem irigasi bertenaga surya adalah contoh ideal dari TPTG. Sistem ini terdiri dari panel surya fotovoltaik yang mengubah sinar matahari menjadi listrik, sebuah kontroler, pompa air DC (arus searah), dan sistem distribusi air (misalnya, irigasi tetes). Teknologi ini membebaskan petani dari ketergantungan pada bahan bakar fosil atau listrik PLN, memberikan kemandirian energi dan air yang sangat penting untuk keberhasilan pertanian di lahan sulit (Ghoneim, 2016).

Pemberdayaan Masyarakat melalui Transfer Teknologi Partisipatif

Transfer teknologi ke komunitas seringkali gagal jika dilakukan dengan pendekatan *top-down*, di mana komunitas hanya dianggap sebagai penerima pasif. Pemberdayaan masyarakat melalui transfer teknologi menekankan pada proses partisipasi aktif dari komunitas dalam setiap tahapan, mulai dari penilaian kebutuhan, pemilihan teknologi, adaptasi desain, instalasi, hingga pengelolaan dan pemeliharaan (Chambers, 1994). Pendekatan ini, yang sering difasilitasi melalui metodologi seperti *Participatory Action Research* (PAR), tidak hanya bertujuan untuk membuat teknologi berfungsi, tetapi juga untuk membangun kapasitas, pengetahuan, dan rasa kepemilikan (*ownership*) di dalam komunitas. Keberhasilan diukur bukan hanya dari kinerja teknis alat, tetapi dari kemampuan komunitas untuk mengelola dan bahkan mereplikasi teknologi tersebut secara mandiri.

METODE PENELITIAN

Program pengabdian ini sepenuhnya dijalankan dengan menggunakan kerangka metodologi *Participatory Action Research* (PAR). Pendekatan ini dipilih karena filosofinya yang menempatkan komunitas sebagai subjek dan mitra utama dalam penelitian dan aksi, bukan sebagai objek. PAR memungkinkan adanya siklus pembelajaran dan adaptasi yang berkelanjutan, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan teknis dan sosial yang dinamis di lapangan. Lokasi kegiatan adalah sebuah dusun di Kecamatan Matan Hilir Selatan, Kabupaten Ketapang, yang memiliki area lahan pasca-penambangan bauksit skala kecil yang terbengkalai.

Mitra utama dalam program ini adalah sebuah kelompok tani bernama "Tunas Harapan" yang beranggotakan 25 kepala keluarga. Sebagian besar dari mereka adalah petani tradisional yang kehilangan lahan produktifnya dan pernah mencoba bekerja sebagai penambang. Pemilihan kelompok ini didasarkan pada adanya keinginan kuat dari mereka untuk kembali bertani dan kemauan untuk mencoba hal baru, meskipun diliputi skeptisisme akibat kegagalan-kegagalan sebelumnya.

Proses PAR dalam kegiatan ini diimplementasikan melalui beberapa tahapan aksi yang terstruktur namun fleksibel:

1. **Tahap Diagnosis dan Perencanaan Partisipatif:** Tahap awal difokuskan untuk membangun hubungan saling percaya dan memahami masalah dari perspektif warga. Tim pengabdian melakukan serangkaian FGD untuk mendengarkan cerita, pengalaman, dan harapan mereka. Dilakukan juga kegiatan pemetaan lahan partisipatif, di mana warga dan tim bersama-sama mengidentifikasi batas lahan kritis, sumber air terdekat, dan menganalisis karakteristik tanah secara sederhana. Sampel tanah juga diambil untuk dianalisis di laboratorium Politeknik guna mendapatkan data pH dan kandungan hara yang akurat sebagai dasar perencanaan.
2. **Tahap Aksi 1 - Lokakarya Pemulihan Kesehatan Tanah:** Berdasarkan hasil analisis tanah, dirancang lokakarya praktis tentang teknik ameliorasi tanah. Peserta diajarkan cara membuat kompos skala besar menggunakan bahan-bahan lokal yang melimpah seperti tandan kosong kelapa sawit, sekam padi, dan kotoran ternak. Mereka juga diajarkan tentang fungsi dan cara aplikasi kapur dolomit untuk menaikkan pH tanah. Lokakarya ini bersifat *learning by doing*, di mana peserta langsung mempraktikkan pembuatan kompos dan pengolahan lahan.
3. **Tahap Aksi 2 - Perancangan dan Instalasi Sistem Irigasi Tenaga Surya Partisipatif:** Ini adalah inti dari intervensi teknologi. Prosesnya tidak bersifat "pemasangan oleh ahli", melainkan "pembangunan bersama". Dimulai dengan lokakarya pengenalan konsep dasar energi surya dan komponen sistem irigasi. Kemudian, tim teknis dari Politeknik bersama-sama dengan para petani merancang tata letak sistem yang paling efisien. Para petani, terutama yang lebih muda, dilibatkan secara aktif dalam setiap langkah instalasi: mulai dari membangun fondasi untuk panel surya, merakit rangka, memasang panel, menghubungkan kabel ke kontroler dan pompa, hingga memasang jaringan pipa irigasi tetes di atas bedengan yang telah mereka siapkan.
4. **Tahap Aksi 3 - Implementasi Pertanian dan Pendampingan:** Setelah sistem irigasi berfungsi, kelompok tani memulai siklus tanam perdana. Jenis tanaman (seperti cabai, terong, dan kacang panjang) dipilih bersama berdasarkan analisis pasar dan kesesuaian dengan kondisi tanah yang telah diperbaiki. Selama periode ini, tim pengabdian memberikan

pendampingan intensif, baik dalam aspek agronomi (pengendalian hama organik, pemupukan susulan) maupun aspek teknis (pemeliharaan sistem irigasi).

5. **Tahap Refleksi dan Evaluasi:** Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan melalui pertemuan mingguan dengan kelompok tani. Pada akhir program, dilakukan FGD evaluatif akhir untuk merefleksikan seluruh perjalanan, mendokumentasikan pembelajaran, mengukur dampak yang dirasakan, dan merencanakan keberlanjutan program secara mandiri oleh kelompok.

Pengumpulan data utama dalam program ini bersifat kualitatif, mencakup transkrip wawancara mendalam, catatan lapangan terstruktur, dokumentasi visual (foto dan video) dari setiap tahapan proses, serta analisis artefak seperti peta partisipatif dan catatan keuangan awal kelompok. Analisis data dilakukan secara naratif-tematik, bertujuan untuk membangun sebuah cerita yang utuh dan kaya tentang proses transformasi yang terjadi pada lahan dan, yang lebih penting, pada manusianya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari program pengabdian ini disajikan dalam dua bagian naratif utama. Bagian A akan mengupas secara mendalam proses transformasi teknis dan pengetahuan, yang berfokus pada bagaimana lahan yang dianggap mati dapat dihidupkan kembali melalui kolaborasi dan penerapan teknologi tepat guna. Bagian B akan menganalisis dampak holistik dari program ini, yang melampaui aspek teknis dan menyentuh perubahan sosial, ekonomi, dan psikologis komunitas, serta memproyeksikan keberlanjutan dari inisiatif ini.

A. Proses Transformasi Lahan Kritis: Sebuah Narasi tentang Teknologi, Kolaborasi, dan Pengetahuan Terapan

Perjalanan untuk mengubah sebidang tanah pasca-tambang yang terluka menjadi lahan pertanian yang produktif adalah sebuah proses yang kompleks, menantang, dan penuh dengan pembelajaran. Ini bukan sekadar cerita tentang penerapan teknologi, tetapi tentang bagaimana teknologi tersebut diperkenalkan, diadaptasi, dan akhirnya dimiliki oleh komunitas melalui sebuah proses kolaborasi yang intensif. Proses ini dapat diuraikan melalui beberapa babak krusial yang saling terkait.

Babak Pertama: Diagnosis Bersama – Membaca Keputusan di Atas Tanah Merah

Pertemuan pertama tim pengabdian dengan kelompok tani "Tunas Harapan" berlangsung di bawah sebuah pondok sederhana di tepi sehamparan lahan yang memprihatinkan.

Pemandangannya didominasi oleh tanah merah kecoklatan yang padat, retak-retak di bawah terik matahari, dengan beberapa genangan air berwarna keruh kekuningan sisa hujan semalam. Vegetasi yang ada hanya berupa rumput liar yang kerdil dan beberapa semak belukar yang merana. Inilah wajah dari lahan pasca-penambangan bauksit skala kecil yang telah ditinggalkan selama hampir lima tahun.

Dalam sesi *Focus Group Discussion* (FGD) awal, terungkap sebuah narasi kolektif yang dipenuhi dengan kegagalan dan keputusasaan. Pak Sarmin, ketua kelompok tani, dengan nada datar menceritakan, "Sudah kami coba, Pak. Dulu kami tanami singkong, hasilnya kerdil, umbinya pahit. Kami coba tanam jagung, batangnya kuning semua lalu mati sebelum berbuah. Tanah ini seperti dikutuk, tidak mau ditanami apa-apa lagi." Cerita ini diamini oleh anggota lainnya. Mereka telah menghabiskan tenaga dan sedikit modal yang mereka punya untuk membeli bibit, namun hasilnya selalu nihil. Kegagalan berulang ini telah menumbuhkan sebuah keyakinan kolektif bahwa lahan tersebut "sudah mati" dan tidak mungkin lagi bisa produktif.

Skeptisisme terhadap program yang ditawarkan oleh tim pengabdian sangat terasa. Ketika konsep "irigasi tenaga surya" diperkenalkan, respons yang muncul adalah keraguan. "Alat dari kota seperti itu pasti rumit dan mahal. Kalau rusak, siapa yang bisa perbaiki di sini?" tanya seorang anggota. Ketakutan ini sangat beralasan, lahir dari pengalaman masa lalu dengan program bantuan yang seringkali meninggalkan teknologi yang tidak sesuai dan tidak berkelanjutan.

Langkah pertama untuk memecah kebuntuan ini adalah dengan mengubah posisi tim pengabdian dari "pemberi solusi" menjadi "mitra belajar". Tim tidak langsung menawarkan teknologi, melainkan mengajak para petani untuk melakukan diagnosis bersama. Mereka diajak untuk berjalan menyusuri lahan, mengambil sampel tanah dari berbagai titik, dan melakukan tes pH sederhana menggunakan kertas lakmus. Ketika kertas lakmus berubah menjadi merah pekat, menunjukkan tingkat keasaman yang sangat tinggi (pH di bawah 4), terjadi momen pencerahan pertama. Tim menjelaskan dengan bahasa sederhana bagaimana tanah yang terlalu asam akan "mengikat" unsur hara sehingga tidak bisa diserap oleh akar tanaman, tidak peduli sebanyak apa pun pupuk yang diberikan. "Oh, jadi masalahnya bukan pada tanamannya, tapi pada tanahnya," celetuk Pak Sarmin. Pemahaman sederhana ini mulai menggeser fokus masalah dari "nasib buruk" menjadi "kondisi teknis yang bisa diubah". Analisis laboratorium yang kemudian dibawa dari Politeknik mengkonfirmasi temuan ini dengan data yang akurat, menunjukkan kandungan bahan organik yang kurang dari 1% dan ketersediaan unsur hara N, P, K yang sangat rendah. Data ini,

yang dipresentasikan dalam pertemuan berikutnya, menjadi dasar pijakan yang logis dan meyakinkan untuk memulai tindakan.

Babak Kedua: Terapi Tanah – Menghidupkan Kembali Jantung Kehidupan

Aksi nyata pertama adalah lokakarya "Terapi Tanah". Fokusnya adalah mengajarkan para petani untuk menjadi "dokter" bagi tanah mereka sendiri. Berbekal hasil analisis laboratorium dan pengetahuan lokal tentang ketersediaan bahan, dirancang sebuah resep pemulihan tanah. Resep ini terdiri dari tiga komponen utama: kapur dolomit untuk menetralkan keasaman, kompos dari tandan kosong kelapa sawit (TKS) dan kotoran sapi untuk menyediakan bahan organik dan unsur hara makro, serta arang sekam untuk memperbaiki struktur tanah dan menjadi rumah bagi mikroorganisme.

Proses pembuatan kompos skala besar menjadi kegiatan kolektif pertama yang membangkitkan semangat. Para petani, yang terbiasa bekerja sendiri-sendiri, kini bahu-membahu mengangkut TKS dari pabrik terdekat, mencampurnya dengan kotoran sapi dan sekam padi, lalu menumpuknya menjadi gundukan-gundukan besar. Tim dari Politeknik memperkenalkan teknik pengomposan aerobik yang dipercepat menggunakan dekomposer EM4. Setiap minggu, mereka bersama-sama membalik tumpukan kompos tersebut. Saat mereka merasakan panas yang keluar dari tumpukan dan melihat bagaimana bahan-bahan kasar itu perlahan berubah menjadi material hitam yang gembur dan berbau seperti tanah hutan, antusiasme mereka tumbuh. Mereka menyaksikan secara langsung proses "kehidupan" kembali terjadi.

Setelah kompos matang, proses pengolahan lahan dimulai. Lahan seluas satu hektar yang telah dipetakan, dibajak bersama-sama. Kemudian, kapur dolomit dan puluhan ton kompos yang telah mereka produksi ditebarkan dan dicampurkan secara merata ke dalam tanah. Ini adalah pekerjaan fisik yang sangat berat, namun dilakukan dengan semangat gotong royong yang tinggi. Mereka tidak lagi melihatnya sebagai pekerjaan sia-sia, karena kini mereka memiliki pemahaman ilmiah di baliknya. Mereka sedang memberikan "obat" dan "vitamin" untuk tanah mereka yang sakit. Dalam waktu beberapa minggu, perubahan visual mulai terlihat. Warna tanah yang tadinya merah pucat berubah menjadi lebih gelap dan gembur. Lahan yang tadinya keras dan padat kini menjadi lebih mudah untuk diolah.

Babak Ketiga: Jantung Teknologi – Membangun Harapan dengan Cahaya Matahari

Ini adalah babak paling krusial dan menjadi inti dari inovasi teknologi dalam program ini. Setelah lahan siap, tantangan berikutnya adalah air. Sumber air terdekat adalah sebuah embung

kecil sisa galian tambang yang letaknya sekitar 200 meter dari lahan garapan dan berada di level yang lebih rendah. Mengangkut air secara manual untuk satu hektar lahan adalah pekerjaan yang mustahil. Di sinilah teknologi irigasi tenaga surya diperkenalkan, bukan sebagai produk jadi, melainkan sebagai sebuah proyek rekayasa bersama.

Proses dimulai di balai desa, dengan lokakarya pengenalan komponen. Tim teknis membongkar setiap bagian: panel surya, *solar charge controller*, baterai (aki), pompa air DC, dan berbagai jenis sambungan pipa. Para petani, terutama yang lebih muda, diajak untuk memegang, melihat, dan memahami fungsi setiap komponen. Konsep konversi energi matahari menjadi listrik dijelaskan dengan analogi yang mudah dipahami. "Anggap saja panel surya ini seperti daun pada tanaman, Pak. Dia menangkap cahaya matahari untuk menghasilkan energi. Energi itu kita simpan di baterai ini, seperti kita menyimpan makanan di lumbung, supaya bisa kita pakai kapan saja, bahkan saat malam hari," jelas salah satu fasilitator.

Proses instalasi menjadi sebuah lokakarya raksasa di lapangan. Para petani dibagi menjadi beberapa tim sesuai minat dan kemampuan. Tim "Fondasi" bertugas menggali lubang dan mengecor tiang penyangga untuk panel surya. Tim "Perakitan" dipimpin oleh teknisi dari Politeknik, namun para pemuda dilibatkan langsung dalam memasang panel surya ke rangkanya dan mengencangkan setiap baut. Tim "Kelistrikan", yang paling teknis, diajarkan cara menghubungkan kabel dari panel ke *controller*, dari *controller* ke baterai, dan dari baterai ke pompa. Mereka diajarkan tentang polaritas positif dan negatif, serta pentingnya keamanan. Tim "Perpipaan" adalah tim terbesar, bertugas menggali parit dangkal dan menyambungkan ratusan meter pipa utama dan selang irigasi tetes di atas 50 bedengan yang telah disiapkan.

Momen puncak yang paling ditunggu-tunggu adalah saat uji coba sistem. Setelah semua komponen terpasang, di bawah terik matahari Ketapang, saklar pada *controller* dinyalakan. Hening sejenak, lalu terdengar suara dengungan halus dari pompa air yang diletakkan di embung. Beberapa detik kemudian, dari ujung pipa utama di lahan garapan, air menyembur keluar. Sorak sorai dan tepuk tangan pecah di antara para petani. Air tersebut kemudian dialirkan ke jaringan selang tetes, dan mereka menyaksikan dengan takjub bagaimana tetesan-tetesan air mulai keluar secara perlahan dan konsisten dari setiap lubang emitter, jatuh tepat di dekat calon lubang tanam. Bagi mereka, ini bukan sekadar air. Ini adalah bukti nyata bahwa teknologi yang tadinya mereka anggap "rumit" dan "mustahil" ternyata bisa mereka bangun dengan tangan mereka sendiri. Ini adalah air harapan yang ditenagai oleh cahaya matahari. Rasa kepemilikan terhadap sistem ini

sangat tinggi. Mereka tahu setiap sambungan pipa, setiap posisi panel, dan setiap fungsi komponen. "Kalau ada yang bocor, kami sudah tahu cara menambalnya. Kalau baterainya tekor, kami tahu cara memeriksanya," kata seorang pemuda dengan bangga. Fondasi kemandirian teknologi telah berhasil ditanamkan.

B. Dampak Holistik dan Proyeksi Keberlanjutan: Dari Tunas Tanaman ke Tunas Kemandirian Komunitas

Keberhasilan teknis dalam menghidupkan kembali lahan dan mengalirkan air adalah awal dari sebuah dampak yang jauh lebih luas dan mendalam. Program ini tidak hanya merehabilitasi tanah, tetapi juga merehabilitasi semangat dan struktur sosial komunitas. Dampak holistik ini dapat dilihat dari berbagai aspek yang saling menguatkan, memproyeksikan sebuah masa depan yang lebih cerah dan mandiri bagi kelompok tani "Tunas Harapan".

Tumbuhnya Kehidupan: Panen Perdana sebagai Puncak Pembuktian

Setelah sistem irigasi berfungsi sempurna dan lahan telah diolah, siklus tanam perdana dimulai. Dengan pertimbangan bersama, mereka memilih untuk menanam komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang relatif cepat panen, seperti cabai rawit, terong, dan kacang panjang. Proses penanaman dan pemeliharaan menjadi sebuah rutinitas baru yang penuh semangat. Setiap pagi dan sore, mereka bisa melihat tanaman mereka disirami secara otomatis oleh sistem irigasi tetes. Efisiensi ini membebaskan banyak waktu dan tenaga mereka, yang bisa dialihkan untuk pekerjaan pemeliharaan lain seperti penyiangan dan pengendalian hama. Mereka juga secara konsisten menerapkan ilmu pembuatan pestisida nabati dari daun nimba dan tembakau yang telah diajarkan, mengurangi ketergantungan pada bahan kimia.

Tiga bulan kemudian, momen yang paling dinanti tiba: panen perdana. Pemandangan di lahan tersebut telah berubah total. Hamparan tanah merah yang dulu gersang kini tertutup oleh hijaunya dedaunan yang subur, dihiasi oleh warna ungu dari buah terong yang bergelantungan dan merahnya cabai rawit yang siap petik. Proses panen dilakukan bersama-sama dalam suasana penuh suka cita. Ini bukan sekadar panen sayuran; ini adalah panen dari kerja keras, kolaborasi, dan harapan mereka selama berbulan-bulan.

Hasil panen pertama sangat memuaskan. Mereka berhasil memanen lebih dari 200 kilogram cabai rawit, 300 kilogram terong, dan sekitar 150 kilogram kacang panjang dari luasan tanam awal. Hasil ini memiliki dampak ekonomi langsung yang berlapis. Sebagian besar hasil panen dialokasikan untuk konsumsi keluarga masing-masing. Ibu-ibu dalam kelompok

melaporkan bahwa kini mereka bisa menghemat pengeluaran belanja sayuran secara signifikan dan, yang lebih penting, keluarga mereka bisa mengonsumsi sayuran segar yang mereka tahu persis ditanam secara sehat tanpa pestisida kimia berlebihan. Ini adalah dampak langsung pada ketahanan pangan dan gizi keluarga.

Sisa hasil panen yang melimpah kemudian mereka jual secara kolektif. Awalnya, mereka menjualnya di pasar desa terdekat. Namun, berkat cerita yang menyebar, beberapa pemilik rumah makan di kota Ketapang mulai datang langsung ke lokasi untuk membeli. Mereka tertarik bukan hanya karena harganya yang kompetitif, tetapi juga karena cerita di baliknya: sayuran yang tumbuh di atas lahan yang "dihidupkan kembali". Keberhasilan penjualan ini memberikan suntikan modal dan kepercayaan diri yang luar biasa bagi kelompok. Untuk pertama kalinya, mereka melihat lahan yang dulu dianggap kutukan kini menjadi sumber pendapatan yang nyata. Catatan keuangan sederhana yang mulai mereka buat menunjukkan adanya keuntungan bersih yang bisa dibagi rata dan sebagian disimpan sebagai kas kelompok.

Evolusi Sosial: Menguatnya Kohesi dan Lahirnya Kelembagaan Lokal

Dampak paling mendalam dari program ini mungkin bukanlah pada aspek ekonomi, melainkan pada aspek sosial. Proses kerja kolektif yang intensif, mulai dari membuat kompos hingga memasang pipa, telah menempa kembali ikatan sosial di antara mereka yang sempat renggang akibat kesulitan ekonomi. Mereka yang tadinya bekerja sendiri-sendiri kini terbiasa berdiskusi, berdebat secara sehat, dan mengambil keputusan bersama. Gotong royong, yang sempat luntur, kini hidup kembali dengan tujuan yang baru.

Menyadari pentingnya keberlanjutan, tim pengabdian memfasilitasi proses penguatan kelembagaan kelompok. Melalui beberapa kali musyawarah, mereka secara resmi menyusun Anggaran Dasar dan Anggaran Rumah Tangga (AD/ART) untuk kelompok tani "Tunas Harapan". Mereka memilih pengurus secara demokratis, lengkap dengan pembagian tugas yang jelas. Pak Sarmin tetap dipercaya sebagai ketua, sementara beberapa pemuda yang cakap secara teknis ditunjuk sebagai penanggung jawab operasional sistem irigasi. Ibu-ibu membentuk seksi pemasaran yang bertugas mencari pembeli dan mengelola penjualan.

Pembentukan struktur organisasi ini adalah langkah krusial menuju kemandirian. Mereka kini memiliki mekanisme formal untuk menyelesaikan konflik, merencanakan kegiatan, dan mengelola keuangan secara transparan. Pertemuan rutin yang awalnya difasilitasi oleh tim pengabdian kini mulai mereka selenggarakan secara mandiri. Agenda pertemuannya pun

berkembang. Mereka tidak hanya membahas masalah teknis pertanian, tetapi juga mulai merencanakan masa depan. "Setelah ini kita mau coba tanam semangka, sepertinya cocok di sini," usul seorang anggota dalam sebuah pertemuan. "Bagaimana kalau sebagian kas kelompok kita gunakan untuk membeli alat pencacah kompos agar lebih cepat?" timpal yang lain. Diskusi-diskusi semacam ini menunjukkan bahwa mereka telah bertransformasi dari sekadar kelompok kerja menjadi sebuah organisasi pembelajar yang dinamis.

Proyeksi Keberlanjutan: Dari Lahan Percontohan Menuju Pusat Edukasi

Di akhir periode pendampingan, dalam sesi refleksi akhir, sebuah visi baru yang menarik muncul dari para petani itu sendiri. Keberhasilan mereka telah menarik perhatian dari petani-petani lain di desa sekitar. Beberapa kali ada kelompok dari desa tetangga yang datang untuk melihat langsung "lahan ajaib" mereka dan sistem irigasi tenaga surya yang unik itu. Berangkat dari pengalaman ini, muncul sebuah ide untuk mengembangkan lahan mereka lebih dari sekadar area produksi.

"Bagaimana kalau kita jadikan tempat kita ini sebagai tempat belajar bagi petani lain, Pak?" usul Budi, seorang pemuda yang sangat aktif. "Kita bisa buat paket kunjungan. Mereka bisa datang, melihat, belajar cara buat kompos, belajar tentang irigasi surya. Nanti mereka bisa bayar sedikit untuk kas kelompok." Ide ini disambut dengan antusias oleh anggota lain. Mereka mulai membayangkan lahan mereka sebagai sebuah "laboratorium lapangan" atau "agrowisata edukatif". Visi ini menunjukkan sebuah lompatan paradigma yang luar biasa. Mereka yang tadinya adalah objek dari program pemberdayaan, kini melihat diri mereka sebagai subjek yang bisa memberdayakan orang lain. Mereka ingin menjadi penyebar inovasi, bukan lagi hanya penerima.

Visi ini sangat realistis dan memiliki potensi keberlanjutan yang tinggi. Pertama, ia menciptakan sumber pendapatan alternatif bagi kelompok di luar penjualan hasil panen. Kedua, ia memperkuat identitas dan kebanggaan mereka sebagai pelopor pertanian berkelanjutan di lahan pasca-tambang. Ketiga, ia secara efektif akan mereplikasi dan menyebarluaskan teknologi dan pengetahuan ini ke area yang lebih luas, menciptakan dampak yang berlipat ganda. Tim pengabdian dari Politeknik berkomitmen untuk terus mendampingi mereka dalam merealisasikan visi ini, misalnya dengan membantu membuat modul pelatihan sederhana dan membangun jaringan dengan sekolah-sekolah atau dinas pertanian.

Pada akhirnya, kisah kelompok tani "Tunas Harapan" adalah sebuah bukti nyata bahwa tidak ada lahan yang benar-benar mati, yang ada hanyalah harapan yang sempat padam. Dengan

sentuhan teknologi yang tepat guna, pendekatan yang partisipatif, dan semangat kolaborasi yang tulus, tunas-tunas harapan baru itu terbukti dapat tumbuh subur, bahkan di atas tanah yang paling kritis sekalipun. Mereka tidak hanya menanam sayuran; mereka menanam masa depan.

KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil menunjukkan bahwa model pemberdayaan berbasis teknologi tepat guna yang partisipatif mampu memberikan solusi nyata terhadap permasalahan kompleks lahan kritis pasca-tambang di Kabupaten Ketapang. Melalui proses kolaboratif dalam perancangan dan instalasi sistem irigasi tetes bertenaga surya serta penerapan teknik ameliorasi tanah, program ini tidak hanya berhasil merehabilitasi lahan secara fisik, tetapi juga secara fundamental merehabilitasi kapasitas dan semangat komunitas petani. Transformasi yang terjadi bersifat holistik, mencakup peningkatan keterampilan teknis, penguatan kohesi sosial dan kelembagaan lokal, serta pemulihan kemandirian ekonomi melalui hasil panen yang nyata.

Keberhasilan ini membuktikan bahwa transfer teknologi yang efektif bukanlah sekadar memberikan alat, melainkan sebuah proses pendidikan dan pembangunan kapasitas yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama. Sistem irigasi tenaga surya yang dibangun bersama telah menjadi jantung dari sebuah ekosistem pertanian baru yang produktif, berkelanjutan, dan mandiri secara energi. Visi kelompok tani untuk mengembangkan lahan mereka menjadi pusat agrowisata edukatif menandakan tingkat pemberdayaan tertinggi, di mana mereka bertransisi dari penerima manfaat menjadi agen penyebar inovasi. Model ini memiliki potensi replikasi yang sangat tinggi dan direkomendasikan sebagai salah satu pendekatan strategis bagi pemerintah daerah dan perusahaan dalam menjalankan program reklamasi dan pemberdayaan masyarakat di wilayah-wilayah pasca-tambang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradshaw, A. D. (1997). Restoration of mined lands—using natural processes. *Ecological Engineering*, 8(4), 255-269.
- Chambers, R. (1994). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development*, 22(7), 953-969.
- Ghoneim, A. A. (2016). Design optimization of solar-powered drip irrigation systems. *Energy Conversion and Management*, 119, 245-257.

- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*. Springer.
- Narayan, D. (Ed.). (2005). *Measuring Empowerment: Cross-Disciplinary Perspectives*. The World Bank.
- Putra, A., Yulita, T., & Sari, D. K. (2016). Tingkat Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Tsunami di Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(2), 143-149.
- Reason, P., & Bradbury, H. (Eds.). (2008). *The SAGE handbook of action research: Participative inquiry and practice*. Sage Publications.
- Schumacher, E. F. (1973). *Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered*. Blond & Briggs.
- Shaw, R. (2012). *Community-based disaster risk reduction*. Emerald Group Publishing.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere*, 50(6), 775-780.