

PKM KELOMPOK TANI DENGAN POMPA HIDRAM KELURAHAN SUKOREJO KECAMATAN GUNUNGPATI SEMARANG, JAWA TENGAH

Moh Toni Prasetyo¹⁾, Dini Cahyandari²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah No.12 Semarang

Email: toniprasetyo@unimus.ac.id

ABSTRAK

Pertanian sebagai mayoritas usaha di kelurahan Sukorejo (60%) memiliki lahan yang tidak cukup luas karena berada di daerah perbukitan dan terdesak oleh pemukiman. Masalah ini bertambah ketika sistem pengairan permukaan yang ada saat ini ternyata tidak dapat mengairi lokasi persawahan dan perkebunan di lahan bagian atas terlebih lagi di musim kemarau yang mengakibatkan musim tanam dan pembibitan berkurang yaitu hanya 3 kali setahun dan masa tanam juga tidak dapat bersamaan. Sistem pengendalian hama harus diterapkan terutama untuk langkah peningkatan produksi dan membagi resiko dalam suatu lokasi lahan. Untuk mengatasi 2 masalah ini pengusul menawarkan solusi pembuatan sistem pengairan pompa otomatis tanpa biaya operasi menggunakan pompa hidram dan pengendali hama predator elektronik. Metode pengabdian berupa pelatihan, pembuatan dan pengujian, serta penyuluhan SOP dan K3 Ipteks yang diterapkan. Dengan melaksanakan kegiatan ini pengairan di kelurahan Tinjumoyo dapat berlangsung sepanjang tahun sehingga masa tanam menjadi 3 kali setahun dan manajemen pengendalian hama terpadu dapat berjalan lebih efektif. Dengan program ini pendapatan kelompok tani sehingga dapat meningkat lebih dari 30% dari sebelumnya.

Kata-kata kunci: kemarau, lahan atas, pengendali hama, pompa hidram, sistem pengairan

PENDAHULUAN

Analisis Situasi

Kelurahan Sukorejo merupakan desa kecil di kota Semarang. Mayoritas penduduknya bertani dan bekerja pada perusahaan industri yang ada di sekitar Semarang. Dari sebagian besar penduduk usia pekerja, sekitar 60 % adalah bekerja pada sektor pertanian dan perikanan. Tenaga kerja bekerja sebagai petani yang terdiri dari 78,5% memanfaatkan lahannya untuk pertanian dan 21,5% memanfaatkan lahan untuk perikanan. Dengan melihat distribusi yang demikian dapat dikatakan sektor perikanan merupakan sektor yang harus dikembangkan secara optimal.

Bagi petani di kelurahan Sukorejo pertanian menjadi pilihan untuk meningkatkan pendapatan keluarga, karena dengan waktu panen yang berkisar

antara 3 bulan sampai 4 bulan sudah bisa dipanen dan tersedianya aliran air disekitar desa. Petani di kelurahan Sukorejo mengairi lahan pertanian dengan pompa yang menggunakan tenaga listrik untuk menaikan air dari sungai, hal ini tentunya akan mempengaruhi pendapatan dari hasil pertanian.

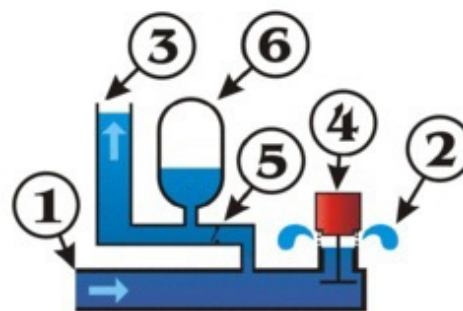
Pada musim kemarau air dari beberapa sumber disekitar desa masih bisa dimanfaatkan untuk mengairi persawahan dan juga untuk perikanan. kelurahan Sukorejo memiliki aliran sungai dibawah pemukiman warga dan juga beberapa areal lebih tinggi yang bisa dimanfaatkan untuk perkebunan. Sampai saat ini belum ada usaha dari kelompok petani untuk menyelesaikan masalah kekurangan air karena lokasi yang tinggi tersebut. Aliran sungai yang demikian tentunya bisa dimanfaatkan lebih besar bila air dibawah bisa dibawa ke atas dengan menggunakan pompa air.



Gambar 1. Pompa hidram (Hidraulic Ram) sederhana

Pompa hidraulic ram (hidram) adalah teknologi yang memungkinkan kita memindahkan air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi hanya dengan menggunakan energi air itu sendiri. Alat ini menggunakan tekanan dinamik dari air untuk mengkonversinya ke head (ketinggian) yang lebih tinggi dengan debit aliran yang lebih rendah dari sumber air asalnya. Hidram tidak membutuhkan sumber tenaga tambahan, ramah lingkungan, biaya operasi murah, tidak perlu pelumas dan hanya terdiri dari dua komponen bergerak.

Prinsip kerja hidram diperlihatkan pada gambar 2. Pada awalnya katup no. 4 terbuka sementara katup no. 5 tertutup. Air pada pipa masukan (1) mengalir karena gravitasi dan memaksa katup 4 tertutup. Momentum pada aliran air dari pipa masukan melawan katup 4 yang sekarang tertutup menimbulkan efek water hammer (efek palu air) yang menaikkan tekanan pompa dan membuka katup 5 sehingga memaksa air untuk mengalir ke pipa keluaran (3). Efek palu air hanya bertahan sementara sampai pada suatu saat debit aliran air pada pipa keluaran (3) akan menurun sampai 0 dan berbalik arah. Air yang sudah di pompa akan mencoba kembali ke bawah namun ditahan oleh katup satu arah. Wadah tekanan (6) berfungsi untuk menstabilkan debit aliran air. Proses ini berlangsung terus menerus sehingga air dapat dialirkan ke tempat yang dikehendaki. Hidram memanfaatkan potensi energi dinamik air itu sendiri dan dengan sifatnya yang sederhana membuat hidram layak menjadi solusi dalam penyediaan energi bersih di Indonesia (Herlambang dan Wahjono, 2006).



Gambar 2. Skema Hidraulic Ram yang disederhanakan

Pengairan pompa hidram menggunakan tekanan untuk memompa dan mengalirkan air ke lokasi lahan perikanan. Disamping untuk memenuhi kebutuhan persediaan air kolam, sistem ini dapat pula digunakan untuk memenuhi kebutuhan air guna keperluan lain. Pada pengairan pompa hidram, air dialirkan dari sumber air melalui jaringan pipa yang disebut mainline dan sub-mainline dan ke beberapa lateral yang masing-masing mempunyai beberapa mata pencurah (Prastowo, 1995).

Hama merupakan faktor yang sering menimbulkan kerugian bagi petani atau pelaku agribisnis perkebunan. Untuk menunjang keberhasilan pertanian ketersediaan air dan hama harus mendapat perhatian yang serius. Penanggulangan dari serangan hama belum bisa maksimal, petani hanya memberikan pengawasan pada saat ada matahari, tetapi untuk malam hari belum ada sistem pengawasan yang baik karena belum ada penerangan di lokasi. Hama yang mengganggu sering muncul pada waktu malam hari, seperti hewan pengerat/tikus yang sering muncul untuk memakan padi. Untuk mengendalikan serangan hama, tindakan pencegahan akan lebih efektif jika dibandingkan dengan tindakan pengobatan. Tindakan pencegahan dilakukan jauh sebelum serangan hama tersebut menyerang dan harus dilakukan secara terpadu.

Dalam pertanian, hama merupakan gangguan yang bersumber dari organisme besar baik yang sifatnya predator, pengganggu dan pesaing. Meskipun tidak menimbulkan kerugian dalam jumlah besar, namun hama ini tetap harus dikendalikan. Hama yang dikategorikan pengganggu adalah tikus. Binatang ini seringkali membuat lubang di pematang sehingga

kolam bocor. Meskipun demikian, serangan hama dapat juga berasal dari dalam, biasanya serangan hama ini diakibatkan oleh persiapan kolam yang kurang sempurna. Untuk itu, cara pembuatan lahan pertanian, pembuatan penerangan untuk malam hari, dan pemberian alat pengusir/pembunuh hama perlu diperhatikan dalam pertanian.

Masalah ketidakefektifan penanggulangan hama terpadu di kelurahan Sukorejo dapat diupayakan penyelesaiannya dengan membuat alat pengendali hama elektronik. Alat ini menghasilkan bunyi tiruan dan bunyi ultrasonik dengan frekuensi di atas 20 kHz untuk menghalau hama predator dari lokasi lahan pertanian. Hama predator dapat mendengar bunyi ultrasonik dan akan menjauh dari suara yang asing (Evans and Heiser, 2004)

Dengan upaya yang ditawarkan tersebut diharapkan produksi kelompok tani Tinjumoyo kelurahan Sukorejo dapat meningkat. Selama ini waktu panen di kelurahan Sukorejo berkisar 3 kali per tahun. Setelah dilakukan upaya yang ditawarkan maka waktu panen di kelurahan Sukorejo menjadi berkisar 4 kali per tahun dengan tercukupinya ketersediaan air dan hama sudah berkurang sehingga total penghasilan petani setahun diperkirakan meningkat 25%, belum lagi ditambah penambahan laba tanpa pembayaran bea listrik untuk pompa air sehingga ada tambahan penghasilan bagi petani, sehingga bisa dicapai keuntungan yang lebih baik lagi.

Permasalahan Mitra

Kelompok Tani Tinjumoyo di kelurahan Sukorejo untuk memaksimalkan hasil panen masih terkendala dalam hal pengairan dan pengendalian hama terpadu. Dari analisa situasi, maka permasalahan dan kendala yang dihadapi mitra ditunjukkan sebagai berikut :

1. Sistem pengairan untuk pertanian di kelurahan Sukorejo sebetulnya mencukupi tetapi terkendala dengan cara atau teknik untuk membawa air yang

mengalir di bawah, karena kalau menggunakan pompa dengan tenaga listrik tentunya akan menambah biaya.

2. Pengendalian hama terpadu terkendala dengan bagaimana cara untuk mengusir binatang yang keberadaannya pada saat malam hari dan tidak bisa dipastikan waktu datangnya. Masalah burung menjadi kendala yang serius bagi petani di kelurahan Sukorejo Pada saat ini penanganan burung dilakukan dengan secara konvensional sehingga memerlukan waktu intensif untuk menjaga lahan pada malam hari.

Dari permasalahan yang dihadapi mitra tersebut, maka Tim PKM berdiskusi dengan mitra untuk menentukan prioritas yang harus ditangani yaitu :

1. Penambahan sistem pengairan yang dapat dipakai untuk lokasi kolam atas menggunakan sistem pengairan pompa otomatis.
2. Pembuatan pompa hidram untuk menaikkan air dari sungai yang mengalir di bawah lokasi kolam
3. Pembuatan alat-alat pengendali hama untuk melengkapi sistem pengendali hama terpadu.
4. Pengadaan alat penerangan yang cukup untuk lokasi saat malam hari

BAHAN DAN METODE

Tim PKM berusaha mengatasi permasalahan mitra kelompok tani dengan memberikan solusi yang sudah pernah dikembangkan dalam bentuk riset. Masalah kekurangan ketersediaan air akan diatasi dengan membuat pengairan pompa otomatis dengan memanfaatkan aliran air sungai yang ada dibawah lahan/lokasi dengan membuat pompa.

Hama burung dan tikus dapat diatasi dengan membuat alat pengusir hama elektronik sebagai tambahan alat-alat konvensional yang sudah ada. Penerangan malam hari akan dibuat sehingga tercukupinya penerangan malam hari pada lokasi. Alat pengusir hama elektronik dan alat penerangan tentunya membutuhkan sumber tenaga listrik dan akan

diusahakan dengan membuat pembangkit listrik tenaga surya sederhana.

Permasalahan Mitra dan Solusi

Solusi yang ditawarkan Tim PKM Fakultas Teknik UNIMUS kepada mitra Kelompok Tani kelurahan Sukorejo sebagai berikut:

Permasalahan mitra dan metode pendekatan yang ditawarkan.

1. Perbaikan/peningkatan sistem ketersediaan air dengan melatih mitra membuat sistem pengairan otomatis (tiap kelompok mengirim wakil 2 orang)
2. Pembuatan pompa hidram dengan melatih mitra membuat pompa hidram (tiap kelompok mengirim wakil 2 orang)
3. Pembuatan alat pengendali hama elektronis diawali dengan penyuluhan dan pelatihan penerapan Iptek alat pengendali hama elektronis.
4. Pemasangan alat penerangan malam yang terpadu diawali dengan penyuluhan dan pelatihan penerapan ipteks alat penerangan malam
5. Pemasangan panel tenaga surya mini dengan Penyuluhan dan pelatihan penerapan ipteks tenaga surya.
6. Belum tersedia SOP dan pengetahuan K3 peralatan baru dengan penyuluhan dan pelatihan SOP. Penyuluhan dan pelatihan K3.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja untuk mendukung realisasi metode yang ditawarkan dalam bentuk rencana kegiatan yang tersusun dalam jadwal pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat untuk program PKM

1. Pelatihan pembuatan dan instalasi pompa air hidram sehingga peserta pelatihan mampu membuat pompa hidram dan menginstalasikannya.
2. Pelatihan pembuatan sistem pengairan hidram. sehingga peserta pelatihan mampu membuat sistem pengairan hidram
3. Pelatihan pembuatan pompa hidram sehingga peserta pelatihan mampu membuat pompa hidram.

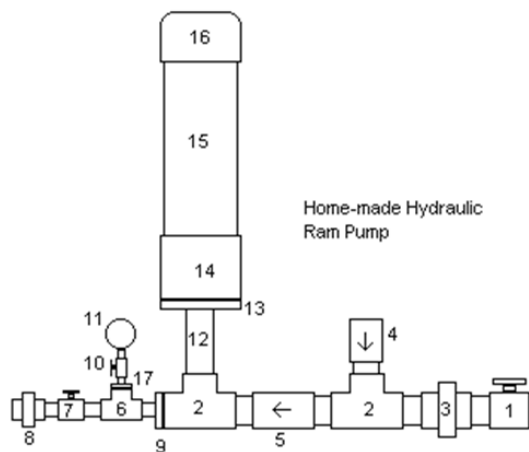
4. Penyuluhan dan pelatihan penerapan ipteks lampu terpadu sehingga peserta pelatihan mampu memasang dan mengoperasikan lampu terpadu
5. Penyuluhan dan pelatihan penerapan ipteks tenaga surya sehingga peserta pelatihan mampu memasang dan mengoperasikan panel tenaga surya.
6. Pelatihan dan mendemonstrasikan SOP alat-alat yang dibuat serta pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja atau K3 sehingga peserta mampu menjalankan alat sesuai SOP pemakaian sehingga kerusakan dan kesalahan dapat dikurangi. Peserta memahami dan patuh terhadap aturan-aturan kerja demi keselamatan dan kesehatan kerja.

Rencana Pelaksanaan Kegiatan

Rencana kegiatan yang menunjukkan langkah-langkah solusi atas persoalan pada kedua aspek utama yaitu :

1. Tahap Persiapan
Persiapan difokuskan dengan menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini, studi literatur, melakukan koordinasi dengan mitra terkait, instansi, kepala desa serta tokoh masyarakat yang akan membantu kegiatan PKM ini.
2. Penentuan lokasi
3. Lokasi yang digunakan untuk pelatihan dan pembuatan alat dilaksanakan di tempat mitra yaitu di Kelompok Tani Tinjumoyo dengan lokasi di kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati, Semarang.
 - a. Perancangan dan Pembuatan Pompa Air Pengairan
 - b. Pompa air menggunakan jenis hidram.
 - c. Pompa dan bagian-bagiannya dibuat dari pipa besi kecuali klepnya terbuat dari logam kuningan.
 - d. Tinggi head inpput air 2 – 3 m dan out put 10 s.d. 20 m.
 - e. Diameter badan pompa 1¼ inchi, tabung pompa 4 inchi, diameter pipa saluran ½ inchi, diameter klep 1¼ inchi.

Rancangan bagian-bagian pompa hidram dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Bagian pompa hidram (Bryan Smith, 2009)

Bahan-bahan yang dibutuhkan yaitu 1-1/4" valve, 1-1/4" tee, 1-1/4" union, 1-1/4" brass swing check valve, 1-1/4" spring check valve, 3/4" tee, 3/4" valve, 3/4" union, 1-1/4" x 3/4" bushing, 1/4" pipe cock, 100 psi gauge, 1-1/4" x 6" nipple, 4" x 1-1/4" bushing, 4" coupling, 4" x 24" PR160 PVC pipe, 4" PVC glue cap, 3/4" x 1/4" bushing.

4. Perakitan Pengendali Hama Elektronik dan Panel Tenaga Surya
5. Pengendali hama burung menggunakan penghasil gelombang frekuensi suara 20 Hz – 40 kHz dan penghasil suara elang tiruan elektrik.
6. Lampu LED 20 W, 12 V bersumber tegangan DC baterai kering dari solar cell sebagai sumber daya.
7. Panel tenaga surya 100 W, 12 V dirakit dengan baterai kering sebagai sumber daya pengendali hama burung elektronik.

Partisipasi Mitra

Agar pelaksanaan program PKM kelompok tani di kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati dapat terlaksana maka mitra berpartisipasi aktif dalam survei tempat dan kondisi alam yang mempengaruhi rancangan alat. Mitra dan instansi yang terkait di lokasi PKM diantaranya sebagai berikut:

1. Kepala desa yang memiliki wewenang untuk memberi izin atas pelatihan tersebut.
2. Tokoh masyarakat serta masyarakat yang mendukung dan membantu dalam program ini.

3. Mitra sebagai sumber daya manusia yang dilatih pada program PKM ini, yaitu Kelompok Tani Tinjumoyo memberi dukungan berupa :
 - a. Mengirim anggota sebagai sumber daya manusia yang dilatih pada program PKM ini.
 - b. Menyediakan tempat pelatihan.
 - c. Menyediakan lokasi peralatan irigasi, pompa dan pengendali hama di area perikanan.
 - d. Membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan seperti sosialisasi program, persiapan tempat pelatihan, persiapan lokasi perikanan dan sebagainya

Luaran Program

Target luaran dari kegiatan Iptek bagi Masyarakat Kelompok Tani Tinjumoyo adalah:

1. Menerapkan Iptek tentang pembuatan pompa hidram dan sistem pengairan hidram.
2. Menerapkan pengendali hama predator elektronik, lampu malam terpadu dan sistem pembangkit listrik tenaga surya sederhana.
3. Kelompok tani bisa bekerja sesuai SOP dan menjaga K3/keselamatan kerja.

Spesifikasi produk yang akan dibuat dalam program PKM yaitu:

1. Pompa Hidram
 - Tinggi head 10 – 50 m
 - Diameter badan pompa 1 1/4 inchi, tabung pompa 4 inchi, diameter pipa saluran 1/2 inchi, diameter klep 1 1/4 inchi.
 - Debit air inflow 0,15 liter/dt dan debit output 0,05 liter/dt
 - Tekanan head tertutup 22 psi, tekanan head terbuka 10 psi.
2. Pengendali Hama Predator Elektronik

Penangkal hama predator menggunakan penghasil gelombang frekuensi suara 20 Hz – 40 kHz dan penghasil suara elang tiruan elektrik. Daya rangkaian 10 W tegangan 9V.
3. Lampu Malam Terpadu

Lampu malam terpadu menggunakan tegangan DC/searah dengan daya listrik DC 2 x 20 W yang hemat energi.

4. Sel Tenaga Surya

- Maximum power (P_{max}) 100W.
- Tipe sel surya monocrystalline.
- Tegangan p_{max} (V_{mp}) 17.4V
- Arus p_{max} (I_{mp}) 5.75A
- Arus hubung singkat (I_{sc}) 6.33A
- Tegangan hubung buka (V_{oc}) 21.6V
- Jumlah sel 36 buah
- Dimensi 1200 x 540 x 30 mm³.
- Massa 8,5 kg.

HASIL DAN DISKUSI

Kunjungan Koordinasi dengan Mitra dan Pihak Terkait

Persiapan awal kegiatan pengabdian telah dilakukan tim PKM dengan mengunjungi beberapa pihak terkait yaitu Kepala kelurahan Sukorejo dan wakil mitra PKM. Hasil kunjungan ini yaitu penegasan kembali kerja sama dan tidak lanjut pelaksanaan kegiatan pengabdian di kelurahan Sukorejo.



Gambar 4. Koordinasi Bersama Mitra PKM

Pelatihan Pembuatan Pompa Hidram

Teknologi pompa hidram memiliki prinsip kerja yang sangat sederhana sehingga kegiatan transfer teknologi dari tim PKM dengan mitra dapat berlangsung dengan mudah.



Gambar 5. Mitra Melihat Langsung Objek Pompa Hidram

Metode yang dilaksanakan berupa penjelasan verbal dan pengamatan langsung dengan melihat objek pompa hidram. Penjelasan dilanjutkan dengan melihat proses pembuatan pompa hidram.



Gambar 6. Proses Pengerjaan Pompa Hidram

Penentuan Lokasi Pompa Hidram

Persyaratan penting bagi pompa hidram untuk dapat menaikkan air yaitu mendapatkan terjunan air antara 1 sampai 2 meter. Tim PKM bersama mitra melakukan survei ulang untuk mendapatkan tempat yang sesuai diperlihatkan pada gambar.



Gambar 7. Mencari Letak Posisi Pompa Bersama Mitra

Pengukuran ketinggian sawah dari sungai dan ketinggian terjunan air dilakukan dengan alat sederhana yang mudah didapatkan mitra PKM.

air sehingga debitnya cukup stabil meski di musim kemarau. Terjunan air sekitar 2-3 meter dari sungai bawah kemudian dipompa dengan hidram naik ke lokasi perikanan atas sekitar 10 meter lebih tinggi.



Gambar 9. Bendungan Sederhana Untuk Membuat Terjunan Air



Gambar 8. Mencari Terjunan Air untuk Head Input



Gambar 10. Instalasi Pipa Pekat Dari Bendungan Ke Hidram, Mitra PKM Aktif Membantu

Instalasi dan Pemanfaatan Pompa Hidram

Awalnya tim mengalami kendala instalasi dan pemanfaatan pompa hidram. Kendala tersebut berupa cuaca dan iklim di Indonesia yang tidak menentu khususnya di kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati masih sering terjadi hujan lebat sehingga sungai dan bantaran di sekitarnya terkena banjir.

Alhamdulillah pada akhirnya ditemukan lokasi yang sesuai di mitra Kelompok Tani Tinjumoyo kelurahan Sukorejo. Sungai bawah memiliki sumber



Gambar 11. Pompa hidram dan pipa naik ke lokasi lahan atas

Mitra PKM sangat antusias dan senang bekerja bakti membantu tim PKM membuat bangunan sipil pompa hidram. Setelah melihat air mengalir, mitra sangat senang perjuangan bersama ini membawa hasil.

Kepuasan mereka timbul karena mereka ikut bersusah payah dalam mengusahakan pengairan pompa hidram PKM UNIMUS. Keluaran air pompa hidram sekitar 1-2 liter per detik.

5.5. Penentuan Lokasi Pengendali Hama Elektronik

Letak pengendali hama elektronik perlu ditentukan agar efek pengendaliannya dapat merata pada lokasi lahan pertanian dan perkebunan.



Gambar 12. Menentukan Titik Alat Pengendali Hama Elektronik

Pembuatan dan pemasangan pengendali hama elektronik ini meliputi proses perencanaan, pengujian dan pelaksanaan yang terpadu sehingga bisa dihasilkan sistem yang benar-benar dimanfaatkan sesuai dengan harapan.



Gambar 13. Pengujian Pengisian Baterei dengan Sel Surya

Kegiatan pemasangan alat *power supply solar sel* yang berfungsi sebagai penyedia daya listrik DC untuk beberapa beban yang dipasang pada lokasi seperti

lampu-lampu penerangan dan alat pengendali hama elektronik berjalan dengan baik sesuai dengan rencana semula.

Pelatihan SOP dan K3 rencana akan dilakukan berkenaan dengan alat-alat baru yang belum dikenal secara mendalam oleh mitra. Pelatihan diawali dengan materi tentang alat pengendali hama elektronik, pompa hidram dan K3.

KESIMPULAN

Pengabdian masyarakat program PKM kelompok tani Tinjumoyo kelurahan Sukorejo Gunungpati telah dilaksanakan dengan hasil sebagai berikut :

1. Pelatihan dan pembuatan pompa hidram dipakai untuk solusi pengairan di musim kemarau telah dilaksanakan dengan baik dan dihasilkan 1 buah pompa hidram untuk mitra.
2. Posisi hidram telah didapatkan di kelurahan Sukorejo Gunungpati dengan terjunan sekitar 1-2 meter digunakan untuk menaikkan air sungai ke lokasi atas setinggi 5 meter.
3. Tersedianya air yang cukup untuk lokasi pertanian atas dibanding sebelumnya.
4. Mitra sangat menyambut baik bahkan antusias membantu tim PKM UNIMUS untuk mewujudkan program sampai berhasil..

DAFTAR PUSTAKA/RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional, 2008, Pompa Air Sentrifugal Untuk Irigasi - Prosedur Dan Cara Uji, SNI 0141.1
- Herlambang, Arie Dan Wahjono H.D., 2006, Rancang Bangun Pompa Hidram Untuk Masyarakat Pedesaan, JAI Vol. 2 No. 2 2006.
- Prastowo, 1995, Kriteria Pengembangan Irigasi Sprinkler dan Drip, Fateta IPB, Bogor.
- Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Bandung.