

AKUAPONIK SISTEM KINCIR UNTUK BUDIDAYA TANAMAN SAYURAN DI DESA GUNUNGPRING KECAMATAN MUNTILAN KABUPATEN MAGELANG

Tri Suwarni Wahyudiningsih^{1*}, Siti Nurul Iftitah¹, Eka Nur Jannah¹, Muzayyanah Rahmiyah¹, Risky Via Yuliantari², Fuad Hilmy³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman No. 39, Magelang 56116, Jawa Tengah Indonesia

e-mail: *trisuwarni@untidar.ac.id

ABSTRAK

Desa Gunung Pring Kecamatan Muntilan Kabupaten Magelang merupakan salah satu desa yang memiliki keterbatasan lahan, sebagian masyarakat belum mendapatkan informasi maupun pelatihan terkait inovasi pertanian. Tim pengabdian memberikan solusi berupa akuaponik sistem kincir sebagai alternatif teknik budidaya tanaman khususnya sayuran dan ikan. Kegiatan pengabdian meliputi penyuluhan budidaya tanaman sayuran, pembuatan dan pemasangan kincir, serta penyuluhan perawatan kincir. Keuntungan dari akuaponik sistem kincir yaitu masyarakat dapat memanen tanaman dan ikan yang waktu bersamaan. Respon kelompok PKK 1 dari 2 Dusun Sabrang sangat antusias dalam hal pengenalan teknologi akuaponik sistem kincir. Alat tersebut diharapkan dapat bertahan lama dan dapat dipakai bertahun-tahun hingga belasan tahun karena terbuat dari pipa holo dan lampu sehingga menambah nilai estetika. Sistem Akuaponik kincir ini dapat menghemat air, menghemat lahan, serta memberikan sirkulasi pada air dalam kolam dan tanaman. Akuaponik sistem kincir hasil pengabdian ini diharapkan menjadi inovasi teknologi tepat guna yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Kata kunci: Akuaponik; Gunung Pring; inovasi pertanian; kincir

Pendahuluan

Budidaya pertanian di daerah perkotaan pada saat ini dihadapkan pada permasalahan harga tanah semakin mahal, air semakin langka, konversi lahan besar-besaran, dan isu perubahan iklim akibat pemanasan global. Sistem akuaponik merupakan salah satu jawaban yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut (Sastro, 2016). Akuaponik dapat meningkatkan kesejahteraan keluarga melalui budidaya tanaman sayur-sayuran, tanaman buah pot dan ikan di pekarangan untuk memenuhi gizi (Ferijal et al., 2017).

Akuaponik merupakan perpaduan antara akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah, tetapi memanfaatkan air bernutrisi) dengan menggunakan wadah berupa kolam terpal, drum plastik, kolam *fiberglass* atau tandon air. Akuaponik tanaman ditanam di dalam bedeng tanam (*grow bed*), yang terpisah dari tangki ikan (Ferijal et al., 2017). Dalam pertanian Akuaponik, tanaman memanfaatkan unsur hara dari kotoran ikan, yang mana kotoran tersebut

jika dibiarkan dapat menjadi racun bagi ikannya. Kunci dari Akuaponik ini adalah unsur hara dari kotoran ikan yang nantinya akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan hal tersebut, tanaman berfungsi sebagai biofilter untuk menyerap ammonia, nitrat, nitrit, dan fosfor yang berbahaya bagi ikan serta resirkulasi dalam sistem Akuaponik juga terbukti tidak hanya meningkatkan produktivitas tanaman (Maharani & Sari, 2016). Sistem teknologi Akuaponik menjadi jawaban atas permasalahan semakin sulitnya mendapatkan sumber air yang sesuai (Handayani, 2018).

Masalah

Desa Gunung Pring, Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang merupakan desa wisata religi yang selalu ramai oleh wisatawan. Tempat ini sangat indah dan memberikan kesan nyaman dan tentram bagi wisatawan. Gunung Pring merupakan sebuah bukit di tengah desa yang ditumbuhi pring bambu. Gunung Pring memiliki ketinggian 400 meter di atas permukaan laut. Desa Gunung Pring memiliki sumber daya air

yang baik yang telah dimanfaatkan masyarakat untuk memelihara ikan di kolam dengan berbagai jenis ikan. Sumber daya ini masih monoton hanya berupa kolam artinya masyarakat belum memanfaatkan kolam tersebut secara maksimal, padahal memiliki potensi untuk menghasilkan.

Salah satu alternatif supaya pemanfaatan kolam tidak monoton adalah menggunakan sistem akuaponik kincir. Keuntungan sistem akuaponik kincir antara lain mudah dikerjakan, hama mudah dikontrol, pemupukan efisien, tanaman yang mati atau rusak dapat segera diganti, tidak memerlukan tenaga besar, hasilnya bagus, dengan keadaan yang tetap bersih, bernilai tinggi, dapat dilakukan di luar musim, tidak ada resiko banjir, erosi, atau kondisi alam lainnya. Kelemahan akuaponik system kincir adalah memerlukan biaya yang mahal untuk instalasi, membutuhkan waktu yang khusus untuk melakukan pengecekan terhadap nutrisi tanaman hidroponik, serta resiko akar dimakan ikan. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan membuat jaring pembatas tempat akar tercelup air kolam dan pemberian pupuk sayuran khusus untuk akuaponik yang tidak membayakan kehidupan ikan sehingga dapat meningkatkan produksi sayuran.

Berdasarkan analisis situasi, urgensi permasalahan prioritas, yaitu lahan sempit, belum ada inovasi serta teknologi baru terkait sistem akuaponik, belum maksimal dalam memanfaatkan sumber daya yang ada, terutama kolam ikan yang hanya menghasilkan panen ikan saja padahal bisa diterapkan teknologi lain untuk budidaya tanaman sayuran yaitu dengan akuaponik sistem kincir. Sistem akuaponik merupakan solusi tepat jika diterapkan di Desa Gunung Pring sehingga nantinya kolam ikan yang ada dapat diberdayakan melalui sistem akuaponik kincir. Program pengabdian ini dilakukan dengan didukung oleh sumberdaya bidang pertanian dan teknik untuk mendukung peningkatan sumber daya masyarakat Desa Gunung Pring.

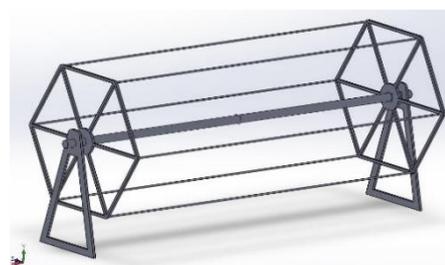
Metode Pelaksanaan

Langkah-langkah pelaksanaan pengabdian meliputi:

Pendidikan Masyarakat : digunakan untuk kegiatan-kegiatan, seperti a) pelatihan *in-house training* diawali dengan kegiatan koordinasi dengan ketua kelompok. Kegiatan ini diawali dengan mengadakan pertemuan dengan mitra untuk menggali sumber daya yang ada dan

masalah-masalah prioritas pada mitra supaya dapat dicari solusinya. b) penyuluhan mengenai sistem akuaponik kincir yang bertujuan meningkatkan pemahaman serta kesadaran masyarakat untuk mengoptimalkan produktivitas kolam ikan, **Konsultasi**: digunakan untuk kegiatan-kegiatan dalam mengoptimalkan produktivitas kolam sehingga persoalan atau kebutuhan dalam masyarakat dapat diselesaikan melalui sinergisme dengan Perguruan Tinggi melalui inovasi sistem akuaponik kincir.

Pelatihan: digunakan untuk kegiatan yang melibatkan a) penyuluhan tentang substansi kegiatan yang disertai dengan demonstrasi atau percontohan pembuatan sistem akuaponik kincir hingga realisasi terwujudnya model kincir. Kegiatan penyuluhan desain alat dan budidaya tanaman. Penyuluhan dilakukan dengan pemberian materi mengenai alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan akuaponik sistem kincir kepada ibu-ibu PKK Dusun Sabrang Desa Gunung Pring yang meliputi pembuatan kincir, manfaat dan cara penggunaan alat, serta penyuluhan mengenai budidaya tanaman mulai pembibitan hingga pemanenan. b) pelatihan dalam pengoperasian sistem atau peralatan akuaponik kincir. Kegiatan pemasangan instalasi kincir akuaponik dan praktik pembibitan tanaman. Pemasangan instalasi kincir akuaponik didampingi oleh tim dari Dosen dan mahasiswa Teknik yang diawali dengan pemasangan instalasi listrik yang bertujuan untuk memasok daya sehingga nanti motor listrik kincir akuaponik bisa menyala. Kemudian dilanjutkan dengan memasang instalasi kincir pada kolam dengan beberapa pengeboran mur dan baut yang kuat di sisi kolam untuk menopang kincir tersebut. Berikutnya akan dipasang plat besi masing-masing bagian kincir dan diluruskan sehingga tidak berat sebelah dan sejajar.



Gambar 1. Desain alat akuaponik sistem kincir
Sumber: Data primer (2022)

Kegiatan pembibitan tanaman sayuran. Kegiatan ini didampingi oleh tim dari Prodi Agroteknologi. Pembibitan diawali dengan menyiapkan benih sayuran yang akan ditanam yaitu pakcoy dan selada. Benih direndam dalam air selama 15 menit untuk mendapatkan benih yang mempunyai viabilitas yang tinggi untuk hidup. Bibit umur 7-12 hari siap ditanam di media akuaponik. Alat dan bahan lain yang diperlukan untuk pembibitan antara lain *net pot*, *rockwool*, dan air. **Mediasi**: digunakan untuk memantau pelaksanaan operasional sistem akuaponik kincir untuk mencari solusi bila terdapat kendala. **Ipteks**: karya utama sistem akuaponik kincir menjadi inovasi teknologi dalam mengoptimalkan manfaat kolam ikan. **Substitusi Ipteks**: Digunakan untuk kegiatan yang menawarkan ipteks baru yang lebih modern dan efisien daripada ipteks lama (Ipteks berupa TTG) sistem akuaponik kincir; **Pendampingan** : digunakan untuk kegiatan yang berupa pendampingan selama budidaya tanaman sayuran menggunakan system akuaponik kincir.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian diawali dengan survei lokasi, pengukuran kolam, pengukuran kincir, pemasangan instalasi listrik, pemasangan instalasi kincir. Kegiatan survey pendahuluan dan wawancara dengan ibu PKK Dusun Sabrang dan juga anggotanya. Berdasarkan hasil survey bahwa daerah ini memiliki potensi untuk dikembangkan budidaya tanaman sayuran dengan system akuaponik. Kegiatan ini ditujukan untuk memberdayakan ibu-ibu PKK agar memanfaatkan pekarangan rumah untuk bercocok tanam dan meningkatkan kualitas ekonomi rumah tangga.

Kegiatan berikutnya yaitu melakukan pengukuran kolam ikan dan juga rencana instalasi kincir dan listriknya. Sebelum memasang instalasi listrik perlu merancang instalasi listrik kemudian menyiapkan bahan instalasi listrik. Proses pemasangan instalasi listrik terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persiapan dan pemasangan instalasi listrik

Proses pembuatan kincir meliputi:

Kegiatan pemotongan bahan. Bahan mentah atau *raw material* yang telah ada berupa besi *hollow* baik tabung maupun persegi, strip plat, besi pejal dan bahan lain dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya (Gambar 3). Potongan-potongan tersebut nantinya akan diproses pada tahapan selanjutnya baik permesinan maupun perakitan untuk dijadikan komponen-komponen kincir hidroponik. Pada tahapan ini, peralatan yang digunakan yaitu mesin pemotong besi (gerinda potong).



Gambar 3. Gambar proses pemotongan bahan (a) poros, dan (b) besi *hollow* dan (c) strip plat

Kegiatan pemesinan. Pada proses pemesinan, potongan-potongan bahan diproses menggunakan mesin diantaranya adalah mesin bubut untuk membuat komponen poros kecil yang ada pada masing-masing sudut segi enam kincir. Selain itu, mesin bor yang digunakan untuk membuat lubang, baik mesin bor tangan untuk membuat lubang kecil yang peruntukannya sebagai penempatan mur baut maupun mesin bor besar yang digunakan untuk membuat lubang besar pada masing-masing sudut segi enam kincir sebagai tempat poros (Gambar 4).



Gambar 4. Proses permesinan (a) bubut, dan (b) bor

Assembly atau penggabungan. Penggabungan merupakan proses penempelan komponen-komponen peralatan agar dapat difungsikan. Proses ini dilakukan menggunakan beberapa jenis bergantung pada fungsi komponen maupun jenis material yang digunakan, karena

tidak semua komponen dapat dilakukan pengelasan maupun dipasang mur baut. Mesin las yang digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Assembly* berupa (a) pengelasan, dan (b) pemasangan mur baut

Setelah dilakukan pengelasan, biasanya terdapat permukaan yang kasar pada bagian bekas proses las. Untuk menghilangkan bekas proses las, dapat dilakukan proses *grinding* menggunakan gerinda dan amplas (Gambar 6). Kegiatan selanjutnya adalah pengecatan.



Gambar 6. Proses menghilangkan bekas las

Pengecatan dilakukan bertujuan selain untuk tampilan yang artistik, juga sebagai media untuk menanggulangi adanya gagal alat akibat karat (Gambar 7). Pengecatan diutamakan pada komponen yang tercelup ke dalam air karena komponen tersebut yang berpotensi lebih besar untuk terjadi korosi dan karat.



Gambar 7. Proses pengecatan pada komponen tempat menaruh pot tanaman

Kegiatan pemasangan rangkaian alat di kolam. Proses pemasangan terdiri dari dua tahap, yaitu pemasangan rangkaian elektrik sekaligus instalasi penerangan dan pemasangan kincir pada kolam. Selain itu, dilakukan juga pemasangan

papan yang berisi informasi terkait peralatan (Gambar 8).



Gambar 8. pemasangan kincir

Permasalahan dari akuaponik sistem pipa adalah air yang bercampur dengan kotoran ikan dan lumut tertahan di akar-akar kangkung mengakibatkan aliran air tidak lancar dan muncul jentik-jentik nyamuk (Halim & Pratamaningtyas, 2020). Permasalahan tersebut tidak terjadi pada sistem akuaponik sistem kincir. Keunggulan utama kegiatan pengabdian sistem akuaponik kincir sesuai dengan kondisi masyarakat di Desa Gunung Pring yang pada umumnya mempunyai kolam ikan. Hasil inovasi pertanian modern dengan pemasangan sistem akuaponik kincir telah berhasil dilakukan dan dapat berputar. Media tanaman dalam pot kecil tercelup air kolam setiap 3-4 detik sekali. Tanaman yang diujicoba adalah tanaman pakcoy. Kelemahan system akuaponik kincir antara lain berdasar pengamatan selama dua minggu maka akar tanaman dimakan ikan sehingga terdapat evaluasi kegiatan pengabdian ini antara lain perlu dibuat jaring pembatas supaya ikan tidak memakan akar tanaman akuaponik dan perlu pemupukan khusus akuaponik supaya pertumbuhan sayuran optimal. Kelemahan yang lain adalah memerlukan instalasi listrik dan belum dikembangkan system control dan monitoring secara digital. Dengan demikian perlu inovasi penggerak kincir dengan listrik tenaga surya. Pengembangan teknologi lebih lanjut pada kegiatan pengabdian ini antara lain penggunaan listrik dengan panel surya, *monitoring*, dan *controlling*.

Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai mampu menjaga nilai kualitas hidroponik sesuai dengan kebutuhan tanaman sekaligus mampu membuat hidroponik menjadi fleksibel dan dapat dipasang di berbagai area. *Monitoring* sistem akuaponik kincir dengan menerapkan teknologi *IoT* sangat diperlukan untuk

memudahkan memantau durasi pergerakan kincir dan pemantauan parameter lingkungan. Sistem akuaponik system kincir juga perlu dilengkapi alat sensor (Mohammad et al., 2021). Pengembangan alat *monitoring* dan *controlling* akuaponik pada pH air dengan sensor pH 4502C, ketinggian dan suhu air menggunakan sensor DS18B20 dan pemberian pakan menggunakan sensor gerak motor servo. 2.(Kris Widiantara et al., 2021)

Modifikasi bahan kincir yang dilakukan (Banowati & Ramsari, 2022) menggunakan kincir angin pada sistem hidroponik berbahan komposit hibrid serat eceng gondok-*E-glass* yang menerapkan teknologi tepat guna komposit *Hand lay Up – Vacuum Bagging*. Penyempurnaan yang perlu dilanjutkan adalah monitoring sistem hidroponik dengan menerapkan teknologi *IoT (Internet of Things)*, sehingga berbagai parameter lingkungan yaitu temperatur dan kelembapan serta nutrisi tanaman dapat diatur pada sistem hidroponik dengan proses *controlling* yang memiliki kelebihan produksi tanaman dapat berlipat ganda, tidak terpengaruh musim, harga jualnya lebih tinggi dan ramah lingkungan.

Proses penyemaian benih tanaman sayuran. Persemaian benih ke rockwool. Penyemaian benih tanaman sayuran diawali dengan menanam benih sayuran pakcoy, selada dan kangkung pada *rockwool* yang telah disediakan. *Rockwool* dibagi menjadi beberapa bagian yang tidak putus dan dibasahi hingga cukup lembab. Kemudian *rockwool* dilubangi sebesar benih tanaman dan diletakkan masing-masing 1 benih per lubang. *Rockwool* diletakkan dalam *tray* plastik tidak berlubang dan ditutup. Setiap hari dilakukan pengecekan untuk melihat kondisi benih, jika sudah pecah maka harus diberi sinar matahari. Lalu harus selalu dijaga kelembabannya dengan penyemprotan air agar benih bisa tumbuh dengan optimal. Setelah 7-12 hari bibit siap dipindahkan ke *net pot* dan disusun di instalasi kincir.



Gambar 9. Persiapan bibit a) penyemaian benih pada *rockwool*; b) bibit yang siap digunakan

Penyemaian dengan menggunakan *rockwool* dipilih karena media tanam ini dapat menahan air dan udara yang cukup besar sehingga mencukupi kebutuhan pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi benih (Gambar 9a). Hal ini disebabkan karena media tanam ini dari serat alami yang mampu menopang akar dan batang tanaman sehingga dapat tegak dengan stabil (Susilawati, 2019).

Bibit tanaman umur 7 hari. Bibit tanaman yang sudah tumbuh daun dan akar sejati siap dipindahkan ke *net pot* dengan tetap memasukkan *rockwool* di dalamnya, artinya tanaman tidak dicabut. Setelah tanaman diletakkan di dalam *net pot*, bibit tanaman siap disusun dalam instalasi kincir akuaponik (Gambar 9b).

Kegiatan penyuluhan kepada kelompok wanita tani/PKK Dusun Sabrang. Penyuluhan dilakukan agar ibu-ibu PKK mengetahui adanya inovasi teknologi budidaya tanaman sayuran dengan sistem akuaponik kincir. Penyampaian informasi dibantu dengan video dan gambar sistem akuaponik kincir agar mitra lebih memahami dan mendapat gambaran tentang inovasi teknologi ini. Mitra sangat antusias dengan adanya informasi yang disampaikan oleh tim pengabdian.



Gambar 10. Tim pengabdian sedang memberikan penyuluhan mengenai “Inovasi budidaya tanaman sayuran dengan sistem akuaponik kincir”.

Pemilihan jenis tanaman sayuran perlu dikaji lebih lanjut untuk mendapatkan jenis sayuran yang cocok dibudidayakan dengan sistem akuaponik kincir dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Dalam hal pemilihan jenis sayuran perlu memperhatikan kualitas air karena air memegang peranan penting dalam bidang perikanan terutama untuk kegiatan budidaya serta produktifitas hewan akuatik. Limbah yang dihasilkan dari proses budidaya memiliki dampak negatif bagi hewan akuatik. Amonia merupakan salah satu limbah yang berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut dalam air berupa feses dan sisa makanan ikan yang tidak termakan

dan mengendap di dasar kolam budidaya. Penurunan konsentrasi amonia dengan jumlah tanaman 30 batang kangkung per rumpun memberikan hasil pengurangan ammonia (Efendi, 2015). Pada pelaksanaan pengabdian baru ditanam satu jenis sayuran yaitu Pakcoy. Pemilihan jenis sayuran yang ringan biomasnya perlu dipertimbangkan supaya kincir tidak berat saat memutar. Tingkat kesulitan pelaksanaan kegiatan pelatihan, mediasi dan konsultasi, pendidikan dan pendampingan pada umumnya mudah. Tingkat kesulitan tinggi pada saat membuat instalasi listrik, produksi barang meliputi persiapan serta merangkai alat kincir karena memerlukan tenaga ahli teknik elektro dan teknik mesin yang pada umumnya laki – laki sedangkan peserta pelatihan adalah ibu-ibu. Peluang peningkatan produksi sayuran dan ikan dapat dilakukan secara bersamaan bila optimalisasi nutrisi tanaman sayuran dan ikan tercapai serta operasional alat kincir lancar. Hasil pengabdian ini menjadi model percontohan sistem akuaponik kincir yang mempunyai nilai estetika sekaligus diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Kesimpulan

Usaha mengoptimalkan keterbatasan lahan dan belum maksimalnya hasil kolam ikan dapat diatasi dengan akuaponik sistem kincir. Sistem akuaponik dirasa cukup menguntungkan karena dapat menghasilkan panen sayuran dan ikan yang waktunya relatif bersamaan. Selain itu, akuaponik sistem kincir memiliki nilai estetika yang menambah keindahan kolam ikan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pengembangan inovasi teknologi untuk penyempurnaan sistem akuaponik kincir yang belum dilakukan antara lain penggunaan pupuk akuaponik, sumber listrik dari panel surya, *monitoring* dan *controlling* berbasis *IoT*.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada LPPM-PMP Universitas Tidar yang telah memberikan dana melalui skema hibah unggulan pengabdian tahun 2022.

Daftar Pustaka

Banowati, L., & Ramsari, N. (2022). Air Kincir Angin Komposit dan Optimalisasi Monitoring Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Memajukan UKM

Petani. *Abdimas*, 1(1), 1–11.

Efendi, E. (2015). Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi. *E-Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(April), 2–5.

Ferijal, T., Jayanti, D. S., & Nurba, D. (2017). Pemanfaatan Lahan Pekarangan Sempit dengan Teknologi Aquaponik dalam Rangka Pemberdayaan dan Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Gampong Kandang Kecamatan Darul Imarah Kabupaten A. *Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat Berbasis LEISA*, September 2017, 41–57.

Halim, A., & Pratamaningtyas, S. (2020). Penerapan Aquaponik Dan Pengembangan Budidaya Ikan Lele Pada Unit Usaha Pondok Pesantren Kota Malang. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 4(1), 1.

Handayani, L. (2018). Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Sistem Budidaya Aquaponik. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2018*, 118–126.

Kris Widiantara, I. M., Linawati, L., & Wiharta, D. M. (2021). Rancang Bangun Akuaponik Berbasis Internet of Things. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 243.

Maharani, N. A., & Sari, P. N. (2016). Penerapan Aquaponic Sebagai Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair Kolam Ikan di Dusun Kergan, Tirtomulyo, Kretek, Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 1(2), 172.

Mohammad, L., Suyanto, Muhammad Khamim Asy'ari, Asma'ul Husna, & Sarinah Pakpahan. (2021). Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 10(1), 77–84. 7

Sastro, Y. (2016). *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Jakarta

Susilawati. (2019). *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik*.