

**CAPACITY EXPANSION AND INSTALLATION OF SURGE PROTECTION DEVICE
IN SOLAR POWER PLANT SYSTEM FOR HYDROPONICS FARMER**

**PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI DAN INSTALASI PELINDUNG
LONJAKAN ARUS SISTEM PLTS BAGI PETANI HIDROPONIK**

Rizki Putra Prastio*¹, Prisma Megantoro², Galih Satrio Jati³, Ihsan Nurkhotib⁴, Nara Athama⁵, Irfan Helmi Sukmawan⁶, Rizky N. Rachman⁷, Ismayahya Ridhan Mutiarso⁸

^{1,3,4,5} Teknik Robotika dan Kecerdasan Buatan, Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin,
Universitas Airlangga, Surabaya.

^{2,6,7,8} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin,
Universitas Airlangga, Surabaya.

*e-mail: r.p.prastio@ftmm.unair.ac.id¹

Abstract

Community service has been carried out in Pasuruan, Eastern Java. A hydroponics farming system, run by a group of farmers in Kecamatan Gempol, consumes electric energy provided by a 900 Wp solar power system. The power plant is equipped with two batteries, 12 V 100 Ah, with a Depth of Discharge (DoD) of 80% each, which enables the power system to store the energy of 1920 Wh as a reserve. According to the farmer's report, one of the essential components in the solar power system was damaged twice due to lightning strikes at an adjacent time. Also, the hydroponics system is unable to run all night continuously due to the insufficient capacity of the storage system. Therefore, surge protection devices (SPD) are installed in the solar power plant system to protect crucial components from damage caused by lightning strikes. Furthermore, this activity adds two more batteries to the system that double the energy reserve to extend the operating hours of hydroponics electrical equipment when sunlight is unavailable. The work also created a new hydroponics platform with 126 holes as a part of capacity expansion to meet the market demands. Extra protection against insects is also provided by shielding the hydroponics platforms close to the bushes with the insect net.

Keywords: Solar power plant, surge protection device, energy storage capacity, hydroponics.

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat telah dilaksanakan di Pasuruan, Jawa Timur. Sebuah kelompok tani hidroponik menjalankan bisnisnya memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS berkapasitas 900 Wp dengan dua buah baterai masing 12 V 100 Ah Depth of Discharge (DoD) 80% atau yang setara dengan 1920 Wh. Berdasarkan situasi dilapangan, salah satu bagian penting dan bernilai tinggi dari sistem PLTS tersebut mengalami dua kali kerusakan dalam waktu yang berdekatan akibat lonjakan arus yang tinggi ketika terjadi sambaran petir. Dua buah baterai yang terpasang juga belum mampu menyediakan cadangan energi semalam penuh untuk menyalakan seluruh perangkat elektronik yang penting bagi pertumbuhan. Dengan demikian, sistem PLTS perlu diberikan pelindung lonjakan arus (SPD) yang dapat mengamankan komponen penting dan bernilai tinggi dari kerusakan akibat petir. Solusi selanjutnya adalah memasang dua unit baterai tambahan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan energi sehingga peralatan elektronik pada sistem hidroponik dapat beroperasi secara berkelanjutan baik siang maupun malam hari karena cadangan energinya telah meningkat dua kali. Selain itu, aktivitas pengabdian masyarakat juga mengakomodasi usulan mitra yaitu peningkatan kapasitas produksi dengan cara membangun satu unit instalasi hidroponik tambahan berkapasitas 126 lubang. Perlindungan tanaman terhadap hama juga dilakukan pada instalasi yang dekat dengan semak belukar dengan cara memberikan insect net.

Kata kunci: PLTS, pelindung lonjakan arus, kapasitas penyimpanan energi, hidroponik.

Received 18 October 2022; Received in revised form 16 February 2023; Accepted 9 March 2023; Available online 10 March 2023.

 10.20473/jlm.v7i1.2023.151-160



Open access under CC BY-SA license

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Dalam kaitannya dengan peningkatan jumlah populasi dunia yang mengakibatkan lonjakan kebutuhan pangan, langkah penting yang perlu untuk dilakukan adalah optimalisasi pemanfaatan lahan serta implementasi metode pertanian yang efektif, efisien, dan berkelanjutan (FAO, 2020; Baiyin *et al*, 2020, Hollingsworth *et al*, 2020). Metode pertanian konvensional, yang menggunakan media tanah dan memanfaatkan lahan terbuka dinilai tidak efisien dalam menggunakan air dan lahan. Terlebih lagi, penggunaan pestisida menyebabkan degradasi kualitas tanah (Lobillo-Eguibar *et al*, 2020; Lages Barbosa *et al*, 2015; Killebrew *et al*, 2010). Kebergantungan pertanian tradisional terhadap kondisi alami juga menyebabkan fluktuasi kualitas dan jumlah hasil panen.

Salah satu solusi dalam mengatasi masalah yang terjadi pada pertanian konvensional adalah metode hidroponik, dimana pertanian dilakukan tidak menggunakan tanah tetapi dengan medium air bernutrisi yang dialirkan secara terus menerus. Menurut (Gleick, 2010) dan (Chel *et al*, 2011), metode hidroponik, yang juga disebut dengan *controlled-environment agriculture* (CEA), menawarkan banyak keunggulan dibanding pertanian tradisional diantaranya konsumsi air yang lebih efisien, dapat dilakukan pada lahan yang relatif sempit, serta kualitas produk yang lebih baik. Demi memperkuat ketahanan pangan, kegiatan untuk menstimulasi perkembangan pertanian hidroponik semakin digalakkan yang memberdayakan warga desa (Ahmad *et al*, 2021; Furoidah *et al*, 2019; Kusumaningsih, 2021).

Budidaya hidroponik telah dilaksanakan oleh sebuah kelompok yang berlokasi di Dusun Karangploso RT 1 RW 7 Desa Ngerong Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan. Kelompok yang bernama “Hidroponikkoe” ini menghasilkan produk utama berupa sayur pakcoy (*Brassica rapa*) dan selada (*Lactuca sativa*), dimana permintaan kedua sayur tersebut cukup tinggi. Budidaya hidroponik yang diimplementasikan komunitas tersebut berawal sejak Januari 2020, hasil dari pelatihan yang diberikan oleh kader Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Pasuruan. Sumber energi listrik yang digunakan untuk operasional peralatan elektronik, seperti pompa air nutrisi dan *growlight* (lampu penumbuh tanaman), berasal dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang terpasang sejak Juni 2021 di rumah salah satu anggota kelompok. PLTS yang digunakan memiliki kapasitas 900 Wp dengan dua buah baterai 12 V 100 Ah, *Depth of Discharge* (DoD) 80%, sebagai media penyimpanan energi. Secara teori, dua baterai tersebut memiliki kapasitas 1920 Wh yang mampu menyalakan beban listrik 160 Watt selama 12 jam.

Keberadaan PLTS tersebut, berdasarkan laporan anggota kelompok, sangat membantu dalam proses produksi karena instalasi hidroponik tidak lagi bergantung kepada PLN. Sistem PLTS juga terbukti dapat menyediakan energi listrik untuk proses pertumbuhan tanaman ketika terjadi pemadaman listrik PLN. Namun, sejak beroperasi, salah satu komponen dari sistem PLTS mengalami dua kali kerusakan dalam waktu berdekatan akibat sambaran petir. Hal tersebut membuat PLTS berhenti beroperasi dan memaksa petani untuk menggunakan listrik PLN kembali. Dua buah baterai yang tersedia juga belum mampu untuk memasok energi listrik semalam penuh (12 jam). Dari permasalahan yang terjadi, kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan bertujuan untuk memberikan perangkat proteksi arus berlebih, atau yang juga dikenal dengan *surge protection device* (SPD), pada sistem PLTS. Perangkat proteksi ini dapat melindungi komponen penting yang bernilai tinggi pada sistem PLTS dari kerusakan ketika terjadi sambaran petir pada level tertentu. Selanjutnya, kapasitas penyimpanan energi listrik juga ditingkatkan dengan memasang dua baterai tambahan sehingga sistem dapat menyediakan energi listrik lebih lama dari sebelumnya.

Aktivitas yang dilaksanakan tidak hanya memberikan solusi permasalahan teknis yang terkait dengan kelistrikan. Ketersediaan sumber energi yang ramah lingkungan dan independen

memotivasi kelompok tersebut untuk meningkatkan kapasitas produksi. Merespon hal tersebut, program pengabdian masyarakat ini juga membangun instalasi hidroponik baru yang berkapasitas 126 lubang. Instalasi tersebut dibangun menggunakan rangka aluminium, beberapa batang pipa ukuran 2.5 inch, dan dilindungi oleh atap plastik UV yang standar digunakan pada *greenhouse*. Tidak hanya membangun instalasi baru, perlindungan tanaman terhadap hama juga diberikan dengan cara melindungi instalasi yang dekat dengan semak belukar dengan *insect net* ukuran 50.

Berpegang pada solusi yang ditawarkan oleh pelaksana kegiatan, kelompok tani tersebut diharapkan mendapat beberapa manfaat dalam menjalankan bisnisnya. Pertama, pasokan listrik yang berkelanjutan dan andal menjaga asupan nutrisi kepada tanaman tetap mengalir. Kedua, perlindungan tanaman dari hama pada instalasi yang dekat dengan semak belukar. Ketiga, pembangunan instalasi baru dapat meningkatkan jumlah produksi dan selanjutnya meningkatkan pendapatan kelompok. Dengan demikian, hasil produksi kelompok tani “Hidroponikkoe” akan meningkat dalam hal kualitas dan kuantitasnya.

METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Pelaksanaan pengabdian masyarakat dibagi dalam beberapa tahap antara lain: 1) Tahap pertama diawali dengan survei lapangan yang berupa wawancara dan inspeksi sistem PLTS yang tersedia. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi waktu terjadinya sambaran petir, komponen sistem yang rusak, serta pengujian komponen lain dalam sistem untuk memastikan fungsinya. 2) Langkah selanjutnya adalah perencanaan diantaranya membuat daftar kebutuhan komponen PLTS, instalasi hidroponik baru, desain sistem PLTS yang ditambahkan pelindung lonjakan arus dan dua baterai. Selain itu, pada tahap ini dilakukan diskusi dengan mitra untuk menentukan pembagian kerja di lapangan. 3) Tahap ketiga adalah proses pengerjaan di lapangan. Mengingat skala kegiatan yang besar dan berat, proses pengerjaan dilaksanakan dalam beberapa tahap dan melibatkan warga sebagai mitra. Kegiatan meliputi pembuatan sistem hidroponik baru, pemasangan *insect net*, serta pemasangan perangkat pelindung lonjakan arus pada sistem PLTS. Pembuatan sistem hidroponik baru dan pemasangan *insect net* sebagian besar dilakukan oleh mitra sebagai penerima manfaat. Sedangkan pemasangan peralatan yang berhubungan dengan sistem PLTS dilaksanakan oleh tim pengabdian. 4) Tahap terakhir adalah evaluasi kegiatan yang bertujuan untuk mengukur keberhasilan kegiatan. Terdapat dua aspek yang dinilai yaitu fungsi dari perangkat yang dibangun, yaitu sistem PLTS dengan pelindung lonjakan arus serta dua baterai tambahan dan juga fungsi dari sistem hidroponik baru dan efek *insect net*. Aspek berikutnya adalah penilaian kepuasan mitra pada pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat melalui kuesioner.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Target utama pada aktivitas pengabdian masyarakat ini adalah peningkatan kapasitas produksi dan memberikan perlindungan terhadap lonjakan arus pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Atas usulan mitra, instalasi hidroponik baru dengan kapasitas 126 lubang, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1, berhasil dibangun dimana pelaksanaannya melibatkan warga dan mahasiswa. Sistem hidroponik tersebut tersusun atas 6 batang paralon dengan jarak 20 cm tiap lubang dan struktur penyangga dari aluminium. Massa satu pohon pakcoy (*Brassica rapa*) yang dijual berkisar antara 100 gram hingga 150 gram. Sedangkan massa selada (*Lactuca sativa*) mampu mencapai 200 gram. Sehingga, satu instalasi baru tersebut dapat menghasilkan 12.6 – 18.9 kg pakcoy atau 25.2 kg selada. Harga lokal pakcoy dan selada masing-masing adalah Rp 15.000/ kg dan Rp 20.000/kg. Instalasi tambahan tersebut memberikan potensi

tambahan pendapatan sebesar hingga Rp 238.500 untuk pakcoy atau Rp 504.000 untuk selada. Gambar 1 (c) menunjukkan mahasiswa yang sedang bekerja sama dalam memasang atap plastik UV 14% ukuran 200 mikron dimana hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 (d). Dengan adanya atap ini, tanaman akan terlindungi dari air hujan tetapi tetap mendapatkan sinar matahari untuk pertumbuhannya.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. (a) dan (b) Warga membangun instalasi hidroponik. (c) Mahasiswa membantu dalam pemasangan atap plastik UV. (d) Instalasi hidroponik baru sudah selesai dibangun.

Masalah lain yang diatasi pada kegiatan ini adalah perlindungan tanaman terhadap hama pada instalasi yang dekat dengan semak-semak. Hama yang umum menyerang tanaman hidroponik adalah kutu daun dengan ukuran lebih besar dari 0.5 mm. Sebelum kegiatan dilaksanakan, instalasi yang dekat dengan semak-semak dilindungi oleh paranet yang berwarna hitam seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 (a).



Gambar 2. (a) *Instalasi hidroponik sebelum kegiatan.* (d) *Instalasi hidroponik setelah kegiatan.*

Warnanya yang hitam dan strukturnya yang memang tidak dikhususkan untuk melindungi tanaman dari hama secara signifikan mengurangi intensitas matahari yang penting bagi tanaman. Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini juga mengganti paranet dengan *insect net mesh 50* seperti pada Gambar 2 (b) sebagai langkah pemecahan masalah. *Mesh 50* menunjukkan terdapat 50 lubang per inci. Dengan kata lain, ukuran lubang individual *insect net* yang digunakan adalah 0.508 mm dimana ukuran ini lebih kecil bagi kutu daun untuk menembus (Maharani *et al*, 2018; Pangestu, 2017). Pemanfaatan *insect net* juga membuat tanaman mendapatkan lebih banyak sinar matahari sehingga pertumbuhannya lebih baik.

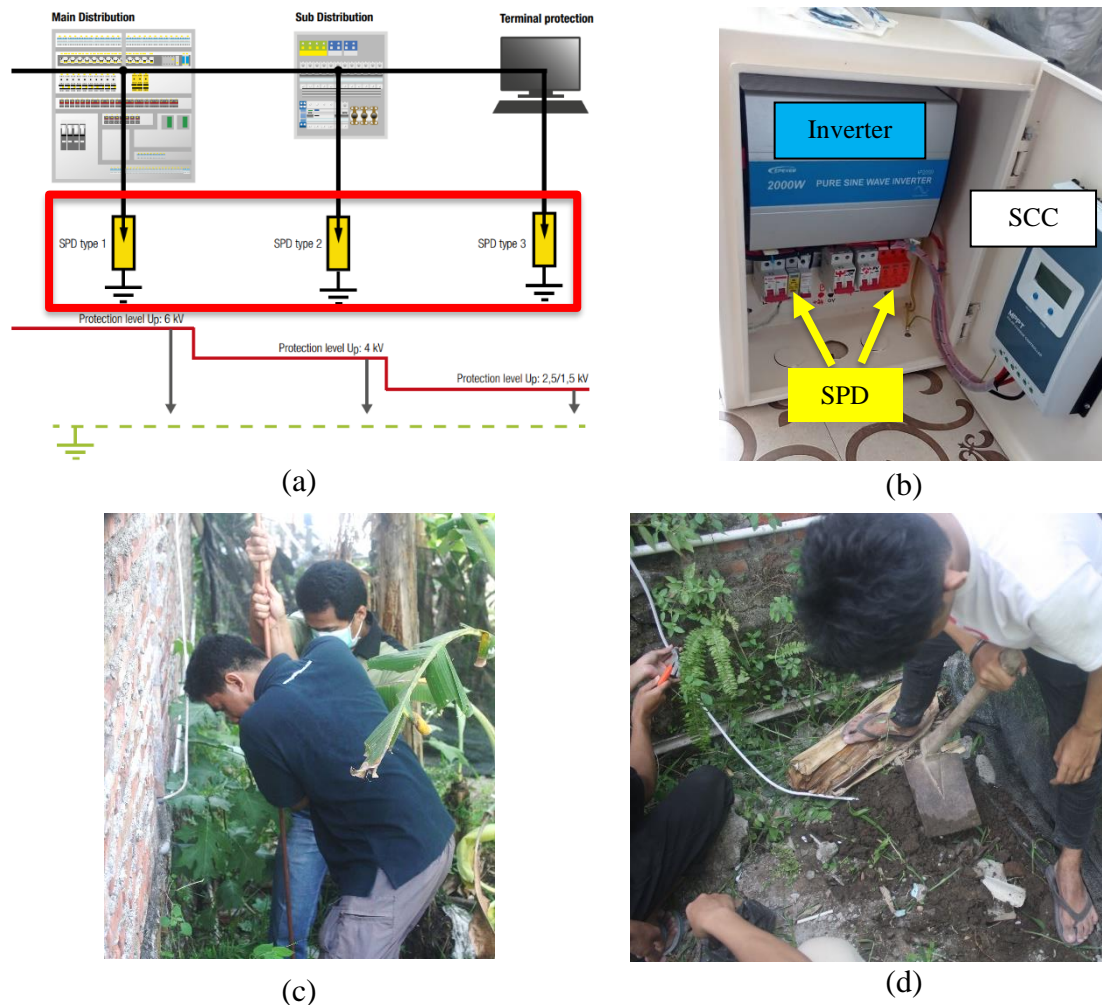
Energi yang dikonsumsi oleh peralatan listrik yang digunakan untuk produksi pasok oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dibangun di rumah salah satu anggota kelompok seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Sistem PLTS tersebut merupakan hasil dari kegiatan pengabdian masyarakat periode sebelumnya. Pada gambar tersebut juga tampak beberapa instalasi hidroponik dari masing-masing anggota. Sistem PLTS sebelumnya tidak memiliki pelindung lonjakan arus berlebih ketika terjadi petir. Masalah kerusakan komponen kelistrikan yang dilaporkan oleh mitra akibat sambaran petir adalah salah satu target penting yang harus diselesaikan.



Gambar 3. *Panel surya yang terpasang di atap.*

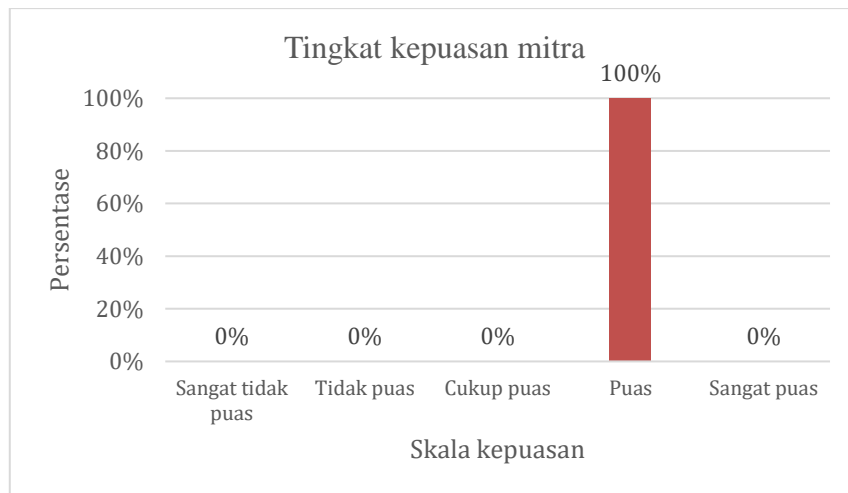
Tim pengabdian memberikan perlindungan berupa SPD yang terhubung dengan logam pentanahan (*grounding*). Lonjakan arus listrik yang terjadi akibat induksi sambaran petir akan dialirkan ke tanah sehingga peralatan listrik yang penting tidak mengalami kerusakan. Gambar 4 (a) memberikan ilustrasi diagram pemasangan SPD dalam sistem. Pada praktiknya, SPD dipasang di dalam sebuah kotak panel bersama dengan komponen lain seperti pada Gambar 4 (b). Perangkat pelindung lonjakan arus dipasang pada sisi arus searah (DC) untuk melindungi *solar charge controller* (SCC) dan juga pada sisi arus bolak-balik (AC) untuk melindungi inverter beserta perangkat listrik lain yang terhubung dengannya. Lonjakan arus listrik yang terjadi ketika terjadi induksi dari petir harus disegera dialirkan menuju tanah melalui kabel dan logam *grounding* atau yang juga disebut arde. Proses pemasangan kabel dan logam *grounding* ditunjukkan pada Gambar 4 (c) dan (d).

Berdasarkan desain dan pemilihan komponen, sistem PLTS yang mendukung proses produksi mitra mampu menyediakan daya listrik secara kontinu hingga 1600 W. Namun, beban listrik total ketika kegiatan dilaksanakan hanya 160 W. Dengan total empat buah baterai 12 V 100 Ah DoD 80%, sistem yang didesain mampu menyediakan listrik bagi beban tersebut selama 24 jam penuh tanpa diisi ulang. Tetapi kondisi ini dapat dikatakan tidak akan terjadi karena baterai akan secara otomatis terisi ulang ketika ada cahaya matahari (durasi malam hari dianggap 12 jam). Dengan kata lain, seluruh peralatan listrik hidroponik yang digunakan mampu beroperasi semalam penuh dan hal tersebut telah dikonfirmasi kebenarannya oleh mitra. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini telah meningkatkan kapasitas sistem PLTS.

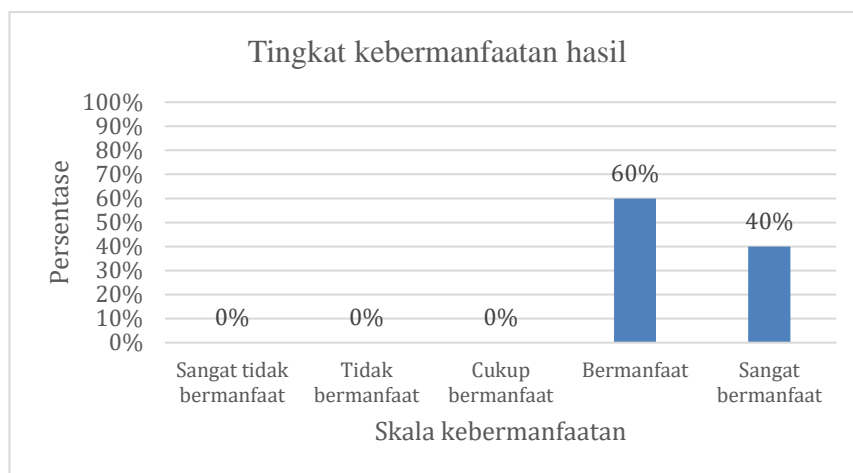


Gambar 4. (a) Posisi pemasangan perangkat pelindungan lonjakan arus (SPD) pada sistem seperti yang di dalam kotak merah (Leutron, 2021). (b) Tanda panah kuning menunjukkan SPD yang terpasang di dalam kotak panel. (c) dan (d) Tim sedang menanam logam di tanah dan menyambungkan dengan kabel menuju SPD.

Pengabdian masyarakat yang dilaksanakan adalah kegiatan yang berorientasi pada peningkatan keberdayaan masyarakat. Selain penilaian teknis, penilaian kepuasan mitra dan tingkat kebermanfaatannya juga dilakukan melalui survei. Responden dari survei yang dilakukan sebanyak anggota kelompok yang berjumlah lima orang. Skala kepuasan dibagi menjadi lima kelas yaitu sangat tidak puas, tidak puas, cukup puas, puas, dan sangat puas. Kelas yang sama juga diterapkan untuk tingkat kebermanfaatannya yang dirasakan oleh mitra. Hasil survei yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan grafik pada Gambar 5 (a), mitra yang merasa puas mencapai 100% atau dengan kata lain seluruh mitra merasa puas dengan kegiatan yang dilaksanakan. Untuk Gambar 5 (b), tiga dari lima, atau 60% mitra merasa bahwa kegiatan bermanfaat dan sisanya menilai aktivitas pengabdian masyarakat sangat bermanfaat. Hal ini karena seluruh mitra memang dengan jelas mendapatkan manfaat, terutama manfaat dari pasokan listrik, dari program yang dilaksanakan. Hasil survei kepuasan dan kebermanfaatannya kegiatan tersebut dinilai konsisten dengan survei keberlanjutan program dimana hasilnya disajikan pada Gambar 5 (c). Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh mitra ingin kegiatan tetap dilanjutkan untuk memberikan dampak positif yang lebih luas pada masyarakat. Umpan balik yang diberikan oleh mitra menjadi acuan pelaksana kegiatan untuk memperbaiki proses pelaksanaan kegiatan yang belum baik.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. (a) Hasil survei tingkat kepuasan mitra. (b) Hasil survei tingkat kebermanfaatan yang dirasakan oleh mitra. (c) Persentase mitra yang ingin program dilanjutkan.

Aktivitas pengabdian masyarakat tentunya harus selaras dengan kebutuhan mitra di lapangan dan keahlian dari pengabdian. Oleh sebab itu, mitra juga diberikan pertanyaan untuk mengetahui

jenis kegiatan apa yang diinginkan pada tahap berikutnya. Jawaban yang diberikan sangat beragam, namun hasil rangkuman yang dihimpun menunjukkan bahwa petani mengusulkan untuk diadakan pelatihan cara memasarkan dan mengolah hasil panen. Usulan tersebut dapat dipahami karena selama ini petani menjual produk melalui orang-orang yang dikenalnya. Meskipun penjualan telah stabil, keinginan untuk memasarkan produk pada daerah yang lebih luas patut untuk ditindaklanjuti pada kegiatan selanjutnya. Usulan tersebut juga sebagai indikasi bahwa mitra memiliki komitmen tinggi terhadap kegiatannya. Tidak hanya terkait pemasaran, petani mengusulkan untuk diadakan pelatihan cara mengembangkan produk selain sayuran, seperti menanam melon dengan metode hidroponik. Menyikapi usulan kegiatan tersebut, tim pengabdian berencana untuk berkolaborasi dengan fakultas lain dalam mewujudkannya.

PENUTUP

Simpulan. Kegiatan pengabdian masyarakat untuk meningkatkan kapasitas produksi dan memasang pelindung lonjakan arus untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) telah dilaksanakan dengan baik. Peningkatan kapasitas produksi dilakukan dengan cara membangun instalasi hidroponik baru dengan 126 lubang atau yang setara dengan 12.6 – 18.9 kg pakcoy atau 25.2 kg selada. Instalasi hidroponik baru terbuat dari rangka almuninium dengan atap plastik UV 14% 200 micron dan 6 batang paralon. Sistem PLTS telah dilengkapi pelindung arus berlebihan sehingga lebih aman ketika terjadi induksi sambaran petir. Lonjakan arus akan dialirkan ke tanah melalui kabel *grounding* yang terhubung pada logam yang ditanam di tanah. Fasilitas tambahan yang diberikan adalah *insect net*, yaitu suatu pelindung tanaman agar tidak diserang hama. *Insect net* dipasang untuk melindungi instalasi hidroponik yang dekat dengan semak belukar. Seluruh fasilitas yang diberikan telah dinilai fungsinya dan mampu bekerja dengan baik. Mitra merasa puas dan menilai bahwa aktivitas dapat memberikan manfaat.

Saran. Sudut pandang mitra dan civitas akademika dapat jauh berbeda. Ide masyarakat akademik yang baik belum tentu yang dibutuhkan oleh masyarakat. Dengan pertimbangan bahwa bahwa mitra lebih memahami kondisi di lapangan, hendaknya tim pengabdian memberikan ruang untuk mengakomodasi usulan mitra sesuai dengan kemampuan dan keahlian dari tim. Sehingga luaran dari kegiatan adalah kombinasi antara usulan mitra dan ide tim pengabdian. Hal tersebut akan menunjukkan kolaborasi yang kuat dan menunjukkan sikap saling menghormati mengingat civitas akademik berkegiatan di lingkungan mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Maju dan Multidisiplin (FTMM) yang telah mendukung secara finansial dengan dana Rencana Kegiatan Anggaran Tahunan (RKAT) berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Airlangga nomor 1023/UN3/2022 tanggal 2 Juni 2022. FTMM juga selalu memberikan arahan dalam melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat agar terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2011). *FAO in the 21st century: Ensuring food security in a changing world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Baiyin, B., Tagawa, K., & Gutierrez, J. (2020). Techno-economic feasibility analysis of a stand-alone photovoltaic system for combined aquaponics on drylands. *Sustainability*, 12(22), 9556..
- Lobillo-Eguibar, J., Fernández-Cabanás, V. M., Bermejo, L. A., & Pérez-Urrestarazu, L. (2020). Economic sustainability of small-scale aquaponic systems for food self-production. *Agronomy*, 10(10), 1468.
- Lages Barbosa, G., Almeida Gadelha, F. D., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., ... & Halden, R. U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6879-6891.
- Gleick, P. H. (2010). Roadmap for sustainable water resources in southwestern North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(50), 21300-21305.
- Chel, A., & Kaushik, G. (2011). Renewable energy for sustainable agriculture. *Agronomy for sustainable development*, 31(1), 91-118.
- Ahmad, S. W., Yanti, N. A., Muhsin, M., & Dewi, W. O. N. T. (2021). Kemandirian Pangan pada Masa Pandemi Covid-19 melalui Penerapan Teknologi Hidroponik di Kelurahan Wundudopi Kecamatan Baruga Kota Kendari. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(1), 315-323.
- Furoidah, N. (2019). PKM PEMBERDAYAAN KELOMPOK PKK DENGAN MODEL URBAN FARMING DI DESA DAWUHAN LOR, KECAMATAN SUKODONO, LUMAJANG, JAWA TIMUR. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 3(1), 6-10.
- Kusumaningsih, T., Ridwan, R. D., & Sidarningsih, S. (2021). PELATIHAN DAN PENYULUHAN MANFAAT CIPLUKAN BAGI KESEHATAN DAN BUDIDAYANYA DI KECAMATAN SUMBERWRINGIN DAN KECAMATAN MAESAN KABUPATEN BONDOWOSO. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 5(2), 292-301.
- Maharani, Y., Hidayat, P., Rauf, A., & Maryana, N. (2018). Kutudaun (Hemiptera: Aphididae) pada gulma di sekitar lahan pertanian di Jawa Barat beserta kunci identifikasinya. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 15(2), 74-84.
- Pangestu, W. W. (2017). Komposisi Spesies Parasitoid Kutu Daun pada Beberapa Jenis Tanaman Inang.
- Leutron. (2021). Lightning and Surge Protection, Leutron Catalogue. Leutron GmbH.