



**PENGENALAN DAN PEMBELAJARAN *URBAN FARMING* MELALUI BUDIDAYA
SISTEM HIDROPONIK *DEEP FLOW TECHNIQUE* (DFT) PADA SISWA SISWI
SEKOLAH DASAR DAN MENENGAH DI KOTA MALANG**

Putu Hadi Setyarini¹, Sisca Fajriani², Mochammad Roviq², Dwi Hadi Sulistyarini³, Diana Aisyah⁴

^{1,2,3,4}Universitas Brawijaya, Malang

Email : putu_hadi@ub.ac.id

Abstract

A challenge in implementing green school initiatives is the lack of hydroponic cultivation learning facilities in the educational setting and the lack of space for planting productive plants in the environment of SDI As Salam and SMPIT As Salam as partners for community service activities. Teachers and students with little experience in hydroponic plant production techniques on small plots of land present another challenge for partners. All school constituents, namely teachers and students, are involved in hydroponic plant growth activities as part of the participatory rural appraisal (PRA) approach to activity implementation. Project for Strengthening Pancasila Student Profiles (P5) activities offer support through workshops for instructors and hydroponic farming techniques for teachers and students. The aims of mentoring are to: (1) teach fundamental information about hydroponic plant cultivation methods; (2) Integrate hydroponic culture learning facilities into the educational setting. The ability of students and teachers to carry out hydroponic activities, from planting seeds, caring for plants, and harvesting vegetable plants using the hydroponic method, is one indicator of the activity's success. Another is the presence of a hydroponic module in the partner environment that is used as a teaching tool for hydroponic cultivation in the school environment.

Keywords: hydroponics, urban farming, and green schools

Abstrak

Sarana pembelajaran budidaya secara hidroponik yang belum tersedia dilingkungan sekolah serta belum terdapat ruang untuk menanam tanaman produktif di lingkungan SDI As Salam dan SMPIT As Salam sebagai mitra kegiatan Pengabdian Masyarakat menjadi suatu permasalahan yang dihadapi dalam upaya pencapaian kegiatan *green school*. Kendala lain yang dihadapi oleh mitra yaitu guru dan murid yang minim pengetahuan serta keterampilan teknik budidaya tanaman pada lahan dengan luas terbatas dengan sistem hidroponik. Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui pendekatan *Participatory rural appraisal* (PRA) dengan melibatkan seluruh komponen sekolah yaitu guru dan siswa dalam kegiatan budidaya tanaman secara hidroponik. Pendampingan dilakukan melalui workshop kepada guru dan praktek budidaya secara hidroponik kepada guru dan siswa melalui kegiatan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5). Tujuan pendampingan adalah untuk (1) memberikan pengetahuan dasar teknik budidaya tanaman secara hidroponik; (2) Menambah sarana pembelajaran budidaya secara hidroponik di lingkungan sekolah. Keberhasilan kegiatan dapat dilihat dari (1) Kemampuan siswa siswi dan guru dalam melakukan kegiatan hidroponik mulai dari penyemaian benih, pemeliharaan tanaman hingga panen tanaman sayur menggunakan metode hidroponik; (2) Terdapat modul hidroponik di lingkungan mitra yang digunakan sebagai sarana pembelajaran budidaya secara hidroponik di lingkungan sekolah.

Kata Kunci: *urban farming, green school, hidroponik*

1. PENDAHULUAN

Lingkungan sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari aktifitas keseharian masyarakat menjadi bagian penting yang dapat mempengaruhi kualitas hidup, kesehatan, dan produktifitas. Namun demikian peningkatan populasi, peningkatan aktivitas manusia berdampak pada bertambahnya material sampah, limbah, dan emisi. Kota adalah salah satu tujuan urbanisasi dengan alasan sumber ekonomi, fasilitas pendidikan dan layanan

kesehatan serta layanan umum lainnya. Tekanan terhadap lingkungan semakin hari terus bertambah berat dan pada gilirannya justru dapat mengancam dan merugikan warga kota itu sendiri. Banjir, pencemaran air-tanah dan polusi udara hanya sekian dari konskuensi ketidakpedulian dalam menjaga lingkungan. Oleh sebab itu, pendidikan lingkungan hidup sangat dibutuhkan dan harus diberikan kepada anak sejak dini. Ini agar mereka mengerti, bagaimana pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan hidup disamping pemanfaatannya.

Pemerintah Indonesia sebagai bagian dari masyarakat dunia telah menyepakati untuk menjadi menjadi salah satu negara yang mencanangkan tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB)/ sustainable development goals (SDGs). SDGs Indonesia pada pilar Pembangunan Lingkungan mencakup tujuan ke-6, ke-11, ke-12, ke-13, ke-14, dan ke-15. Tujuan ke-11 dari pembangunan lingkungan adalah menjadikan kota dan pemukiman inklusif, aman, tangguh dan berkelanjutan. Indikator terkait Tujuan ke-11 tersebut antara lain adalah 1) Persentase sampah perkotaan yang tertangani, 2) Jumlah kota hijau yang mengembangkan dan menerapkan green waste di Kawasan perkotaan metropolitan, 3) Jumlah kota hijau yang menyediakan ruang terbuka hijau (RTH) di kawasan perkotaan metropolitan dan kota sedang.

SDI As Salam dan SMPIT As Salam sebagai mitra kegiatan pegebadian Masyarakat merupakan salah satu sekolah berbasis agama Islam yang terletak di Kota Malang. SDI As Salam dan SMPIT As Salam sebagai lembaga pendidikan Islami, unggul, dan terpercaya, melahirkan generasi muda muslim yang berakhlakul karimah dan berprestasi akademik, siap menghadapi tantangan masa depannya sangat mendukung program pemerintah untuk mewujudkan SDGs Indonesia. SDI As Salam dan SMPIT As Salam berkomitmen untuk membangun perilaku peserta didik dalam melestarikan dan memperlakukan lingkungan secara bijak dan berkelanjutan sejak dini. Melalui pendidikan lingkungan hidup sejak dini itu, maka ke depan diharapkan manusia dapat lebih memperhatikan kelestarian lingkungan dalam memanfaatkan sumber daya alam yang ada di sekitarnya. Sehingga, tercipta pembangunan berkelanjutan demi tersedianya sumber daya alam bagi generasi yang akan datang. Sekolah berkomitmen menjadikan kegiatan Pendidikan lingkungan untuk aktifitas siswa yang dituangkan melalui kurikulum Pendidikan sehingga dari siswa teknologi budidaya hidroponik yang dilakukan di sekolah akan didesiminasi ke penduduk di sekitar sekolah dan memberi akan manfaat yang lebih luas.

Kegiatan PKM terkait Pendidikan lingkungan di masukkan kedalam kegiatan pembelajaran siswa kurikulum Merdeka yaitu kegiatan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5). Kegiatan P5 merupakan kegiatan untuk mewujudkan pelajar Indonesia yang memiliki kompetensi, karakter dan mempunyai karakter sesuai dengan nilai Pancasila. Siswa diharapkan dapat menjadi warga negara yang memiliki kompetensi yang demokratis, unggul dan produktif di abad ke-21. Kompetensi yang dimiliki siswa membuat peserta didik Indonesia mampu berperan aktif dalam kehidupan secara global serta mampu menghadapi tantangan kehidupan di masa yang akan datang. Kegiatan P5 yang dilakukan mengarah pada pembentukan karakter siswa yang mengenal berbagai macam isu di sekitarnya seperti perubahan iklim, kesehatan mental, teknologi, enterpreuner, budaya, antiradikalisme dan kehidupan berdemokrasi agar terlahir pemuda yang dapat menjawab isu yang terus berkembang di masa depan. Siswa yang telah menjalankan kegiatan P5 akan terinspirasi agar dapat berkontribusi dan memberikan peran positif bagi lingkungan sekitar sekolah maupun tempat tinggal {Sufyadi et al, 2021}. Kaitan kegiatan P5 dengan kegiatan *urban farming* adalah menguatkan kompetensi pelajar dalam mengenal, mempraktekkan serta menyebarkan pengetahuan pertanian perkotaan.

Pendidikan lingkungan hidup sendiri menurut konvensi Unesco merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menciptakan suatu masyarakat dunia yang memiliki kepedulian terhadap lingkungan dan masalah-masalah yang terkait didalamnya. Serta, memiliki pengetahuan, motivasi, komitmen dari keterampilan untuk bekerja. Selanjutnya, tujuan dari pendidikan lingkungan hidup, pada dasarnya untuk mengubah perilaku individu menjadi perilaku yang positif terhadap lingkungan (perilaku ramah lingkungan). Pelaksanaan pendidikan lingkungan hidup dapat dilakukan dengan cara terjun langsung ke lapangan. Atau dengan kata lain, anak langsung mempraktekkan bagaimana cara menjaga kelestarian lingkungan. Dengan terjun langsung atau mempraktekkan secara langsung pelestarian lingkungan hidup sejak dini, maka anak akan terbiasa berpikir dan bertindak untuk melakukan segala kegiatan atau aktivitasnya dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan [Armanda et al, 2015; Lin et al, 2019].

Pendidikan lingkungan yang dilakukan di Pendidikan formal tingkat dasar, menengah dan atas didasari pada Memorandum Bersama antara Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dengan Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 0142/U/1996 dan No Kep: 89/MENLH/5/1996 tentang Pembinaan dan Pengembangan Pendidikan Lingkungan Hidup, tanggal 21 Mei 1996. Beberapa kegiatan yang akan dilaksanakan di SDI As Salam dan SMPIT As Salam untuk memberikan pembelajaran dan praktek pelestarian lingkungan mempertimbangkan potensi dan arah pengembangan institusi. SDI As Salam berdiri di lahan seluas 1.326 m² (Gambar 1) sedangkan SMPIT As Salam berdiri di lahan seluas kurang lebih 1.400 m² (Gambar 2) yang berdiri di dalam lingkungan pemukiman perkotaan. Peruntukan ruang terbuka hijau sebesar 35% atau sekitar 460 meter. Luasan inilah yang

akan dimanfaatkan untuk mengembangkan wawasan dan praktikum pelestarian. Kawasan terbuka hijau di lingkungan sekolah saat ini atau sebelum dilakukan kegiatan Pengabdian Masyarakat hanya terdapat beberapa pohon peneduh dan tanaman hias sebagai fungsi lanskap. Belum tersedia ruang terbuka hijau yang dapat digunakan siswa sebagai media pembelajaran untuk pendidikan lingkungan maupun budidaya tanaman produktif. Tujuan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) adalah untuk (1) memberikan pengetahuan dasar teknik budidaya tanaman secara hidroponik; (2) Menambah sarana pembelajaran budidaya secara hidropopnik di lingkungan sekolah. Sementara itu permasalahan yang timbul dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat di SDI As Salam dan SMPIT As Salam serta bagaimana serta solusi permasalahan ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Lingkungan SDI As Salam Yang Belum Memanfaatkan Lahan Sekolah Untuk Budidaya Produktif



Gambar 2. Lingkungan SMPIT As Salam Yang Belum Memanfaatkan Lahan Sekolah Untuk Budidaya Produktif

Tabel 1. Permasalahan Serta Solusi Permasalahan Dalam Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Di SDI As Salam Dan SMPIT As Salam

No	Permasalahan	Solusi	Capaian Keberhasilan Kegiatan	
			Sebelum PKM	Sesudah PKM
1	Sarana pembelajaran <i>urban farming</i>	Fasilitasi unit hidroponik di lingkungan sekolah	Belum terdapat unit hidroponik di lingkungan sekolah	- Tersedia 1 unit hidroponik dan di SDI As Salam - Tersedia 2 unit hidroponik di SMPIT As Salam
2	Minim pengetahuan teknologi inovasi hidroponik	Bimtek budidaya hidroponik	Guru dan siswa belum mempunyai keterampilan dalam mengelola hidroponik	Guru dan siswa mempunyai kemampuan dalam mengelola hidroponik
3	Belum terdapat ruang terbuka hijau untuk menanam tanaman produktif	Penerapan teknologi inovasi hidroponik menggunakan tanaman sayur	Pengelolaan ruang terbuka hijau menggunakan tanaman sayur	Pengelolaan ruang terbuka hijau melalui budidaya sayuran menggunakan teknologi hidroponik

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan PKM dilakukan melalui pendekatan *Participatory rural appraisal* (PRA) dengan melibatkan seluruh komponen sekolah yaitu guru dan siswa dalam kegiatan budidaya tanaman secara hidroponik. Pendampingan dilakukan melalui workshop kepada guru dan praktek budidaya secara hidroponik kepada guru dan siswa melalui kegiatan Proyek Profil Penguatan Pemuda Pancasila (P5). Mekanisme pelaksanaan kegiatan PKM di SDI As Salam dan SMP IT As Salam dilakukan sebagai berikut :

1. *Brainstorming dan Focus Group Discussion* (FGD) Tim PKM UB beserta perangkat sekolah SDI AS Salam dan SMP IT As Salam melakukan diskusi tentang permasalahan, solusi strategis dan teknis pelaksanaan kegiatan sehingga tepat sasaran. Sinkronisasi kegiatan yang akan dilakukan di SDI As Salam dan SMPIT AS Salam akan dirumuskan didalam FGD sehingga akan bisa berkolaborasi untuk mencapai target tujuan untuk dalam pelaksanaan *urban farming* di lokasi mitra.
2. Bimtek dan Pendampingan dilakukan tentang budidaya hidroponik sebagai salah satu kegiatan *urban farming* yang akan dilakukan di sekolah. Kegiatan bimtek dan pendampingan budidaya hidroponik dilakukan di lingkungan sekolah dengan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia. Kegiatan dilakukan secara periodik melibatkan siswa dan perangkat sekolah sehingga akan bisa bersinergi dalam mencapai keberhasilan dalam mewujudkan *urban farming* di lingkungan sekolah.
3. Adanya fasilitas instalasi hidroponik di lingkungan sekolah sebagai salah satu upaya untuk penerapan *urban farming*. Unit peralatan hidroponik akan digunakan oleh siswa sebagai media pembelajaran kegiatan *urban farming* dan mendukung materi pembelajaran IPAS dan kegiatan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) terkait tanaman serta teknologi budidaya tanaman perkotaan yang mendukung penambahan ruang terbuka hijau di lingkungan sekolah.
4. Monitoring dan Evaluasi secara sistematis dan berkelanjutan untuk menjamin keberhasilan kegiatan dan pengembangan lebih lanjut untuk pembinaan secara intensif pada Mitra Binaan. Pelaksanaan monitoring dan evaluasi akan berkoordinasi dengan perangkat sekolah sehingga akan bisa diintegrasikan dengan capaian target pada program kerja terkait.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan bimbingan teknis budidaya hidroponik yang dilaksanakan di SDI As Salam dan SMPIT As Salam Kota Malang dihadiri oleh Kepala Sekolah SDI As Salam, Kepala Sekolah SMPIT As Salam dan para guru yang terlibat dalam pelaksanaan budidaya hidroponik di lingkungan sekolah (Gambar 3). Bimbingan teknis yang dilakukan dengan perangkat sekolah bertujuan untuk mengenalkan Teknik budidaya secara hidroponik yang akan diterapkan di sekolah dan diharapkan dapat mendampingi siswa dalam penerapan selanjutnya. Pendampingan kegiatan budidaya kepada siswa dilakukan bersama antara guru dan Tim PKM UB dengan langsung melakukan praktek penanaman sayuran dengan Teknik hidroponik di lingkungan sekolah.



Gambar 3. Pelaksanaan Bimtek Hidroponik di SDI As Salam dan SMPIT As Salam

Peserta bimtek terlihat antusias melihat pemaparan materi-materi yang disampaikan. Antusiasisme peserta terlihat dari banyak pertanyaan teknis seputar pelaksanaan budidaya tanaman sayur dengan metode hidroponik yang diajukan oleh peserta. Materi bimtek yang disampaikan yaitu berupa teori dan praktik hidroponik. Teori yang dibahas yaitu macam-macam teknik hidroponik, pembuatan larutan nutrisi, proses penyemaian benih sayur, pemeliharaan tanaman dan panen. Budidaya tanaman dengan teknik hidroponik sangat mudah dilakukan dan bisa dilakukan di lingkungan manapun tanpa membutuhkan lahan yang luas

[Velazquez-Gonzalez, 2022; Sharma et al, 2018]. Inti dari teknologi hidroponik adalah pemberian larutan hara sebagai makanan bagi tanaman di zona perakaran, dimana tanaman dibudidayakan pada media selain tanah dengan menggunakan air sebagai pengganti tanah [Asao et al, 2013]. Kegiatan bimtek selain pemaparan teori juga sekaligus pengenalan langsung bahan-bahan yang digunakan dalam budidaya menggunakan metode hidroponik (Gambar 4). Proses penyemaian benih untuk metode hidroponik menggunakan media khusus yaitu *rockwool* (Natalia, Hamid dan Hidayati, 2020). Benih yang akan ditanam disemai ke dalam *rockwool* yang telah diberi air hingga lembab dengan kedalaman semai 0,5 cm. Persiapan serta cara penyediaan larutan nutrisi metode hidroponik juga menjadi bagian penting yang diajarkan dalam kegiatan bimtek karena dibutuhkan keterampilan dalam menyiapkan larutan nutrisi yang dibutuhkan tanam dalam setiap fase perkembangan tanaman. Melalui kegiatan bimtek yang telah dilakukan diharapkan guru-guru dapat mendampingi siswa-siswi SDI As Salam dan SMPIT As Salam dalam melakukan penyemaian benih, pemeliharaan serta panen sayuran menggunakan metode hidroponik.



Gambar 4. Bahan Yang Digunakan Dalam Praktik Budidaya Hidroponik (A) Rockwool Yang Digunakan Sebagai Media Semai Benih; (B) Nutrisi AB Mix Yang Terdiri Dari Serbuk Larutan A Dan Larutan B; (C) Benih Sayur Yang Akan Ditanam Dengan Metode Hidroponik

Kelanjutan dari kegiatan bimtek adalah praktek menanam sayuran dengan metode budidaya hidroponik yang langsung melibatkan siswa SDI As-Salam dan SMPIT Assalam (Gambar 5). Instalasi hidroponik telah disiapkan oleh tim PKM UB di lingkungan sekolah SDI As-Salam dan SMPIT Assalam, sebanyak 1 unit instalasi hidroponik di SDI As-Salam dan 2 unit instalasi hidroponik di SMPIT Assalam. Kegiatan praktek meliputi persiapan media semai bibit menggunakan rockwool, proses persemaian benih hingga siap tanam (Gambar 5a), pembuatan larutan nutrisi serta cara pemberian nutrisi, persiapan tanam menggunakan netpot serta pemeliharaan tanaman (Gambar 5b). Bibit yang sudah memiliki 4 daun kemudian dipindahkan ke netpot dan kemudian diletakkan di instalasi hidroponik yang sudah terdapat air yang mengandung nutrisi [Ruengittinun et al, 2017; Tatas, et al, 2021]. Pendampingan kegiatan praktek budidaya hidroponik bersama para guru dan siswa SDI As-Salam dan SMPIT Assalam dilakukan secara bertahap setiap pekan selama sekitar 8 pekan mulai persemaian hingga panen (Gambar 6). Pemeliharaan tanaman pada instalasi hidroponik dilakukan langsung oleh guru dan siswa setiap hari, yaitu penambahan nutrisi secara berkala untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman sayuran yang ditanam. Tanaman sayuran yang ditanam meliputi berbagaimacam jenis sawi dan selada yaitu sawi daging hijau, sawi daging ungu, sawi pagoda, selada keriting hijau dan selada keriting merah. Pemilihan sayuran yang beranekaragam selain untuk meningkatkan daya tarik siswa juga untuk mengenalkan kepada siswa berbagaimacam jenis sayuran yang dapat dibudidayakan menggunakan metode hidroponik.

Materi budidaya dengan Teknik hidroponik yang diperoleh guru melalui bimtek selanjutnya dipraktikkan bersama siswa melalui pendampingan oleh tim PKM. Praktik dimulai dengan cara penyemaian benih yang benar menggunakan media tanam rockwool (Gambar 5a). Penyemaian benih membutuhkan waktu sekitar 25 hari. Persentase tumbuh benih dari 60 benih yang disemai sebesar 92% atau 55 benih. Pembuatan larutan nutrisi yang diawali dengan pembuatan larutan pekat A dan B, kemudian dilakukan pembuatan campuran sediaan larutan nutrisi dengan mengencerkan larutan pekat dan memasukkan ke dalam bak nutrisi di instalasi hidroponik. Pembuatan larutan nutrisi dan penambahan pada bak nutrisi dilakukan secara berkala oleh siswa dan didampingi oleh guru. Perawatan tanaman dilakukan melakukan pemantauan ketersediaan larutan

nutrisi pada bak nutrisi, jika larutan sudah berkurang melebihi setengah bagian bak nutrisi maka larutan perlu ditambah (Gambar 5b). Pemanenan sayuran pada penanaman tahap pertama dilakukan setelah 60 hari setelah pindah tanam ke instalasi hidroponik. Pemanenan sayuran dilakukan bersama oleh guru, siswa dan didampingi tim PKM (Gambar 6).



Gambar 5. Praktek Budidaya Hidroponik Bersama Para Siswa. (A) Proses Penyemaian Benih Menggunakan Rockwool. (B) Penambahan Nutrisi Secara Berkala Pada Bak Nutrisi Hidroponik

Kegiatan budidaya tanaman sayuran yang dilakukan di lingkungan sekolah SDI As Salam dan SMPIT As Salam akan dilakukan secara berkelanjutan. Penyemaian tahap dua telah dilakukan sebelum panen penanaman tahap satu dilakukan. Tahun pertama kegiatan dilakukan sebagai pengenalan dan pembiasaan untuk melakukan budidaya sayuran secara hidroponik. Tahap selanjutnya adalah mulai melakukan produksi secara rutin untuk dapat dikonsumsi oleh guru, siswa dan juga dikomersialkan kepada walimurid dan masyarakat di lingkungan sekitar sekolah.

Ketersediaan instalasi hidroponik yang dihasilkan dari kegiatan PKM telah membantu mitra yaitu SDI As Salam dan SMPIT As Salam dalam menyediakan lahan ruang terbuka hijau yang dimanfaatkan sebagai lahan tanaman produktif. Metode penanaman yang dikembangkan dengan memanfaatkan lahan sempit yaitu metode hidroponik juga telah dipahami oleh guru dan siswa yang dibuktikan melalui praktik langsung penanaman berbagai jenis sayuran daun pada instalasi hidroponik mulai semai benih hingga pemanenan sayur.



Gambar 6. Kegiatan Panen Sayuran Yang Ditanam Menggunakan Metode Hidroponik Di Lingkungan Sekolah

4. SIMPULAN

Pembuatan instalasi hidroponik di lingkungan sekolah SDI As Salam dan SMPIT As Salam telah menciptakan ruang terbuka hijau berupa tanaman yang produktif yaitu tanaman sayur. Bimtek yang diikuti oleh guru tentang metode budidaya hidroponik serta praktik menanam sayur pada instalasi hidroponik yang dilakukan bersama oleh guru dan siswa telah meningkatkan pengetahuan tentang *urban farming*. Melalui kegiatan PKM, tim guru dan murid SDI dan SMPIT As Salam telah memahami tentang teknik budidaya hidroponik yang bermanfaat untuk dapat meningkatkan kompetensi siswa melalui kegiatan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila khususnya.

Ucapan Terima Kasih

Tim Doktor Mengabdi mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Brawijaya (No Kontrak : 614.5/UN10.C20/2023), SDI As Salam dan SMPIT As Salam atas segala sehingga kegiatan pengabdian masyarakat dapat berjalan dengan lancar

5. DAFTAR PUSTAKA

- Armanda, D. T., Guinée, J. B., & Tukker, A. (2019). The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability – A review. *Global Food Security*, 22(August), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.002>
- Asao, T., Asaduzzaman, M., Mondal, M. F., Tokura, M., Adachi, F., Ueno, M., Kawaguchi, M., Yano, S., & Ban, T. (2013). Impact of reduced potassium nitrate concentrations in nutrient solution on the growth, yield and fruit quality of melon in hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 164, 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.045>
- Lin, B. B., Philpott, S. M., & Jha, S. (2015). The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *Basic and Applied Ecology*, 16(3), 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.01.005>
- Natalia, M., D. Hamid., dan R. Hidayati. 2020. Budidaya hidroponik sistem wick dengan media rockwool. J. Pengabdian dan Pengembangan Masyarakat PNP. 2 (2) : 24-28
- Ruengittinun, S., Phongsamsuan, S., & Sureeratanakorn, P. (2017). Applied internet of thing for smart hydroponic farming ecosystem (HFE). *Ubi-Media 2017 - Proceedings of the 10th International Conference on Ubi-Media Computing and Workshops with the 4th International Workshop on Advanced E-Learning and the 1st International Workshop on Multimedia and IoT: Networks, Systems and Applications*. <https://doi.org/10.1109/UMEDIA.2017.8074148>
- Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
- Sufyadi, S., Harjatanaya, T. Y., Adiprima, P., Satria, M. R., Andiarti, A. & Herutami, I. (2021). Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah (SD/MI, SMP/MTs, SMA/MA). Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Jakarta.p.99
- Tatas, K., Al-Zoubi, A., Antoniou, A., & Zolotareva, D. (2021). IPONICS: IoT Monitoring and Control for Hydroponics. *2021 10th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies, MOCAST 2021, July*. <https://doi.org/10.1109/MOCAST52088.2021.9493387>
- Velazquez-Gonzalez, R. S., Garcia-Garcia, A. L., Ventura-Zapata, E., Barceinas-Sanchez, J. D. O., & Sosa-Savedra, J. C. (2022). A Review on Hydroponics and the Technologies Associated for Medium-and Small-Scale Operations. *Agriculture (Switzerland)*, 12(5), 1–21. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050646>