

EVALUASI RESPON MASYARAKAT PADA DISEMINASI PENERAPAN TEKNOLOGI HIDROPONIK SMART WATERING

Muhammad Achirul Nanda^{1*}, Sophia Dwiratna Nur Perwitasari¹, Kharistya Amaru¹

¹Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363, Indonesia

* Penulis Korespondensi : m.achirul@unpad.ac.id

Abstrak

Hidroponik merupakan salah satu teknik budidaya tanaman pertanian tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Pada investigasi ini, kami mengusulkan sebuah terobosan teknologi untuk mengatasi kesenjangan pada berbagai konsep hidroponik, yang dikenal sebagai teknologi smart watering (SW). Teknologi SW merupakan sebagai sebuah produk inovasi hidroponik kit yang menggunakan prinsip self-watering system atau penyiraman otomatis dan mandiri. Agar teknologi SW lebih dikenal oleh masyarakat, maka proses diseminasi teknologi harus terus dilakukan sebagai media untuk mengenalkan berbagai fitur dan keunggulan. Penelitian ini dilakukan secara virtual (webinar daring). Untuk menjangkau peserta yang lebih banyak, poster terkait informasi webinar disebar di berbagai media online. Selanjutnya, kuisisioner evaluasi disebar untuk mengukur indeks keberhasilan dengan memberikan skala penilaian antara 1 – 5. Semakin tinggi nilai skala, maka kegiatan webinar dinilai semakin berhasil. Berdasarkan analisis, jumlah peserta yang hadir dalam webinar adalah 35 orang, yang mana ini didominasi oleh mahasiswa (39%), disusul dengan profesi karyawan (11%), dan pengusaha, dokter, ibu rumah tangga masing-masing dengan persentase yang sama, yaitu 3%. Dalam hal usia, kegiatan webinar ini dihadiri oleh beragam usia mulai dari 17 – 44 tahun. Berdasarkan evaluasi, kegiatan webinar teknologi SW dinilai baik dengan skala 3,66 sampai 4,14. Artinya, para peserta merasa puas telah mengikuti webinar, dapat memahami penjelasan yang dibawakan oleh pemateri, dan memiliki minat untuk menerapkan hidroponik. Pada akhirnya, webinar ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat terkait penerapan teknologi hidroponik yang sesuai dengan kebutuhan.

Kata kunci: Hidroponik; Smart watering; Webinar; Diseminasi

Abstract

Hydroponics is a technique for cultivating crops without soil as a growing medium. This investigation proposes a technological breakthrough to address gaps in various hydroponic concepts, known as smart watering (SW) technology. SW technology is a hydroponic kit innovation product that uses the principle of a self-watering system or automatic and independent watering. For SW technology to be better known by the public, the dissemination process must continue to be carried out to introduce various features and advantages. This dissemination was conducted virtually (online webinar). To attract more participants, posters related to webinar information were distributed in various online media. Furthermore, an evaluation questionnaire was distributed to measure the success index by providing a rating scale between 1 – 5. The higher the scale value, the more successful the webinar activity is. Based on the analysis, the number of participants who attended the webinar was 35 people, dominated by students (39%), followed by professional employees (11%), and entrepreneurs, doctors, housewives, each with the same percentage, namely 3%. This webinar was attended by various ages ranging from 17 – 44 years old in terms of age. Based on the evaluation, the SW technology webinar activity was rated good on a scale of 3.66 to 4.14. This means that participants are satisfied that they have attended the webinar, understand the explanations given by the presenter, and are interested in implementing hydroponics. In the end, this webinar is expected to provide knowledge to the public regarding the application of hydroponic technology that suits their needs.

Keywords: Hydroponics; Community service; Smart watering; Webinars; Dissemination

1. PENDAHULUAN

Manusia membutuhkan makanan, air, dan habitat hidup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan proses bertahan hidup (Khan, 2018). Di Indonesia, jumlah populasi manusia menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata sebesar 1,25 % (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020). Hal ini berdampak pada produksi pangan yang perlu ditingkatkan untuk mengimbangi permintaan pada berbagai komoditas pangan. Bahkan sejumlah teknologi untuk peningkatan produktivitas pangan telah diusulkan oleh berbagai instansi baik pemerintah, perusahaan, lembaga penelitian, dan perusahaan swasta. Teknologi ini mencakup mulai dari proses budidaya, pengolahan tanah, penanganan pasca panen, sampai dengan distribusi produk pertanian ke konsumen. Adapun salah satu teknologi menjanjikan, yang sekarang banyak diterapkan dalam upaya peningkatan produksi, adalah teknologi hidroponik (Hardiana & Hutasuhut, 2021; Martin & Molin, 2019; Putra et al., 2018).

Hidroponik merupakan salah satu teknik budidaya tanaman pertanian tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam (Sardare & Admane, 2013). Teknik ini menerapkan media air dengan memaksimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman dengan takaran yang tepat. Hidroponik memiliki beberapa keunggulan, seperti: efisiensi optimal dalam penggunaan air dan nutrisi, ketahanan tanaman dalam berbagai kondisi cuaca, memungkinkan budidaya sepanjang tahun, dan pengurangan penggunaan kegiatan padat karya seperti penyiangan dan persiapan tanah. Selain itu, budidaya hidroponik telah dilaporkan tidak hanya dikaitkan dengan hasil produksi yang lebih tinggi tetapi juga untuk memungkinkan kontrol dan standarisasi yang lebih baik dari proses budidaya tradisional, sehingga mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.

Komoditas pertanian hortikultura seperti selada (Barbosa et al., 2015), bayam (Nxawe et al., 2009), tomat (Martin-Gorritz et al., 2021), cabe (Haring et al., 2021) dan lain sebagainya memiliki potensi untuk dibudidayakan menggunakan teknologi hidroponik. Guo et al. (2002) melaporkan bahwa budidaya tomat berbasis hidroponik menunjukkan kinerja yang baik dalam hal tingkat serangan hama dan penyakit. Teknologi hidroponik sebagai alat dalam pertanian perkotaan telah mampu memberikan solusi yang menjanjikan dalam mengamankan pasokan makanan, menghasilkan sayuran yang lebih berkelanjutan dan mengurangi tekanan pada lahan pertanian. Adapun tonggak utama dalam pengembangan hidroponik secara komersial adalah berdasarkan konsep NFT dan DFT, yang merupakan singkatan dari nutrient film technique dan deep flow technique, secara berurutan (Maneeply et al., 2018).

Namun, kedua konsep ini memiliki ketergantungan terhadap konsumsi listrik. Sebagian besar konsumen menyatakan bahwa teknologi hidroponik tanpa listrik telah menjadi preferensi yang menarik pada proses budidaya tanaman.

Pada investigasi ini, kami mengusulkan sebuah terobosan teknologi untuk mengatasi kesenjangan pada berbagai konsep hidroponik, yang dikenal sebagai teknologi smart watering (SW). Ini merupakan teknologi yang diusulkan pada sistem hidroponik, yang bekerja tanpa listrik dan dapat diaplikasikan pada sistem hidroponik substrat maupun non-substrat (uraian lebih detail akan dibahas pada Bagian 3). Penelitian dan pengembangan untuk menyempurnakan teknologi SW telah dilakukan sejak tahun 2016 sampai dengan sekarang di Universitas Padjadjaran. Teknologi SW telah menarik minat petani milenial sebagai sarana investasi dan hobi. Agar teknologi SW lebih dikenal oleh masyarakat, maka proses diseminasi teknologi harus terus dilakukan sebagai media untuk mengenalkan berbagai fitur dan keunggulan.

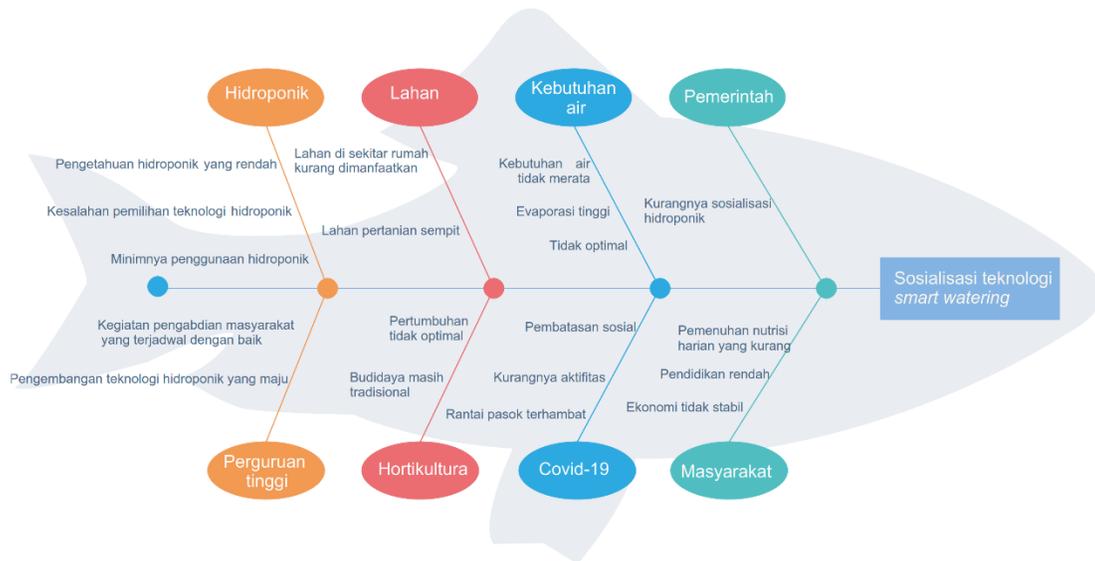
Diseminasi sangat penting untuk perencanaan strategis dalam pengembangan produk baru (Söderquist, 2006). Ini menawarkan gambaran yang jelas tentang kebutuhan pasar, perkembangan teknologi, dan tindakan pesaing. Selain itu, dalam lingkungan yang dinamis, di mana perencanaan strategis harus ditambahkan dengan semacam improvisasi untuk menarik minat konsumen. Penyebaran informasi terkait teknologi SW tidak selalu terjadi secara spontan. Bahkan orang-orang dengan latar belakang teknis seringkali sangat individualistis dan tidak menyebarkan informasi secara alami. Oleh karena itu, diseminasi teknologi SW perlu didesain dengan melibatkan berbagai pihak untuk mengkaji berbagai respon masyarakat. Semakin banyak masyarakat yang hadir, semakin dikenal produk tersebut. Berdasarkan permasalahan ini, tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi respon masyarakat pada diseminasi penerapan teknologi SW untuk hidroponik. Informasi ini sangat berharga untuk menyuplai kebutuhan informasi terkait teknologi hidroponik untuk masyarakat dan proses evaluasi pengembangan produk teknologi SW.

2. BRAINSTORMING

Pendekatan diagram fishbone diterapkan untuk menelusuri akar penyebab dari sebuah permasalahan (Ilie & Ciocoiu, 2010). Diagram ini berisi solusi yang terletak pada bagian kepala ikan dan penyebab yang terletak pada bagian sirip ikan. Diagram fishbone merupakan bagian dari brainstorming yang digunakan untuk menemukan ide-ide baru, didasarkan pada spontanitas dan kreativitas. Dapat dilihat pada Gambar 1, ada 8 faktor penyebab untuk segera diadakannya kegiatan sosialisasi teknologi SW, antara lain: faktor

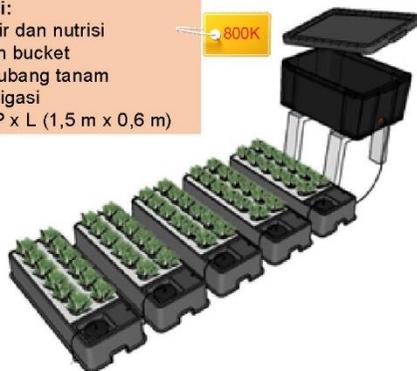
pemerintah, kebutuhan air, lahan, hidroponik, masyarakat, Covid-19, hortikultura, dan perguruan tinggi. Setiap elemen pada faktor di atas memuat sebuah penyebab yang mengarah pada pentingnya agenda sosialisasi teknologi SW untuk segera dilakukan. Misalnya, pada faktor pemerintah, sosialisasi terkait teknologi-teknologi terbaru hidroponik masih sangat kurang sehingga seringkali masyarakat masih menerapkan budidaya secara tradisional.

Selain itu, pembatasan sosial, kurangnya aktifitas manusia dan rantai pasok yang terhambat merupakan penyebab dari dampak pandemi Covid-19 (Rizou et al., 2020), yang mana untuk mengatasi hal ini diperlukan sebuah sosialisasi teknologi SW. Teknologi SW menawarkan pada masyarakat untuk meningkatkan aktifitas dalam hal budidaya sayuran. Selanjutnya, sayuran ini dapat dipanen dan dikonsumsi untuk melengkapi kebutuhan nutrisi harian.



Gambar 1. Diagram fishbone untuk menelusuri faktor-faktor penyebab permasalahan yang mengarah pada pentingnya sosialisasi teknologi SW

- Spesifikasi:**
- Tandon air dan nutrisi
 - Lima buah bucket
 - 60 buah lubang tanam
 - Saluran irigasi
 - Dimensi P x L (1,5 m x 0,6 m)



Gambar 2. Teknologi SW untuk budidaya tanaman hortikultura

3. TEKNOLOGI SMART WATERING

Prinsip budidaya tanaman secara hidroponik adalah memberikan atau menyediakan nutrisi yang

diperlukan tanaman dalam bentuk larutan dengan cara disiramkan, ditetaskan, dialirkan atau disemprotkan pada media tumbuh tanaman. Pada penelitian ini, teknologi

SW dianggap sebagai sebuah produk inovasi hidroponik kit yang menggunakan prinsip self-watering system atau penyiraman otomatis dan mandiri (Bafdal, 2016). Teknologi ini memanfaatkan penerapan gaya gravitasi, prinsip archimedes dan kapilaritas sebagai energi untuk menjalankannya sehingga bebas dari penggunaan energi listrik (zero electricity).

Sistem katup kontrol yang unik memungkinkan larutan nutrisi dari tandon dikirimkan ke zona perakaran pada sistem hidroponik substrat maupun non-substrat. Sistem smart watering memiliki efisiensi yang tinggi, karena air dan nutrisi dari daerah perakaran dapat diserap sesuai dengan kebutuhan tanaman. Gambar 2 menunjukkan contoh desain produk dan penerapan teknologi SW. Teknologi ini sangat cocok untuk diterapkan pada berbagai tanaman seperti sayuran daun (kangkung, pakcoy, dll), sayuran buah (cabai, tomat, dll), tanaman herbal dan bunga. Satu paket teknologi SW hidroponik kit ini memiliki harga Rp 800.000,00.

4. METODE

4.1 Webinar

Penelitian ini dilaksanakan secara terintegrasi dengan melibatkan mahasiswa sebagai pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata (KKN). Secara sederhana, mahasiswa KKN memiliki tugas untuk membantu, mengatur, dan merencanakan terkait diseminasi penerapan teknologi SW. Dikarenakan kondisi pandemi Covid-19 yang membatasi mobilisasi masyarakat, maka diseminasi teknologi SW dilaksanakan secara virtual (webinar daring). Pada dasarnya, tujuan pelaksanaan penelitian ini terintegrasi dengan KKN berorientasi pada upaya membantu mengatasi permasalahan yang ada pada masyarakat, terutama tentang kurangnya pengetahuan perihal hidroponik.



Gambar 3. Poster untuk kegiatan webinar teknologi hidroponik SW

Secara umum, metode dalam pelaksanaan webinar teknologi SW mencakup dua tahap utama, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Pertama, tahap persiapan mendiskusikan mengenai topik, judul, dan konsep acara webinar. Untuk menjaring peserta yang lebih banyak, promosi poster terkait informasi webinar disebar di berbagai media online. Selain itu, webinar ini dilaksanakan secara gratis. Kedua, tahap pelaksanaan berisi susunan acara seperti: pembukaan, pemaparan materi dan sesi tanya jawab. Adapun pemateri utama pada webinar teknologi SW adalah Diki Abdullah, CEO Smart Watering. Melalui webinar ini masyarakat diharapkan dapat memahami teknologi SW dalam budidaya tanaman secara hidroponik. Pada akhir kegiatan webinar, peserta juga diminta mengisi kuisisioner sebagai tolak ukur mengenai keberhasilan kegiatan sosialisasi tersebut.

4.2 Evaluasi

Kuisisioner elektronik terkait kegiatan webinar disebar untuk mengukur indeks keberhasilan pada kegiatan sosialisasi. Ada tiga pertanyaan utama yang harus direspon oleh para peserta, yang mana setiap pertanyaan direpresentasikan melalui skala penilaian antara 1 – 5 (Tabel 1). Skala tersebut antara lain: 0 – 0,9 (tidak baik), 1 – 1,9 (kurang baik), 2 – 2,9 (cukup baik), 3 – 3,9 (baik), dan 4 – 5,0 (sangat baik). Semakin tinggi nilai skala maka kegiatan webinar dinilai semakin berhasil. Hasil akhir skala penilaian merupakan nilai rata-rata dari penilaian keseluruhan peserta.

Selain itu, peserta juga diminta untuk memberikan kritik dan saran terkait webinar ini dan hasilnya dianalisis menggunakan pendekatan data sains berbasis text mining (Demšar & Zupan, 2012). Pendekatan ini akan memetakan keseluruhan saran berdasarkan kata yang sering muncul sehingga ini memudahkan dalam menilai respon peserta secara umum. Analisis text mining dilakukan menggunakan perangkat lunak sumber terbuka Orange (<https://orangedatamining.com/>). Selanjutnya, berbagai saran peserta dikelompokkan ke dalam respon positif, netral dan negatif.

Tabel 1. Kuisisioner evaluasi pada kegiatan diseminasi teknologi SW

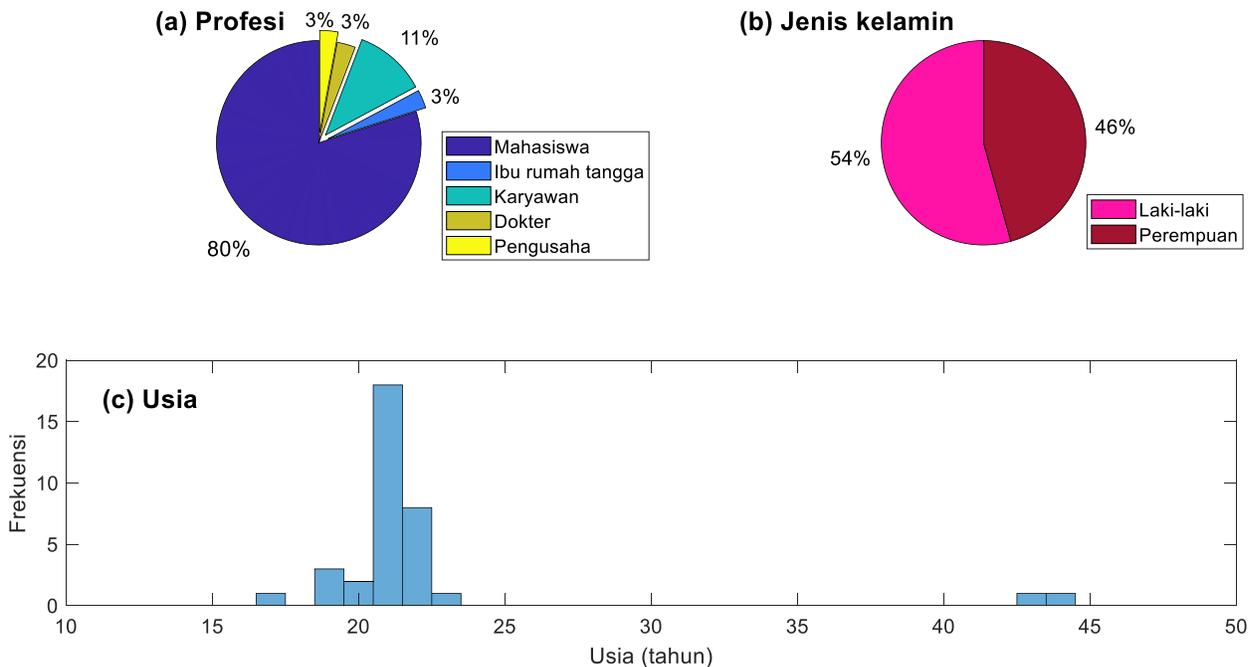
No.	Evaluasi singkat	Skala penilaian
1	Bagaimana tingkat kepuasan Anda mengikuti webinar hidroponik SW?	1-5
2	Apakah Anda memahami penjelasan yang dibawakan oleh pemateri webinar?	1-5
3	Apakah Anda tertarik untuk mengaplikasikan teknologi SW pada hidroponik?	1-5

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Latar Belakang Peserta

Kehadiran peserta dalam agenda webinar merupakan komponen utama sebagai indeks keberhasilan. Jumlah peserta yang banyak memiliki indikasi bahwa tema webinar sangat menarik untuk diikuti. Pada penelitian ini, kami menargetkan sasaran peserta dari berbagai latar belakang profesi, jenis kelamin, dan usia. Berdasarkan analisis, jumlah peserta yang hadir dalam webinar teknologi SW adalah 35 orang. Angka ini tergolong cukup banyak di masa pandemi Covid-19 dengan agenda webinar yang sangat masif setiap harinya. Hal ini membuktikan bahwa penyebaran poster di media online sebagai kegiatan promosi memiliki dampak cukup signifikan.

Peserta webinar terkait teknologi SW ini sangat beragam dalam hal profesi, jenis kelamin, dan usia. Berdasarkan analisis, para peserta mayoritas berlatar belakang profesi sebagai mahasiswa (39%), disusul dengan profesi karyawan (11%), dan pengusaha, dokter, ibu rumah tangga masing-masing dengan persentase yang sama yaitu 3%. Peserta webinar didominasi oleh mahasiswa mungkin disebabkan oleh beberapa alasan seperti: rasa penasaran terkait teknologi SW untuk hidroponik dan webinar ini diselenggarakan dalam lingkungan kampus. Namun demikian, profesi karyawan, pengusaha, dokter dan ibu rumah tangga juga berpartisipasi aktif dalam kegiatan webinar ini.

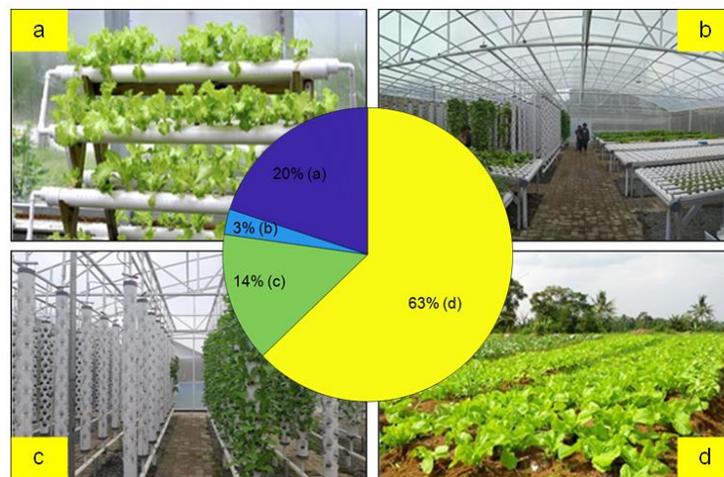


Gambar 4. Statistik latar belakang para peserta ditinjau dari: (a) profesi; (b) jenis kelamin; (c) usia

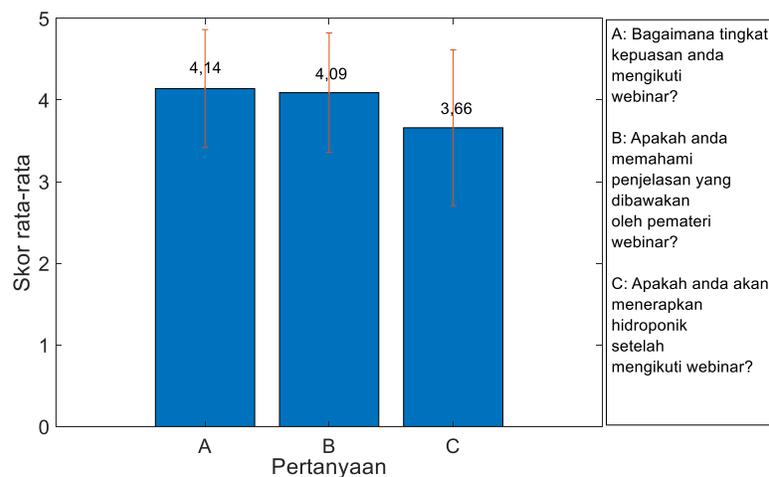
Selain itu, webinar teknologi SW diikuti mayoritas berjenis kelamin laki-laki (54%) dibandingkan perempuan (46%). Hal ini mengkonfirmasi bahwa kaum laki-laki memiliki minat yang tinggi untuk budidaya tanaman secara hidroponik dibandingkan kaum perempuan. Dalam hal usia, kegiatan webinar ini dihadiri oleh beragam usia mulai dari 17 – 44 tahun, yang mana rentang usia antara 21 – 22 memiliki frekuensi paling tinggi. Data ini menunjukkan bahwa tidak hanya usia dewasa saja yang memiliki motivasi kuat untuk mencari informasi teknologi hidroponik, tetapi juga usia muda.

5.2. Kuis Singkat Sebelum Webinar

Untuk meningkatkan interaksi pada agenda webinar teknologi SW, para peserta diberikan kuis singkat mengenai pengetahuan umum pada hidroponik. Seluruh peserta diminta untuk memilih satu dari empat gambar yang bukan yang termasuk teknologi hidroponik (Gambar 5). Dapat dilihat pada Gambar 5, yang bukan termasuk teknologi hidroponik adalah Gambar 5(d). Berdasarkan analisis, sejumlah 63% peserta menjawab benar dan 37% peserta menjawab salah. Hasil ini mengkonfirmasi masih cukup banyak peserta yang belum memahami mengenai pengetahuan dasar hidroponik. Sehingga, webinar ini akan melengkapi pengetahuan yang relatif kurang terkait hidroponik.



Gambar 5. Hasil persentase jawaban dari pertanyaan singkat “Berdasarkan gambar di bawah ini, manakah yang bukan termasuk teknologi hidroponik?”



Gambar 6. Skor rata-rata dari rubrik pertanyaan sebagai evaluasi webinar

Menurut Douglas (1976), hidroponik merupakan salah satu metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, tetapi menggunakan larutan nutrisi

mineral dalam pelarut berair. Salah satu prinsip dasar untuk produksi tanaman dalam sistem hidroponik, adalah menyediakan semua nutrisi yang dibutuhkan

SW dapat dikunjungi di laman dr. hiroponik (<https://sites.google.com/view/drhidroponik/halaman-muka>).

6. KESIMPULAN

Hidroponik merupakan salah satu teknik budidaya tanaman pertanian tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Teknik ini menerapkan media air dengan memaksimalkan pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman dengan takaran yang tepat. Pada investigasi ini, kami mengusulkan sebuah terobosan teknologi untuk mengatasi kesenjangan pada berbagai konsep hidroponik, yang dikenal sebagai teknologi SW. Agar teknologi SW lebih dikenal oleh masyarakat, maka proses diseminasi teknologi harus terus dilakukan sebagai media untuk mengenalkan berbagai fitur dan keunggulan. Dikarenakan kondisi pandemi Covid-19 yang membatasi mobilisasi masyarakat, maka diseminasi teknologi SW dilaksanakan secara virtual (webinar daring)

Berdasarkan analisis, para peserta mayoritas didominasi oleh mahasiswa (39%), disusul dengan profesi karyawan (11%), dan pengusaha, dokter, ibu rumah tangga masing-masing dengan persentase yang sama yaitu 3%. Dalam hal usia, kegiatan webinar ini dihadiri oleh beragam usia mulai dari 17 – 44 tahun, yang mana rentang usia antara 21 – 22 memiliki frekuensi paling tinggi. Berdasarkan evaluasi, kegiatan webinar teknologi SW dinilai baik dengan skala 3,66 sampai 4,14. Artinya, para peserta puas telah mengikuti webinar, dapat memahami penjelasan yang dibawakan oleh pemateri, dan memiliki minat untuk menerapkan hidroponik. Selain itu, secara umum para peserta telah memberikan respon positif terkait webinar ini.

Pelaksanaan webinar terkait diseminasi teknologi SW tidak hanya berfokus pada penyampaian pemahaman hidroponik tetapi penyelenggara juga memfasilitasi mengenai detail informasi lebih lanjut mengenai teknologi SW. Penyelenggara terbuka untuk menerima jasa konsultasi terkait instalasi tipe teknologi SW yang cocok sesuai dengan kebutuhan. Pada akhirnya, kegiatan webinar ini sangat berharga untuk menyuplai kebutuhan informasi terkait teknologi hidroponik agar masyarakat mengetahui penerapan teknologi hidroponik yang cocok sesuai dengan kebutuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada editor dan pengulas atas saran dan komentar yang berharga yang secara signifikan dapat meningkatkan kualitas artikel ini. Penelitian ini didukung secara finansial oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat, Universitas Padjadjaran melalui hibah internal (No. 1960/UN6.3.1/PM.00/2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2020). *Statistik indonesia 2020*.
- Bafdal, N. (2016). Rainfall harvesting as resources of self watering fertigation system with various growing medias. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(5), 788-792.
- Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G. M., & 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.
- Demšar, J., & Zupan, B. (2012). Orange: Data mining fruitful and fun. *Informacijska Družba – IS*, 6.
- Domingues, D. S., Takahashi, H. W., Camara, C. A., & Nixdorf, S. L. (2012). Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 84, 53-61.
- Douglas, J. S. (1976). *Advanced guide to hydroponics (soilless cultivation)*. Pelham Books.
- Guo, S., Brück, H., & Sattelmacher, B. (2002). Effects of supplied nitrogen form on growth and water uptake of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Plant and Soil*, 239(2), 267-275.
- Gupta, R., Naik, B. N., Ganesh, V., Singh, A., Soni, S. L., & Puri, G. (2021). Evaluation of utility and usefulness of webinars on COVID-19 management: a questionnaire-based survey. *Ain-Shams Journal of Anesthesiology*, 13(1), 1-7.
- Hardiana, M. I., & Hutasuhut, D. A. S. (2021). The role of agroedu-tourism program in enhancing young generation's knowledge on urban farming: Hydroponics technique. *Journal of Physics: Conference Series*,
- Haring, F., Amin, A., Rabbi, K., Widiyani, N., Dungga, N. E., Ulfa, F., & Sahur, A. (2021). Test on Cayenne chili (*Capsicum frutescens* L.) varieties on different growing media bioponically. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*,
- Ilie, G., & Ciocoiu, C. N. (2010). Application of fishbone diagram to determine the risk of an event with multiple causes. *Management research and practice*, 2(1), 1-20.

- Khan, F. A. A. (2018). A review on hydroponic greenhouse cultivation for sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 2(2), 59-66.
- Maneeply, C., Sujipuli, K., & Kunpratun, N. (2018). Growth of Brahmi *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. by NFT and DFT hydroponic systems and their accumulation of saponin bacosides. *NU. International Journal of Science*, 15(2), 114-124.
- Martin-Gorriz, B., Maestre-Valero, J., Gallego-Elvira, B., Marín-Membrive, P., Terrero, P., & Martínez-Álvarez, V. (2021). Recycling drainage effluents using reverse osmosis powered by photovoltaic solar energy in hydroponic tomato production: Environmental footprint analysis. *Journal of Environmental Management*, 297, 113326.
- Martin, M., & Molin, E. (2019). Environmental assessment of an urban vertical hydroponic farming system in Sweden. *Sustainability*, 11(15), 4124.
- Nxawe, S., Laubscher, C. P., & Ndakidemi, P. A. (2009). Effect of regulated irrigation water temperature on hydroponics production of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 4(12), 1442-1446.
- Putra, E. S., Jamaludin, J., & Djatmiko, M. D. (2018). Comparison of hydroponic system design for rural communities in Indonesia. *Journal of Arts and Humanities*, 7(9), 14-21.
- Rizou, M., Galanakis, I. M., Aldawoud, T. M., & Galanakis, C. M. (2020). Safety of foods, food supply chain and environment within the COVID-19 pandemic. *Trends in food science & technology*, 102, 293-299.
- Sardare, M. D., & Admane, S. V. (2013). A review on plant without soil-hydroponics. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2(3), 299-304.
- Söderquist, K. E. (2006). Organising knowledge management and dissemination in new product development: lessons from 12 global corporations. *Long Range Planning*, 39(5), 497-523.
- Topor, D. R., & Budson, A. E. (2020). Twelve tips to present an effective webinar. *Medical teacher*, 42(11), 1216-1220.