

PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGU TANAMAN PADA SISTEM BUDIDAYA HIDROPONIK

Iman Suswanto^{1*}, Indri Hendarti², Rita Kurnia Apindiati³, Sarbino⁴
^{1,2,3,4}Prodi Agroteknologi, Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia
iman.suswanto@faperta.untan.ac.id¹, indri.hendarti@faperta.untan.ac.id²,
rita.kurnia.apidiati@faperta.untan.ac.id³, sarbino@faperta.untan.ac.id⁴

ABSTRAK

Abstrak: Budidaya hidroponik dituntut menghasilkan produk yang lebih unggul dari pertanian konvensional sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Salah satu kendala hidroponik berupa serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan OPT bukan hanya menurunkan produksi, tetapi juga menyebabkan produk hortikultura tidak diterima pasar. Mitra kegiatan ini terdiri atas kelompok pemuda yang memiliki ketertarikan pada hidroponik dan Mitra pemilik hidroponik. Masalah utama budidaya hidroponik adalah serangan OPT yang menyebabkan produk hortikultura tidak dapat dijual. Tujuan pengabdian masyarakat berupa pengenalan budidaya hidroponik dan penerapan pengendalian OPT. Metode yang dilakukan berupa ceramah/diskusi, praktik, dan evaluasi terhadap 20 orang anggota mitra. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua mitra mengenal dengan baik sistem hidroponik dan mengenal OPT di bidang pertanian. Namun demikian secara umum mitra tidak mengetahui keberadaan, tingkat kerugian dan penerapan pengendalian OPT pada sistem hidroponik. Pengetahuan mitra sebelum kegiatan hanya mencapai 12% atau kategori rendah dan meningkat menjadi 100% atau memiliki pengetahuan baik setelah praktek dengan melihat langsung penerapan pengendalian dan gangguan OPT yang terjadi pada sistem hidroponik.

Kata Kunci: hidroponik; pengendalian OPT.

Abstract: Hydroponic cultivation is required to produce superior products compared to conventional agriculture in order to have higher market value. One of the challenges in hydroponics is the attack of plant pests and diseases. Pest attacks not only reduce production but also make horticultural products unsellable in the market. The partners in this activity are a group of young people interested in hydroponics and hydroponic owners. The main problem in hydroponic cultivation is pest attacks that make horticultural products unsellable. The aim of this community service is to introduce hydroponic cultivation and the application of pest control. The methods used are lectures/discussions, practices, and evaluations of 20 partner members. The results show that all partners are familiar with the hydroponic system and know about plant pests and diseases in agriculture. However, in general, the partners are not aware of the existence, level of loss, and application of pest control in the hydroponic system. The partners' knowledge before the activity was only 12% or low category and increased to 100% or had good knowledge after practicing and observing the application of pest control and pest attacks that occur in the hydroponic system.

Keywords: hydroponic; pest control.



Article History:

Received: 28-03-2023

Revised : 01-05-2023

Accepted: 03-05-2023

Online : 01-06-2023



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Saat ini budidaya hidroponik menjadi pilihan utama petani generasi muda. Hidroponik memiliki banyak keunggulan dibandingkan pertanian konvensional, seperti tidak membutuhkan media tanah, hanya memanfaatkan ruang terbatas, sistem lingkungan terkendali dan produk berkualitas. Saat ini produk hidroponik berupa sayur daun, sayur buah bahkan produk bennial seperti strawberry, cabai, tomat dan lainnya dengan mudah dapat dijumpai di pasar (Faiz, 2021; Jazilah, 2018; Layaman et al., 2020; dan Roidah, 2014).

Sayangnya, pada hidroponik terdapat beberapa kendala yang tidak dijumpai di pertanian konvensional seperti pengadaan dan perawatan peralatan hidroponik mulai dari tabung air, kassa, penyangga dan lainnya, penggunaan energi listrik sebagai penggerak pompa air, penerang dan peralatan elektronik dan pengadaan media tanam atau nutrisi tanaman. Komponen tersebut juga dijumpai pada teknik hidroponik yang paling sederhana yaitu akar langsung kontak dengan air yang dialirkan secara berulang-ulang untuk pemenuhan kebutuhan air, nutrisi dan oksigen bagi tanaman atau dikenal dengan sistem *nutrient film technique* (NFT). Agroekosistem hidroponik juga harus menyediakan cahaya, suhu dan kelembapan yang baik, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik (Khan et al., 2020; Tando, 2019).

Faktor input hidroponik membutuhkan biaya yang tidak murah sehingga produk dituntut lebih menarik (*free blemish*) agar memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Target produk berkualitas dapat dicapai melalui pengaturan kondisi pertumbuhan yang ketat. Kondisi ini ternyata juga menciptakan lingkungan yang kondusif bagi kehidupan serangga hama. Dimanapun terdapat inang, serangga dapat menemukannya disebabkan oleh kemampuan serangga mengenali senyawa volatil organik yang dihasilkan oleh tanaman inang. Kutu daun merupakan hama dominan yang dijumpai pada hidroponik disebabkan oleh kondisi seperti lingkungan relatif kering, jaringan tanaman sukulen, ukuran hama yang kecil dan memiliki siklus hidup cepat (Dinegoro et al., 2021; Macdougall et al., 2022; Roberts et al., 2020; dan Senewe, 2019).

Upaya untuk mengendalikan populasi organisme pengganggu tanaman (OPT) umumnya digunakan pestisida sintetis. Alasan pemilihan ini disebabkan oleh persepsi masyarakat menganggap bahwa pestisida menjadi senjata pamungkas yang dapat mengatasi semua masalah hama/penyakit. Kenyataannya, meskipun telah menggunakan berbagai pestisida tetepi masih juga dijumpai ledakan hama/penyakit di lapangan. Hal ini membuktikan bahwa pengendalian OPT tidak dapat disandarkan pada pestisida semata. Keberhasilan pengendalian membutuhkan kombinasi berbagai teknik pengendalian yang tersedia. Di samping itu, perlindungan tanaman hidroponik perlu didukung informasi lain seperti faktor ekologi

hama, pola tanam, jenis tumbuhan, saat rentan tanaman terhadap OPT dan lain-lain (Roberts et al., 2020).

Beberapa teknik pengendalian hidroponik telah banyak dilaporkan antara lain penggunaan pestisida nabati, agens pengendali hayati, pengaturan waktu tanaman, insektisida kimiawi dan pengendalian terpadu dengan memanfaatkan berbagai teknik pengendalian yang tersedia (Denisaa & Risnawati, 2021; Folorunso et al., 2021; Sudarjat et al., 2017; Tasnia et al., 2020; Folorunso et al., 2021; dan Sudarjat et al., 2017). Berdasarkan uraian di muka, kegiatan pengabdian pada masyarakat bertujuan: memberi bekal peserta tentang pengendalian OPT hidroponik dan *output* yang diharapkan mampu menghasilkan produk panen berkualitas yang dapat diterima pasar.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan pada Mitra I terdiri atas remaja dari Kompleks Mekar Sari, Desa Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat sebanyak 19 orang. Tingkat pendidikan peserta sebagian besar telah lulus SLTA, sebagian melanjutkan ke perguruan tinggi dan sebagian pekerja informal atau belum bekerja. Mitra II merupakan praktisi hidroponik skala rumah tangga. Produk hidroponik berupa sawi, bayam, kangkung dan selada air yang dijual ke warung dan masyarakat sekitar. Metode pelaksanaan kegiatan berupa observasi, ceramah/diskusi, praktik, dan evaluasi. Langkah-langkah pelaksanaan program pengabdian adalah sebagai berikut:

1. Pra-kegiatan: berupa pemilihan mitra dan penetapan lokasi kegiatan. Tahapan ini dibantu oleh 2 mahasiswa yang dilibatkan dalam kegiatan ini, membantu perijinan dan membuat undangan bagi peserta kegiatan bagi Mitra I. Selanjutnya mahasiswa dan peserta Mitra I dilibatkan dalam praktek aktifitas tanam hidroponik pada Mitra II, penerapan teknik pengendalian berupa penyemprotan pestisida pada sisa tanaman, pembuatan pembibitan benih hortikulura, pembuatan dan pemasangan *yellow stick* sebagai salah satu komponen pengendalian OPT.
2. Ceramah/Diskusi OPT hidroponik. Materi ceramah dibuat pada leaflet berisi pengenalan hidroponik dan teori perlindungan tanaman hidroponik terhadap gangguan hama penyakit. Saat pelaksanaan ceramah, kegiatan diawali dengan *pre-test* berupa pengisian kuesioner yang telah disiapkan berdasarkan pengamatan saat Pra-Kegiatan.
3. Praktek berisi pengamatan langsung pada komoditas yang ditanam dengan sistem hidroponik sesuai dengan materi ceramah. Pengamatan dilakukan terhadap jenis tanaman, fase tumbuh dan jenis OPT.
4. Evaluasi merupakan tahapan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pencapaian tujuan kegiatan. Kegiatan diawali dengan

post-test dengan mengisi mengisi kuesioner yang sama saat *pre-test*. Penilaian tingkat pengetahuan peserta tentang OPT hidroponik dikelompokkan dalam kategori rendah= peserta hanya mampu menjawab pada kisaran 0-50%; pengetahuan sedang= 51-75% dan pengetahuan baik= lebih dari 75%.

Tahap-tahap pelaksanaan kegiatan secara singkat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahap-tahap pelaksanaan kegiatan

Pertemuan ke-	Materi pertemuan	Kegiatan
1	Pra-kegiatan	Perijinan, mengumpulkan informasi sistem hidroponik dan pembuatan kuesioner
2	Ceramah/diskusi tentang pengendalian OPT hidroponik	<i>pre-test</i> , ceramah dan diskusi
3	Praktik pengendalian OPT hidroponik	Observasi jenis dan kerusakan pada tanaman hidroponik, <i>post-test</i>
4	Evaluasi kegiatan	interpretasi <i>pre</i> dan <i>post tes</i> dari kuesioner

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pra-Kegiatan

Kegiatan diawali dengan meninjau lokasi hidroponik Mitra II sebagai tempat pelaksanaan kegiatan. Pada saat itu budidaya sudah memasuki masa panen, sehingga menyisakan tanaman tua yang tidak layak jual, sisa-sisa tanaman bagian perakaran, daun dan media tanam hidroponik. Berdasarkan kondisi tersebut, tim pelaksana dan mitra bersepakat memulai aktifitas tanam baru dengan tahapan-tahapan membersihkan sisa-sisa tanaman, sanitasi ruang hidroponik dengan pestisida, penyiapan larutan dan media tanam untuk pesemaian. Aktifitas awal ini diikuti tim pelaksana dosen dan mahasiswa serta Mitra I terdiri atas remaja yang akan mengikuti kegiatan pengabdian masyarakat.

Saat awal kegiatan tim pelaksana menggali informasi dari Mitra II mengenai kendala-kendala dalam budidaya hidroponik antara lain biaya investasi hidroponik relatif tinggi disebabkan oleh perawatan yang intensif dan peralatan pengendalian OPT. Kapasitas usaha hidroponik mitra masih pada skala rumah tangga hanya menghasilkan produksi kisaran 25-30 kg/batch selama 40 hari menjadikan usaha tani hidroponik belum memberikan keuntungan yang cukup. Menurut Wachjar & Anggayuhlin (2013), perawatan dan praktek hidroponik yang kurang tepat dan tidak optimal selama proses produksi seperti lalai penyiraman tanaman saat cuaca panas mencapai 32°C, terlambat pemindahan bibit, sanitasi ruang hidroponik buruk, terlambat penambahan larutan mineral dan lain-lain

dapat menyebabkan kerusakan tanaman yang akan menurunkan kualitas dan kuantitas panen.

Kendala berikutnya adalah pemasaran produk hidroponik. Di lapangan, produk hidroponik harus mampu bersaing dengan produk serupa dari petani konvensional maupun praktisi hidroponik lain yang sudah besar. Sebagai praktisi hidroponik skala rumah tangga seringkali belum dapat memasok produk secara kontinyu dan jaringan pasar terbatas, sehingga margin keuntungan sangat rendah. Saat penyelenggaraan budidaya hidroponik kurang intensif sehingga produksi masih rendah dan rawan menderita kerugian. Pasar juga menghendaki kualitas produk hidroponik yang lebih baik. Seringkali kualitas produk kurang memuaskan akibat serangan hama, munculnya kotoran/noda sisa ekskresi hama dan sisa kulit serangga. Semua jenis gangguan tersebut sudah cukup menyebabkan produk hidroponik tidak laku dipasarkan.

Secara umum praktek hidroponik sebenarnya merupakan usaha tani yang menguntungkan karena dapat memanfaatkan lahan terbatas dapat menghasilkan produk pertanian dalam jumlah besar. Usaha ini akan menguntungkan apabila dirancang dengan skala usaha cukup, pemilihan komoditas bernilai ekonomi tinggi seperti melon, cabai, selada air dan melibatkan tenaga kerja serta produksi sinambung sehingga membentuk jaringan pasar yang memadai (Sari et al., 2015).

2. Ceramah/Diskusi

Materi ceramah mengenai konsep pengendalian pada OPT hidroponik ditekankan pada fase kritis terhadap serangan hama. Keberadaan hama pada tanaman hidroponik berbeda dengan hama di alam terbuka. Hama di alam dapat bertahan di sawah, tempat terbuka, gulma atau inang selain tanaman budidaya. Keberadaan hama di sistem hidroponik ditentukan oleh rentang waktu tersedianya tanaman. Ketika tanaman hidroponik telah dipanen, maka siklus hama akan berakhir bersamaan dengan kematian tanaman. Secara umum konsep pengendalian tanaman hidroponik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fase kritis serangan hama pada tanaman hidroponik bergantung pada hubungan stadia tanaman dengan stadia hama

Populasi hama di ruang hidroponik dimulai dari pembibitan berupa hama migran (Go) berasal dari luar agroekosistem. Populasi hama akan berkembang seiring dengan pertumbuhan tanaman dan populasi hama akan berakhir saat tanaman dipanen. Masa panen akan memutus siklus G1 yang berasal dari populasi Go, sehingga tingkat kerusakan (panah biru) yang terjadi diharapkan akan selalu rendah. Dengan demikian, hidroponik dapat membudidayakan beragam tanaman seperti sawi, kangkung, bayam, bawang daun, selada air, seledri dan lain-lain dengan ketentuan umur panen dari komoditas yang diusahakan relatif sama. Menurut Macdougall et al. (2022), serangga akan menemukan tanaman di manapun tempatnya disebabkan oleh fungsi tanaman sebagai sumber makanan, tempat melangsungkan siklus hidup dan tempat berlindung serangga. Lebih lanjut Aziza et al. (2021) menyatakan bahwa kerusakan berat akibat serangan hama terjadi pada kondisi kelimpahan sumber makanan dan terjadinya kesinambungan siklus hama dari ke generasi.

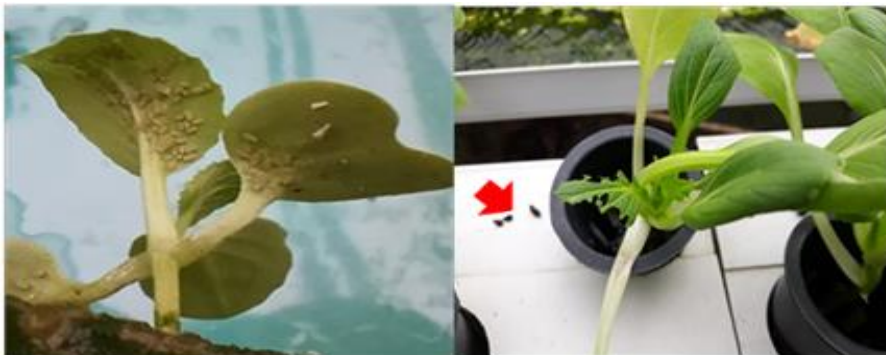
3. Praktek Pengendalian OPT Hidroponik

Hasil pengamatan saat praktek pengendalian OPT hidroponik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 menunjukkan penerapan beberapa teknik pengendalian OPT secara terpadu. Peserta kegiatan mengamati secara langsung produksi tanaman dengan sistem hidroponik yang terlindungi atap dan jaring hama menyebabkan tidak dijumpai serangga besar seperti belalang, kumbang dan kepik. Penggunaan perangkat kuning akan mengurangi kerusakan tanaman disebabkan oleh terperangkapnya hama yang masuk ke ruang budidaya. Aplikasi pengendalian OPT juga melibatkan sanitasi ruang hidroponik dan penyemprotan dengan insketisida saat persiapan aktifitas tanam sehingga akan terbebas dari semua jenis hama yang tertinggal di ruang tanam, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Budidaya aneka tanaman hortikultura pada sistim hidroponik yang didukung dengan penerapan teknik pengendalian secara terpadu meliputi jaring pelindung, perangkat kuning dan pestisida sintetis

Hasil pengamatan serangan hama pada hidroponik mitra menunjukkan tanaman bergejala dan dijumpai populasi hama pada tanaman seperti yang terlihat pada Gambar 3. Beberapa jenis hama yang dijumpai antara lain *Aphis* spp, tungau (*Tetranychus bimaculatus*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), ulat jengkal (*Plusia* spp.) dan ulat kubis (*Crocidolomia pavaroza*). Kerusakan yang ditimbulkan hama dapat beragam tergantung pada tipe alat mulut serangga. Pada tipe alat mulut penusuk penghisap yang dimiliki hama afid dan tungau menyebabkan gejala berupa daun layu atau melengkung akibat banyaknya cairan yang dihisap. Pada tipe mulut penggigit pengunyah pada serangan hama ulat (ordo Lepidoptera), menyebabkan gejala daun berlubang, robek-robek dan lorong-lorong pada jaringan mesofil daun (pengorok daun). Menurut Handayani et al. (2022), kerusakan akibat serangan hama tidak terbatas adanya gejala, tetapi dapat juga disebabkan oleh kotoran yang ditinggalkan oleh hama seperti feses, sisa ganti kulit dan ekskresi cairan. Dampak dari kotoran menyebabkan kontaminasi atau bagian sayur tidak layak dikonsumsi, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Serangan hama dapat terjadi mulai dari pesemaian sampai tanaman siap panen. Serangan hama dapat diketahui melalui keberadaan hama, gejala akibat serangan atau bekas aktifitas hama

Dengan demikian upaya pengendalian OPT tanaman hidroponik sebenarnya sudah diterapkan saat pembangunan struktur hidroponik dan penerapan pengendalian lainnya dapat ditambahkan saat mulai budidaya tanaman. Penerapan beberapa teknik pengendalian secara bersamaan akan memperoleh tanaman yang benar-benar terbebas dari serangan hama. Menurut Folorunso et al. (2021), kombinasi penerapan berbagai teknik pengendalian akan menghasilkan tingkat pengendalian yang efektif.

4. Evaluasi Pengendalian OPT Hidroponik

Evaluasi merupakan media umpan balik terhadap keberhasilan penguasaan materi oleh peserta. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang diberikan sebelum dan sesudah pelaksanaan program. Responden sebanyak 20 orang, dengan karakteristik responden. Responden berdasarkan status pekerjaan terdiri atas masih sekolah dan telah lulus

SLTA, mahasiswa dan pemuda yang telah bekerja berturut-turut sebanyak 55, 20 dan 25%. Pembagian berdasarkan jenis kelamin terdiri atas perempuan dan laki-laki berturut-turut 40 dan 60%.

Hasil evaluasi pelaksanaan kegiatan mengenai OPT hidroponik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa peserta umumnya mengenal dengan baik sistem hidroponik dan berbagai jenis hama hortikultura di lapangan. Di lain pihak, sebagian besar pengetahuan peserta masuk dalam kategori rendah mengenai keberadaan hama, tingkat kerugian dan pengendalian OPT pada sistem hidroponik. Sebagian besar peserta tidak menduga bahwa sistem pertanian hidroponik juga dijumpai keberadaan hama. Hal ini terjadi sebagai akibat persepsi masyarakat secara umum menganggap bahwa ruang hidroponik terlindung oleh bangunan dan jaring hama sehingga produk hidroponik di pasaran selalu terlihat bersih, segar dan tanpa gejala (*free blemish*), seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengetahuan peserta kegiatan terhadap OPT hidroponik

No	Jenis Pertanyaan	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
1	Budidaya hidroponik	100%	100%
2	OPT pertanian secara umum	100%	100%
3	Keberadaan OPT hidroponik	4%	100%
4	Berapa merugikan gangguan OPT hidroponik	8%	100%
5	Penerapan pengendalian OPT hidroponik	12%	100%

Peserta mengira bahwa bangunan hidroponik dan jaring hama sudah cukup melindungi serangan hama. Pandangan ini tidak seluruhnya benar, karena pengendalian OPT hidroponik dicapai melalui kombinasi penerapan teknik pengendalian mulai dari persiapan tanam sampai masa panen. Dengan demikian materi kegiatan mengenai OPT dan peralatan pengendalian seperti perekat kuning, alat semprot dan beberapa insektisida kimia sangat berguna bagi praktisi hidroponik secara luas.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian di muka dapat disimpulkan bahwa pengetahuan pengendalian OPT hidroponik pada peserta sebelum kegiatan dalam kategori rendah. Peserta kegiatan berasumsi budidaya hidroponik tidak memerlukan upaya pengendalian khusus terhadap OPT. Melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil meningkatkan pengetahuan OPT hidroponik menjadi kategori baik. Dengan pengetahuan ini diharapkan tujuan akhir untuk memperoleh produk hidroponik yang berkualitas, terlihat bersih, segar dan tanpa gejala (*free blemish*) dapat tercapai. Saran dalam kegiatan ini diharapkan dapat mendorong generasi muda untuk lebih mencintai dunia pertanian menggunakan sistem hidroponik untuk memproduksi komoditas yang memiliki pangsa pasar lebih luas dan nilai ekonomi yang lebih tinggi seperti cabai, melon, strawberry dan lain-lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah mendanai kegiatan pengabdian masyarakat ini berdasarkan surat kontrak No: 2674/UN22.3/PM.01.01/2022 Tanggal 6 April 2022.

DAFTAR RUJUKAN

- Aziza, N. L., Khamidah, N., Gazali, A., Sofyan, A., Rizali, A., Nurlaila, Nugraha, I., Sari, N. N., Oktavianingsih, I., & Rofiq, A. (2021). Penyuluhan Kalender Tanam dan Pengendalian Hama Penyakit Terpadu Pada Budidaya Tanaman Hidroponik. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3.
- Denisaa, S. P., & Risnawati. (2021). Uji Fitotoksitas Sediaan Sederhana Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Tanaman Hidroponik. *UG Jurnal*, 15(5), 15–23.
- Dinegoro, F., Rusnam, R., & Ekaputra, E. G. (2021). Rancang Bangun Hidroponik Dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(3), 367. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i3.367-379>
- Faiz, A. Z. (2021). Kondisi Tenaga Kerja pada Sektor Pertanian, Kehutanan dan Perikanan Tahun 2020 di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ketenagakerjaan*, 16(2):138-149. <https://doi.org/10.47198/naker.v16i2.101>
- Folorunso, E. A., Roy, K., Gebauer, R., Bohatá, A., & Mraz, J. (2021). Integrated pest and disease management in aquaponics: A metadata-based review. *Reviews in Aquaculture*, 13(2), 971–995. <https://doi.org/10.1111/raq.12508>
- Handayani, E., Asnawati, A., & Suryana, E. (2022). Comparative Analysis of Certainty Factor Methods and Dempster Shafer Methods in Pest Management in Hydroponic Vegetables (Case Study: Celebes Hydroponics Bengkulu). *Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi (JKOMITEK)*, 2(1), 143–150. <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v2i1.785>
- Jazilah, S. (2018). Agripreneurship di era revolusi industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Pekalongan*, 150–154.
- Khan, S., Purohit, A., & Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*, 44(10), 1515–1538. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1860217>
- Layaman, L., Nasichah, N. A., & Hanim, T. F. (2020). Pemberdayaan Remaja Melalui Budidaya Tanaman Hidroponik Kampung Kertasemboja, Kelurahan Pegambiran, Kota Cirebon. *Dimasejati: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 191. <https://doi.org/10.24235/dimasejati.v2i2.7074>
- Macdougall, S., Bayansal, F., & Ahmadi, A. (2022). Emerging Methods of Monitoring Volatile Organic Compounds for Detection of Plant Pests and Disease. *Biosensors*, 12(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/bios12040239>
- Roberts, J. M., Bruce, T. J. A., Monaghan, J. M., Pope, T. W., Leather, S. R., & Beacham, A. M. (2020). Vertical farming systems bring new considerations for pest and disease management. *Annals of Applied Biology*, 176(3), 226–232. <https://doi.org/10.1111/aab.12587>
- Roidah, I. S. (2014). *Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik*. 1(2), 43–50.
- Sari, N. I., Harisudin, M., & Setyowati. (2015). Pengendalian Mutu Bayam Sistem Hidroponik di PT. Kebun Sayur Segar Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. *Agrista*, 3(3).
- Senewe, R. E. (2019). Preferensi Serangga Herbivora *Henosepilachna* sp (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap Beberapa Jenis Tanaman Budidaya. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(1), 61–67.

- <https://doi.org/10.30598/jbdp.2019.15.1.61>
- Sudarjat, S., Supriyadi, Y., & Ramdhani, R. (2017). Pelepasan *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) untuk Mengendalikan *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) pada Tanaman Tomat Hidroponik. *Agrikultura*, 28(2), 74–81. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14957>
- Tando, E. (2019). Review : Pemanfaatan Teknologi Greenhouse Dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura. *Buana Sains*, 19(1), 91. <https://doi.org/10.33366/bs.v19i1.1530>
- Tasnia, F. H., Ibnu sina, F., & Alfikri. (2020). Analisis Penggunaan Pestisida Nabati pada Usaha Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Hidroponik. *Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 9(1), 19–26.
- Wachjar, A., & Anggayuhlin, R. (2013). Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Konsumsi Air Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) pada Teknik Hidroponik melalui Pengaturan Populasi Tanaman. *Bul. Agrohorti*, 1(1), 127–134.