

PEMANFAATAN BIOFERTILIZER KELOR UNTUK EFEKTIVITAS SMART FARMING BERBASIS GREEN HOUSE

Hendra Susanto^{1*}

¹Dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Ahmad Taufiq²

²Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Sunaryono³

³Jurusan Administrasi Perkantoran, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Malang

Ari Gunawan⁴

⁴Jurusan Administrasi Perkantoran, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Malang

Moch Sholeh⁵

⁵Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Abstract *In an effort to utilize the potential of Moringa leaves in Sumenep Regency, this service team proposes marketing of Moringa leaf products based on considerations from RIRN 2017-2045, RENSTRA UM, and KAPUS PHIKA LP2M UM. [Situation analysis] Moringa tree is a type of plant that is very easy to breed, grow and cultivate on community land, either in fields, gardens, the edges of rice fields and people's house yards. Moringa plants have many benefits that are spread in every part, ranging from leaves, seeds, stems, and roots. Moringa plants are able to overcome nutritional deficiencies and various health problems because they have a high nutritional content. Moringa also has potential as a raw material for medicines, cosmetic industry and environmental improvement from pollution with a high level of market demand. [Partner problems] Currently, partners need synergy to utilize the potential of natural materials for farming purposes (local resources), fruit farmers experience crop failure due to the drastic climate. [Solution] The UM service team offers a solution in the form of socialization and assistance for Moringa products, namely MOLP based on Green House agriculture. [Objective] The main objective in this service activity is to establish partnerships to take advantage of available business opportunities (utilization of Moringa leaves) and assist farmers' complaints regarding weather problems, in order to meet local and foreign market demands. The results of this service activity are expected to make Moringa plants a source of income for the people of Sumenep Regency (the supplier of MOLP). Furthermore, it is also expected to be able to increase synergy with the government in order to build domestic food security. [Method of implementation] This service activity will be carried out through a process of observation, planning, mentoring, and socialization.*

Key word *Moringa plant, biofertilizer, Green House*

*Corresponding author: Hendra Susanto. email: hendrabio@um.ac.id

Abstrak

Dalam rangka upaya pemanfaatan potensi daun kelor di Kabupaten Sumenep, tim pengabdian ini mengusulkan pemasaran produk daun kelor berdasar pertimbangan RIRN 2017-2045, RENSTRA UM, dan KAPUS PHIKA LP2M UM. [Analisis situasi] Pohon kelor merupakan jenis tanaman yang sangat mudah dikembang biakkan, tumbuh dan dibudidayakan di lahan masyarakat, baik tegalan, kebun, pinggiran sawah dan pekarangan rumah penduduk. Tanaman kelor memiliki banyak manfaat yang tersebar disetiap bagiannya, mulai dari daun, biji, batang, maupun akar. Tanaman kelor mampu mengatasi kekurangan nutrisi dan berbagai masalah kesehatan karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Kelor juga berpotensi sebagai bahan baku obat-obatan, industri kosmetik dan perbaikan lingkungan dari pencemaran dengan tingkat permintaan pasar yang tinggi.

[Permasalahan mitra] Saat ini mitra membutuhkan sinergi untuk memanfaatkan potensi bahan alam untuk keperluan bercocok tanam (local resources), petani buah mengalami gagal panen karena iklim yang drastic.

[Solusi] Tim pengabdian UM menawarkan solusi berupa sosialisasi dan pendampingan produk kelor yaitu MOLP berbasis pada pertanian Green House. [Tujuan] Tujuan utama dalam kegiatan pengabdian ini adalah menjalin kemitraan untuk memanfaatkan peluang bisnis yang tersedia (pemanfaatan daun kelor) serta membantu keluhan petani terkait masalah cuaca, guna memenuhi permintaan pasar lokal maupun luar negeri. Hasil kegiatan pengabdian ini diharapkan menjadikan tanaman kelor sebagai sumber pendapatan bagi masyarakat Kabupaten Sumenep (penyuplai MOLP). Lebih lanjut, juga diharapkan mampu meningkatkan sinergi dengan pemerintah dalam rangka membangun ketahanan pangan dalam negeri.

[Metode pelaksanaan] Kegiatan pengabdian ini akan dilakukan dengan proses observasi, perencanaan, pendampingan, dan sosialisasi.

Kata kunci tanaman kelor, biofertilizer, Green House

PENDAHULUAN

Tanaman kelor *moringa oleifera* merupakan perdu dengan ketinggian sampai 10 m, berbatang lunak dan rapuh dengan daun yang sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk. Daun kelor mengandung zat kimia, seperti minyak behen, minyak terbang, emulsin, alkaloida, pahit tidak beracun serta vitamin A, B1, B2, dan C (Wisnubrata, 2019). Selain itu kelor juga mengandung lebih dari 90 nutrisi 48 jenis antioksidan 36 senyawa anti inflamasi sehingga dapat digunakan sebagai obat herbal. Manfaat dan khasiat tanaman kelor (*Moringa oleifera*) terdapat pada semua bagian tanaman baik daun, batang, akar maupun biji. Kandungan nutrisi yang cukup tinggi menjadikan kelor memiliki sifat fungsional bagi kesehatan serta mengatasi kekurangan nutrisi (bulelengkab.go.id, 2018). Selain itu, kelor berpotensi sebagai bahan baku dalam industri kosmetik, obat-obatan dan perbaikan lingkungan yang terkait dengan cemaran dan kualitas air bersih (Aminah dkk, 2015).

Pohon kelor tumbuh dan dibudidayakan hampir diseluruh lahan masyarakat, baik dipinggiran sawah, tegalan, kebun dan di pekarangan rumah rumah penduduk, salah satunya di Kabupaten Sumenep. Kabupaten Sumenep merupakan daerah dengan luas wilayah yg hampir mencapai 100.000 Ha dimana pohon kelor hampir tumbuh disemua lahan. Hal tersebut membuat Kabupaten Sumenep berpotensi sebagai penghasil kelor yang prospektif.

Tanaman kelor sudah tumbuh sejak nenek moyang masyarakat Sumenep dan Tanaman Kelor sudah menjadi makanan pokok bagi masyarakat di Kabupaten Sumenep. Bahkan ada ungkapan di masyarakat Kabupaten Sumenep “ngakan mun tadak genganna tak arassah” (makan kalau tidak ada kelornya tidak berasa). Kemudian lahan mitra lokasi yang akan dijadikan untuk target sosialisasi merupakan daerah yang dominan sebagai petani, sejauh ini belum pernah memanfaatkan pupuk dari bahan alam khususnya kelor. Berdasarkan penelitian sebelumnya MOLP sudah terbukti mampu mendorong laju pertumbuhan tanaman kacang hijau dan juga bayam (Susanto et al., 2019; Susanto et al., 2021).

Mitra (tempat sosialisasi) masih belum ada petani organik terutama yang menggunakan dari kelor. Oleh karena itu penting sekali dilakukan sosialisasi guna membuat masyarakat mengerti akan khasiat dari kelor yang selama ini hanya digunakan sebagai olahan sayur saja. Patut menjadi pertimbangan bahwa pemupukan merupakan salah satu faktor utama dalam produksi pertanian yang dapat meningkatkan hasil produksi. Pemakaian pupuk kimia atau anorganik secara intensif tanpa penggunaan bahan organik diketahui dapat menurunkan kandungan bahan organik pada tanah yang berakibat pada penurunan produktivitas lahan. Selain itu, penggunaan pupuk kimia menyebabkan berbagai masalah lingkungan seperti kontaminasi air tanah, erosi tanah, masalah degradasi, dan keberadaan sisa bahan kimia pada makanan (Zhang et al., 2010). Penggunaan pupuk organik dapat menjadi solusi dari permasalahan yang diakibatkan oleh pupuk kimia tersebut dan penggunaannya memiliki berbagai keuntungan seperti ramah lingkungan, menghasilkan produk pertanian dengan kadar nutrisi terbaik dan bebas dari sisa pestisida (Refanold & Wachter, 2016).

LITERATUR REVIEW

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan bahan organik sebagai pupuk, seperti kompos, sisa tanaman yang melapuk, dan pupuk kandang dapat meningkatkan produktivitas tanah dan efisiensi pemupukan serta mengurangi kebutuhan pupuk kimia terutama pupuk K (Arafah, 2011). Penelitian oleh Padmanabha et al. (2014) menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap kadar Nitrogen (N) total tanah dan pemberian pupuk kandang dengan dosis 10 ton/ha mampu meningkatkan kandungan N-total tanah sebesar 10,34%.

Green house umumnya dimanfaatkan dalam budidaya tanaman hortikultura seperti sayuran dan tanaman hias. Bangunan konstruksi dengan atap tembus cahaya yang berfungsi mengatur radiasi matahari yang masuk, dan merekayasa kondisi lingkungan seperti suhu udara, sirkulasi udara dan durasi penyiraman (Abbas et al., 2015; Budiyanto et al., 2019). Penggunaan greenhouse dapat memberikan banyak keuntungan untuk budidaya tanaman, dimana dapat melindungi dan mengontrol suhu dengan menggunakan ventilasi alamiah dan terkontrol dengan dilapisi screen (jala) yang mampu mengurangi serangan serangga dan hama (Abbas et al., 2015).

Selain itu, produksi tanaman hortikultura dalam greenhouse dapat dilakukan sepanjang tahun sehingga dapat menghindari potensi hujan yang sering menyebabkan kelebihan air dan risiko perubahan suhu dan kelembaban yang fluktuatif dan gagalnya proses penyerbukan bunga (Setiawan et al., 2021). Berdasarkan uraian tersebut, TIM Pengabdian Masyarakat dari FMIPA Universitas Negeri Malang melakukan upaya untuk membantu masyarakat mitra Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani) Berlian Nusantara Farm dalam menggunakan biofertilizer sehingga diharapkan kegiatan ini mampu meningkatkan nilai minat masyarakat terhadap penggunaan pupuk organik. Kemudian di sisi lain mampu memanfaatkan potensi Kabupaten Sumenep dan mendorong pasar produk MOLP. Hasil kegiatan diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat baik mitra dan penyuplai produk.

METODE

Pelaksanaan hilirisasi sosialisasi mengenai manfaat ekstrak dan pemberian produk MOLP sebagai biofertilizer untuk diterapkan dalam bercocok tanam. Kegiatan penyuluhan kepada partisipan. Partisipannya merupakan warga (anggota) Gapoktan Berlian Nusantara Farm. Target partisipan yang datang ke acara tersebut berjumlah 30. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Teknik pengambilan data yang berupa observasi, dokumentasi.

Analisa Kebutuhan Lapangan

Pada tahapan ini tim pengabdian masyarakat akan menganalisis kondisi lahan terkini dari mitra. Analisa kebutuhan dilakukan pendataan terhadap parameter pertanian di lingkungan pertanian mitra, diantaranya kondisi usaha pertanian mitra pada lokasi pertanian mitra, serta analisis kedalaman pengetahuan mitra tentang pengembangan IPTEK pertanian dan pengelolaan pertanian organik. Hasil analisis kebutuhan tersebut akan digunakan tim pengabdian masyarakat untuk membantu membentuk persiapan pengolahan sistem pertanian organik. Analisis ini diharapkan dapat membantu tim pengabdian dalam mempersiapkan pemberian edukasi dan solusi terbaik bagi mitra Berlian Nusantara Farm.

Pembuatan Produk Organik Kelor

Pada tahapan ini produk organik kelor dibuat oleh tim pengabdian bersama mitra. Mulai dari mengumpulkan bahan utama yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*) untuk diproses menjadi bubuk organik kelor.

Sosialisasi Awal Mitra dan Pengolahan Media Tanam

Tim pengabdian masyarakat akan melakukan sosialisasi tahap awal terkait sistem pertanian organik. Sosialisasi dilakukan dengan pelatihan SOP penanaman secara organik. Dalam metode pelaksanaan metode ini pembagian peran tim pengabdian masyarakat dan mitra dilaksanakan sesuai dengan kepakaran masing-masing dan pengalaman, pembagian tim dibagi berdasarkan fokus dan tugas pada program pengabdian seperti program pengembangan media tanam, pengerjaan lapangan, hingga pasca panen.

TEMUAN (HASIL)

Percobaan kali dengan memanfaatkan greenhouse organik berbahan bambu asli dari hutan atau lahan warga varietas bambu ori dan petung untuk menunjang kekokohan greenhouse dalam kurun waktu 5 tahun. Proyeksi profit tahun pertama dialokasikan 60% balik modal dan 40%-nya untuk modal penanaman selanjutnya. Sebelum percobaan menggunakan greenhouse, penulis sudah melakukan penanaman di lahan terbuka dan ancaman gagal sangat besar sekali apalagi untuk penanaman pada sektor buah seperti melon dan juga sayuran hortikultura seperti: tomat, cabai, dan sayuran.

Kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan mengusung tema Implementasi Kelor sebagai Biofertilizer dalam penanaman berbasis *Greenhouse* bersama petani Gapoktan Berlian Nusantara Farm. Pembekalan dilakukan secara menyeluruh kepada anggota Gapoktan yang terhitung sebagai peserta kegiatan pengabdian masyarakat. Pembekalan diagendakan pada bulan Agustus di Desa Kare, Madiun. Pertama, penyampaian terkait dasar pengolahan lahan atau media tanam. Kemudian pola atau teknik penanaman secara spesifik diberikan terhadap pilihan tanaman yang akan ditanam. Panitia memberikan sampel penanaman pada melon *inthanon* yang terdiri dari; pemilihan bibit unggul, penyemaian, pembuatan media tanam, penataan greenhouse dan juga metode penyiraman.



Gambar 1. Foto Bersama Mitra sekaligus Penyerahan Biofertilizer Kelor
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Tak hanya itu, panitia juga memberikan metodologi pembuatan pupuk organik, mengingat penggunaan pupuk kimia tidak boleh digunakan sebanyak 100%, melainkan harus diimbangi dengan penggunaan pupuk organik yang lebih ramah lingkungan.

Pemberian perlakuan juga diarahkan oleh panitia, dimulai pada 3 hst, 6 hst, dst hingga masa panen. Perihal pasca panen panitia juga memberikan pengarahannya terakti strategi penjualan dan juga pengolahan lahan. Hasil panen setelah penggunaan greenhouse dalam strategi penanaman terbukti menghasilkan panen yang bagus. Dalam luasan greenhouse 700 m², terdapat 700 polybag pula dimana setiap polybag terdapat 2 tanaman melon. Pemberian pupuk kelor dengan konsentrasi 50% pada tanah di sekitar batang tanaman, tiap 3 hst dan kelipatannya.

PEMBAHASAN (DISKUSI)

Ekstrak MOLP memiliki potensi sebagai biostimulan, karena secara biologis aman digunakan dan dapat meningkatkan hasil tanaman di lingkungan yang penuh tekanan, seperti kekeringan yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir (Khan et al., 2020). Penggunaan ekstrak air MOLP 50% bertujuan untuk menggantikan pupuk kimia dengan cara merangsang pertumbuhan tanaman secara efektif tanpa memberikan efek sebaliknya terhadap hasil dan kualitas tanaman. Secara khusus, ekstrak air MOLP 50% sebagai biostimulan mengandung senyawa bioaktif yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman (El-Mageed et al., 2017), seperti sitokinin, auksin, asam amino, flavonoid, karotenoid, fenolat, antioksidan (asam askorbat), vitamin A dan C, dan makro dan mikronutrien (Rady et al., 2013; Gopalakrishnan et al., 2016). Daun kelor mengandung mineral, hormon pertumbuhan, vitamin, dan antioksidan. Selain itu, daun kelor juga memiliki zeatin yang sangat baik yang berperan dalam pembesaran dan formulasi sel (Adekiya et al., 2019). Pada penelitian kami sebelumnya, ekstrak MOLP 50% yang diterapkan pada tanaman sayuran bayam dan kacang hijau telah dilaporkan meningkatkan pembentukan bibit, pertumbuhan tanaman, hasil panen yang dibudidayakan di bawah lingkungan yang stabil dan penuh tekanan (Susanto et al., 2021).

Moringa oleifera leaf powder (MOLP) mengandung berbagai macam mineral makro maupun mikro yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kandungan mineral makro pada MOLP yaitu Ca (68,5%), K (14,7%), S (3,0%), dan P (1,6%), sedangkan mineral mikro pada MOLP yaitu Mo (8,3%), Fe (2,14%), Yb (0,5%), Mn (0,37%), Eu (0,3%), Cu (0,29%), Ti (0,2%), dan Ni (0,06%) (Mawardi et al., 2020). Unsur mineral makro dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Unsur mineral makro tertinggi yang terkandung dalam MOLP adalah kalsium (Ca). Kalsium merupakan nutrisi terpenting untuk pertumbuhan tanaman, berperan dalam penyusunan dinding sel dan mengontrol permeabilitas membran (Tang & Luan, 2017). Defisiensi Ca dapat menyebabkan nekrosis sel pada daun muda. Kalium (K) merupakan unsur mineral makro tertinggi kedua pada MOLP.

Kalium diperlukan tanaman untuk aktivitas berbagai enzim termasuk yang berpartisipasi dalam metabolisme primer (Sustr, Soukup, & Tylova, 2019). Perubahan morfologis akar merupakan salah satu respon vital tanaman terhadap defisiensi K yaitu pertumbuhan akar (Thornburg et al., 2020). Fosfor (P) merupakan mineral makro yang berperan penting dalam mempertahankan produksi tanaman agar optimal. Fosfor dibutuhkan dalam pembelahan sel, reproduksi dan metabolisme tanaman terutama pada proses perolehan, penyimpanan dan penggunaan energi (Razaq, Zhang, & Shen, 2017). Fosfor juga berperan penting dalam lateralis akar dan percabangan. Tanaman yang kekurangan fosfor umumnya tampak kerdil, daunnya terdapat warna keunguan dan pada beberapa kasus ujung daun akan berubah menjadi warna coklat (Ajmera, Hodgman, & Lu, 2019). Sulfur (S) dianggap sebagai unsur hara terpenting keempat setelah nitrogen, fosfor dan kalium pada tanaman. Sulfur merupakan penyusun asam amino, kloroplas, sulfatida, vitamin, koenzim dan gugus prostetik pada tanaman (Nakai & Maruyama-Nakashita, 2020). Sulfur juga diketahui berperan penting dalam proses ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Kekurangan sulfur pada tanaman dapat menyebabkan klorosis daun dan berkurangnya tinggi tanaman (Nakai & Maruyama-Nakashita, 2020).

Berdasarkan riset sebelumnya yang telah dijelaskan diatas, memang diperlukan hilirisasi kepada petani khususnya di pedesaan. Berguna untuk mengedukasi dan membantu petani desa dalam menggunakan pupuk yang lebih ramah lingkungan dengan harga yang lebih terjangkau pula. Kegiatan pengabdian dilaksanakan dengan mitra Gapoktan Berlian Nusantara Farm dengan mengusung tema pemanfaatan kelor sebagai biofertilizer dalam pertanian hortikultura berbasis green house.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan tema implementasi kelor sebagai biofertilizer pada penanaman berbasis greenhouse bersama Gapoktan Berlian Nusantara Farm terlaksana sesuai tujuan yakni terbangunnya organic greenhouse serta penggunaan pupuk organic dalam penanamannya. Metode yang diterapkan mampu meningkatkan hasil panen dan kualitas media pasca panen masih layak dipakai karena tidak dominan menggunakan pupuk kimia. Pemberian materi dan praktik meliputi proses dasar pengolahan lahan atau media tanam. Kemudian pola atau teknik penanaman secara spesifik diberikan terhadap pilihan tanaman yang akan ditanam. Panitia memberikan materi tentang cara pembuatan biofertilizer dari kelor, pemberian pupuk organic yang baik dan benar, serta pemberian sampel penanaman pada melon *inthanon* yang terdiri dari; pemilihan bibit unggul, penyemaian, pembuatan media tanam, penataan greenhouse dan juga metode penyiraman. Tak hanya itu, panitia juga memberikan metodologi pembuatan pupuk

organic setiap 3 hst, 6 hst, 9 hst, dst hingga panen. Hasil panen menunjukkan peningkatan yang signifikan dari percobaan penanaman pada lahan terbuka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dan juga perwakilan tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada mitra yang terlibat yakni Gapoktan Berlian Nusantara Farm, Madiun serta PT. Kerabatani Indonesia.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Karya tulis atau artikel pengabdian ini menyatakan keoriginalan tulisan artikel berdasarkan hasil dari kegiatan pengabdian penulis sendiri kurun waktu Agustus 2022.

REFERENSI

- Adekiya, T.M. Agbede, C.M. Aboyeji, O. Dunsin, and V.T. Simeon, *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 243, 457 (2019)
- Ajmera, I., Hodgman, T. C., & Lu, C. (2019). An Integrative Systems Perspective on Plant Phosphate Research. *Genes*, 10(2), 139.
- Armbruster, W. J., and M. M. Macdonell. 2017. "Informatics Drives Innovation for Horticultural Crop Production , Food Safety and Environmental Sustainability." 1–8.
- BPS. 2016. *Jumlah Curah Hujan Dan Hari Hujan Menurut Bulan Di Kabupaten Magetan*. Vol. 1. Magetan: BPS RI.
- BPS. 2020a. *Statistik Hortikultura Provinsi Jawa Timur 2019*. Vol. 1. Jakarta: BPS RI.
- BPS. 2020b. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor 2019*. Vol. 1. BPS RI.
- BPS. 2021. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor 2020*. Vol. 1. BPS RI.
- El-Mageed, W.M. Semida, and M.M. Rady, *Agric. Water Manag.* 193, 46 (2017)
- Fadilah, H. 2021. "Diserang Ulat, Petani Melon Maospati Gagal Panen." *RRI Madiun*.
- Fuglie, Keith O. 2018. "Is Agricultural Productivity Slowing?" *Global Food Security* 17:73–83. doi: 10.1016/j.gfs.2018.05.001.
- Gopalakrishnan, K. Doriya, and D.S. Kumar, *Food Sci. Hum. Wellness* 5, 49 (2016).
- Hasriani, D., K. Kalsim, and A. Sukendro. 2013. *Kajian Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Media Tanam*, Institut Pertanian Bogor. Bogor: Bgr Scientific Reports.
- Khan, S.M.A. Basra, M. Nawaz, I. Hussain, and N. Foidl, *South African J. Bot.* 129, 74 (2020).
- Mawardi, A. I., Susanto, H., Taufiq, A., Yunisa, D. T., Rufiandita, F., Nizarghazi, F., ... Putri, L. N. (2020). Halal Material Synthesis of Moringa oleifera Leaf Powder (MOLP) from East Java Indonesia: A Preliminary Study. *AIP Conference Proceedings*, 2231(1), 40038. AIP Publishing LLC.
- Murtiati, S. 2019. "Respon Penyuluh Pada Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian Tanaman Pangan Di Kabupaten Boyolali." *Kementeri. Pertanian* 10:4–16.

- Nakai, Y., & Maruyama-Nakashita, A. (2020). Biosynthesis of Sulfur-containing Small Biomolecules in Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3470.
- Nora, S., M. Yahya, M. Mariana, and E. Ramadhani. 2020. "Teknik Budidaya Melon Hidroponik Dengan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation)." *Agrium* 23(1):21–26. doi: 10.30596/agrium.v21i3.2456.
- Notohadiprawiro, Soeprapto, and E. Susilowati. 2006. *Pengelolaan Kesuburan Tanah Dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Pradipta, A. 2015. "Posisi Daya Saing Dan Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Ekspor Buah-Buahan Indonesia." *J. Manaj. Agribisnis* 11(2):129–43. doi: 10.17358/jma.11.2.129-143.
- Purnomo, R., M. Santoso, and S. Heddy. 2013. "Pengaruh Berbagai Macam Pupuk Organik Dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun (Cucumis Sativus L.)," *Jurnal Produksi Tanaman* 1(3):93–100.
- Rady, B. Varma C., and S.M. Howladar, *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 162, 63 (2013).
- Ramin Shamshiri, Redmond, Fatemeh Kalantari, K. C. Ting, Kelly R. Thorp, Ibrahim A. Hameed, Cornelia Weltzien, Desa Ahmad, Zahra Mojgan Shad, 1. Smart Farming Technology Research Center, Department of Biological and Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, 43400, Serdang, Selangor, Malaysia, 2. Department of Landscape Architecture, Faculty of Design and Architecture, Universiti Putra Malaysia, 43400, Serdang, Selangor, Malaysia, 3. Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, USA, 4. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, U.S. Arid-Land Agricultural Research Center, Maricopa, AZ 85138, USA, 5. Dept. of ICT and Natural Sciences, Faculty of Information Technology and Electrical Engineering, Norwegian University of Science and Technology(NTNU), Larsg dsveien 2, NO-6009  resund, Norway, 6. Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, Germany, and 7. Adaptive AgroTech Consultancy International, CA 93955, USA. 2018. "Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture." *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11(1):1–22. doi: 10.25165/j.ijabe.20181101.3210.
- Razaq, M., Zhang, P., & Shen, H. (2017). Influence of Nitrogen and Phosphorous on the Growth and Root Morphology of Acer mono. *PloS One*, 12(2), e0171321.
- Santoso, D. H., and M. Nurumudin. 2020. "Valuasi Ekonomi Degradasi Lingkungan Akibat Alih Fungsi Lahan Di Kota Malang, Provinsi Jawa Timur." *J. Sains Dan Teknol. Lingkung* 12(2):121–30.
- Simanjuntak, A., R. Lahay, and E. Purba. 2013. "Respon Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (Allium Ascalonicum L.) Terhadap Pemberian Pupuk NPK Dan Kompos Kulit Buah Kopi." *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(3):1–12.
- Suhardiyanto, H. 2009. *Teknologi Rumah Tanaman Untuk Iklim Tropika Basah, Pemodelan Dan Pengendalian Lingkungan*. Bogor: IPB Press.

- Susanto, A.R. Ariyadi, A.N. Faizah, F. Ariyani, G.N. Aini, I. Anggita, W.D. Saputri, A.M. Tindaon, A. Febrinanti, and D. Islamiyah, AIP Conf. Proc. 2353, (2021).
- Sustr, M., Soukup, A., & Tylova, E. (2019). Potassium in root growth and development. *Plants*, 8(10), 435.
- Tando, E. 2019. "Pemanfaatan Teknologi Greenhouse Dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura." *Buana Sains* 19(1):91–102.
- Tang, R.-J., & Luan, S. (2017). Regulation of Calcium and Magnesium Homeostasis in Plants: from Transporters to Signaling Network. *Current Opinion in Plant Biology*, 39, 97–105.
- Telaumbanua, M., P. Bambang, and S. Lilik. 2014. "Rancangbangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro Di Dalam Greenhouse Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Rapa* Var. *Parachinensis* L.)." *Jurnal Agritech* 34(2):213–22.
- Thornburg, T. E., Liu, J., Li, Q., Xue, H., Wang, G., Li, L., ... Zhang, B. (2020). Potassium Deficiency Significantly Affected Plant Growth and Development as Well as MicroRNA-mediated Mechanism in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*, 11.
- Triadiati, T., M. Muttaqin, and N. S. Amalia. 2019. "Growth, Yield, and Fruit of Melon Quality Using Silica Fertilizer." *JlPI* 24(5):366–74. doi: 10.18343/jipi.24.4.366.
- Triyono, A., and Purwanto. 2013. *Efisiensi Penggunaan Pupuk -N Untuk Pengurangan Kehilangan Nitrat Pada Lahan Pertanian*. Semarang: SDA & Lingk Semarang.