

Pelatihan Pemanfaatan Limbah Alami Menjadi Pupuk Cair di Desa Limpakuwus Banyumas

Victor Bintang Panunggul*¹

¹Program Studi Agribisnis, Universitas Perwira Purbalingga, Indonesia

e-mail: *¹victorbintang92@gmail.com

Abstrak

Petani jamaah muhammadiyah menghadapi tantangan dalam mencari alternatif penggunaan pupuk sebagai nutrisi tanaman karena peningkatan biaya sarana dan biaya produksi pertanian dan nutrisi tanaman. Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan pelatihan pembuatan pupuk organik cair dari akar bambu dan cucian air beras untuk meningkatkan ketrampilan petani dalam penggunaan pupuk cair. Rancangan kegiatan pengabdian kepada masyarakat menggunakan metode dua arah. Metode yang digunakan adalah ceramah dan diskusi serta praktek secara langsung. Hasil pengabdian kepada masyarakat pelatihan pembuatan pupuk cair dari limbah alam di Desa Limpakuwus Banyumas dapat ditarik kesimpulan bahwa; 1) Jama'ah tani dapat merencanakan berdasarkan permasalahan tentang pembuatan pupuk cair dari bahan akar bambu dan limbah cucian air beras di Desa Limpakuwus. 2) Jama'ah tani mampu mengembangkan ilmu pengetahuan melalui kegiatan pengabdian masyarakat. Aplikasi pupuk cair dapat sebagai pengganti pupuk kimia pabrikan yang harganya cukup mahal dan pupuk cair dapat menjaga kesehatan tanah. 3) progres kegiatan peserta sebelum mengikuti kegiatan pelatihan persentase nya masih rendah. Namun setelah mengikuti kegiatan pelatihan keaktifan dari peserta seperti kepedulian peserta dalam penyuluhan sebelum kegiatan 0%, setelah kegiatan 100%, keaktifan peserta sebelum kegiatan 0% dan setelah kegiatan 90%, dan kehadiran peserta sebelum kegiatan 0%, dan setelah kegiatan 95%, serta motivasi peserta ikut kegiatan pengabdian sebelum kegiatan 0% dan sesudah kegiatan 95% dan setelah mengetahui dengan adanya pelatihan pembuatan pupuk organik cair dengan limbah air beras dan akar bambu petani dapat meringankan peserta dalam mengaplikasikan pupuk. Dimana pupuk merupakan makanan bagi tanaman.

Kata kunci: Akar Bambu, Pupuk Cair, Pelatihan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern di bidang pertanian memberikan hasil riset inovatif dan terbarukan yang menyebabkan terjadinya peralihan sistem pertanian tradisional ke sistem pertanian konvensional. Sistem pertanian tradisional memiliki karakteristik salah satunya penggunaan input berupa pupuk anorganik dalam proses budidaya pertanian [1]. Petani menggunakan pupuk anorganik karena harganya yang ekonomis, mudah diperoleh dan praktis, namun dapat menyebabkan efek negatif dan berujung pada munculnya permasalahan baru dalam proses budidaya tanaman dan kesehatan tanah [2].

Permasalahan lingkungan dan kesehatan tanah dan tanaman menjadi penghambat mitra. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk kimia menjadikan tanaman tidak sehat dikarenakan menyerap unsur kimia anorganik dibandingkan tanaman yang dipupuk dengan organik menjadikan tanah kaya akan unsur hara dan keberlanjutan secara ekonomi dan lingkungan. Salah satu contoh aplikasi pada budidaya tanaman yang tidak ramah lingkungan menggunakan pestisida kimia untuk menanggulangi hama dan penyakit tanaman, serta pupuk kimia serta harga tidak ekonomis. Akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia dapat menyebabkan penurunan produktivitas lahan seperti erosi, pemadatan tanah, dan rendahnya bahan organik dalam tanah sehingga hasil tanaman menurun. Salah satu upaya untuk menjaga

hasil tanaman, kesuburan dan kesehatan tanah dapat dilakukan menggunakan bahan dari alam seperti pupuk organik cair.

Pupuk organik cair (*liquid organic fertilizer*) mempunyai beberapa unsur hara yang lebih bervariasi seperti unsur hara makro dan unsur hara mikro [3]. Pupuk cair merupakan pupuk yang mudah diserap tanaman hal ini dikarenakan senyawa di dalamnya sudah tersedia dan terdekomposisi [4], [5]. Pupuk cair ini dapat bekerja lebih cepat dibandingkan pupuk padat karena sifatnya yang terlarut sehingga mudah diaplikasikan pada permukaannya tanah tanaman [6], [7]. Salah satu alternatif bahan baku utama dalam pembuatan pupuk organik cair adalah limbah cucian beras dan mol akar bambu.

Limbah air cucian beras sangat berperan dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Limbah cucian air beras merupakan hasil dari tirisan air beras masih dapat diolah karena berpotensi untuk dijadikan POC atau Pupuk Organik Cair. Pupuk anorganik dianggap tidak sehat jika digunakan secara terus menerus, sehingga untuk mengantisipasi efek samping penggunaan pupuk anorganik maka dapat digunakan POC untuk menambah nutrisi pada tanaman. Pupuk organik cair dari limbah cucian air beras mempunyai hara esensial seperti unsur N, P, K, Ca, Mg, dan unsur S [8]–[10]. Aplikasi pemberian pupuk organik cair limbah cucian beras dapat menambah tinggi, diameter batang, dan hasil tanaman tomat, kangkung, terong, pak choy, selada, jamur merang, adenium, cabai, dan sawi [11], [12].

Pembuatan pupuk organik cair ini di kombinasikan dengan seresah akar bambu yang sudah dipotong-potong sesuai keadaan. Akar bambu mengandung auksin dan bakteri yang berkoloni, dan berkativitas untuk perkembangan tanaman [12], [13]. Beberapa bakteri yang berada disekitar akar bambu berupa *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Enterobacter* [14]. Disamping itu, bakteri ini berperan positif dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan menjaga sifat fisik tanah, mendorong antagonisme bakteri patogen tanaman, dan mendorong pertumbuhan tanaman [15]–[17]. Tujuan kombinasi limbah cucian beras dan seresah tanaman akar bambu menghasilkan pupuk yang bermanfaat bagi Jamaah tani dalam rangka upaya meminimalisir pupuk kimia yang tidak ekonomis, meningkatkan kesehatan tanah dan hasil produksi.

Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melaksanakan kegiatan pendampingan kelompok petani dalam mengolah limbah cucian air beras dan seresah jagung menjadi pupuk organik cair yang memberikan nilai dan manfaat bagi lingkungan. Maka dari itu, pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat perlu didukung oleh semua pihak, mulai dari perguruan tinggi dan diharapkan pada peserta Jama'ah tani Muhammadiyah (JATAM) di Desa Limpakuwus Banyumas.

2. METODE

Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Limpakuwus Kabupaten Banyumas dengan mitra pengabdian yang merupakan anggota Jamaah tani Muhammadiyah di Desa Limpakuwus sebanyak 25 peserta. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat melibatkan pembelajaran dan praktik langsung oleh para peserta. Terdapat beberapa metode yang diterapkan, termasuk penyuluhan dan pelatihan. Metode ini menggunakan materi penyuluhan dan pelatihan terdiri dari beberapa tahap diantaranya:

1. Survei lokasi kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan di Desa Limpakuwus Kabupaten Banyumas dengan jamaah tani muhammadiyah sebagai mitra dan atau peserta kegiatan pengabdian kepada masyarakat
2. Sosialisasi penyuluhan menggunakan teknik berupa ceramah terhadap peserta tentang pengenalan pupuk organik cair dari limbah alami dan manfaatnya dan menggunakan.
3. Kegiatan setelah pemaparan materi dapat dilanjutkan praktek cara pembuatan pupuk organik cair. Dimana Kemudian Tim akan mengadakan monitoring bagaimana cara pembuatan pupuk organik cair dan setelah aplikasi pupuk cair.

Kegiatan ini dimaksudkan kepada Jama'ah tani Muhammadiyah (JATAM) melalui pendidikan, pendampingan dan transfer ilmu pengetahuan dan teknologi. Metode ceramah dan diskusi dilakukan sebagai media alih informasi untuk berinteraksi secara dua arah. Metode ini menjadi alternatif supaya anggota kelompok tani mempunyai pengetahuan mengenai proses budidaya dan teknologi pendukung dalam pembuatan pupuk organik cair. Penerapan program dilanjutkan dengan pelatihan pembuatan pupuk organik cair bertujuan untuk meningkatkan ketrampilan peserta. Kegiatan pengabdian kegiatan masyarakat dalam pendampingan pengolahan limbah cucian beras dan akar bambu menjadi pupuk organik di Jama'ah tani Limpakuwus Banyumas bertujuan untuk mengatasi meminimalisir pupuk anorganik dan menjaga kesuburan tanah. Hasil yang dicapai dalam pengabdian dan pemberdayaan pada peserta pelatihan di Desa Limpakuwus dalam menjaga kesehatan dan kesuburan tanah dengan pupuk organik cair dari akar bambu dan limbah cucian beras.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pendahuluan dan sosialisasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat diawali dengan sambutan oleh ketua pelaksana yang di hadiri oleh peserta dari jamaah tani muhammadiyah sebanyak 25 peserta. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan pemaparan materi tentang manfaat menjaga lingkungan dan manfaat pupuk organik cair dari bahan alami berupa limbah air beras dan akar bambu yang nantinya dapat digunakan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman. Materi yang disampaikan pada pengabdian masyarakat ini mengenai potensi akar bambu dan limbah cucian beras sebagai bahan organik cair yang bermanfaat untuk sifat kimia, biologi dan fisik tanah dan tanaman. Proses pembuatan pupuk cair yang berbahan alami dari akar bambu dan limbah cucian beras dapat diaplikasikan ke tanaman dan tanah.



Gambar 1 Suasana sosialisasi pupuk organik cair

3.2 Pengambilan bahan akar bambu

Kegiatan setelah sosialisasi dan pemaparan materi terkait pupuk organik cair dilanjutkan mengambil bahan pembuatan pupuk organik cair berupa akar bambu. Salah satu prosedur pengambilan akar bambu adalah carilah tanaman bambu yang rumpun tanamannya banyak. Lakukan pembersihan seresah daun bambu hingga cukup bersih.



Gambar 2 a) Rumpun tanaman bambu. b) akar tanaman bambu

Pengambilan sampel akar bambu bagian tanah yang di gali merupakan permukaan atas tanah disekitar kanopi tanaman bambu hingga mendapatkan akar bambu. Kemudian sediakan ember kosong kurang lebih berukuran 20 L. Kemudian masukan akar bambu kemuiian dituangkan air dan EM-4. Perendaman ini dilakukan 1 minggu.

3.3 Limbah cucian air beras

Kegiatan berikutnya setelah pengambilan air limbah cucian beras. Limbah air cucian beras direndam oleh petani selama 2 minggu. Proses perendaman cucian beras dilakukan sudah dimulai sebelum kegiatan pelatihan dimulai. Fermentasi limbah air cucian beras dapat difermentasikan selama 2 minggu. Tanda-tanda hasil fermentasi berhasil adalah air cucian beras beraroma harum apabila beraroma tidak harum maka dipastikan hasilnya gagal. Bakteri dalam cucian air beras dapat menghambat patogen tanaman, menghasilkan fitohormon dan siderofor, melarutkan kalium dan fosfat, dan mengikat nitrogen [18].

3.4 Proses pembuatan pupuk organik cair

Bahan - bahan dalam proses pembuatan pupuk organik cair (POC) menggunakan ember dengan ukuran 20L. Siapkan bahan air leri atau limbah cucian beras yang telah disediakan oleh masing-masing peserta kemudian di tuangkan ke dalam ember. Kemudian akar tanaman bambu yang telah tersedia dimasukan ke dalam ember yang telah dimasukan air limbah cucian beras. Setelah semua tercampur diaduk hingga merata sampai berwarna coklat pekat. Setelah itu di fermentasi dimana ember ditutup rapat dan prosesnya setiap 1 minggu sekali tutup ember tersebut dibuka renggang selama kurang lebih 14 hari. Setelah 14 hari dapat diaplikasikan untuk pemupukan penyemprotan tanaman di kebun milik masing-masing petani.



Gambar 3 c) akar bambu, d) air cucian beras, e) air biasa, f) larutan akar bambu tercampur air cucian beras

Evaluasi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berjudul Pelatihan Pemanfaatan Limbah Alami Menjadi Pupuk Di Desa Limpakuwus Banyumas merupakan rangkaian dalam proses mengevaluasi jalannya kegiatan penagbdian. Kegiatan evaluasi ini memiliki tujuan untuk menilai berjalannya kegiatan sesuai dengan acuan, rencana dan tujuan pengabdian. Adapun hasil deskripsi evaluasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat berikut ini:

Tabel 1 Analisis kuisioner sebelum dan setelah pelaksanaan kegiatan

No.	Kegiatan	Sebelum kegiatan (%)	Setelah kegiatan (%)
1.	Kepeminatan peserta dalam kegiatan penyuluhan	0	100
2.	Keaktifan peserta kegiatan	0	90
3.	Kehadiran peserta dalam pelaksanaan	0	95
4.	Motivasi peserta setelah mengikuti kegiatan	0	95

Terdapat beberapa anggota kelompok tani yang berhalangan hadir dimana peserta yang mengikuti kegiatan hanya 95 % dari total jumlah anggota Jama'ah tani muhammadiyah (JATAM). Tahapan rencana kegiatan pendampingan yang akan dilaksanakan kegiatan sebagai berikut (Tabel 2).

1. Evaluasi pengabdian kepada masyarakat dimulai saat pengumpulan data pelaksanaan kegiatan menggunakan pre-test. Evaluasi kegiatan ini meliputi aspek waktu kegiatan, partisipasi kegiatan, kehadiran peserta, serta kendala dalam pelaksanaan kegiatan.
2. Setelah data kegiatan terakumulasi maka dapat dianalisa capaian dalam kegiatan menggunakan metode pre-test dan post test. Dimana peserta setelah melaksanakan dapat mencapai dan dapat melaksanakan berdasarkan kegiatan Tabel 2.

Tabel 2 Hasil kegiatan pre-test dan post-test kegiatan pengabdian pembuatan pupuk organik cair limbah alami

No	Pertanyaan	Pre-Test		Post-Test	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Apakah Saudara mengetahui berita tentang pupuk alami berupa pupuk organik cair (POC)?	9	16	25	0
2	Apakah saudara mengetahui bahan-bahan yang digunakan untuk membuat pupuk organik cair (POC)?	1	24	25	0
3	Apakah Saudara mengetahui cara membuat pupuk organik cair (POC)?	1	24	25	0
4	Apakah Saudara mengetahui bahwa pupuk organik air aman bagi lingkungan?	9	16	25	0
5	Apakah Saudara tertarik mengaplikasikan pupuk organik cair untuk menjaga kesehatan tanah dan lingkungan?	1	24	25	0

3. Kendala yang sudah teridentifikasi seperti hambatan dan kendala dalam pelaksanaan dapat memberikan pembelajaran untuk kebermanfaatan kedepan supaya lebih baik kembali.
4. Hasil evaluasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat akan menjadi rujukan untuk pemangku kepentingan dan atau pihak yang berwenang.

Melalui pengabdian kepada masyarakat pelatihan pembuatan pupuk organik cair (POC) diharapkan petani dapat mempraktikan dengan cara meneliti menggunakan pupuk organik cair pada tanaman. Selain pupuk POC yang sudah jadi, dapat digunakan sebagai starter atau biang pupuk cair jika ingin membuat POC kembali. Hasil evaluasi pada tahap ini dapat dikategorikan sebagai peserta lebih memahami cara membuat POC dari bahan baku limbah cucian beras dan akar tanaman bambu. Kelompok tani berharap dapat menghasilkan pupuk POC sendiri tanpa harus membeli pupuk anorganik bahwa pupuk POC adalah pupuk organik, dan mendapatkan bahan-bahannya mudah dan murah, sehingga mampu menjadikan POC sebagai bahan yang ramah lingkungan dan sebagai pupuk pengganti kimia bagi anggota Jama'ah tani Muhammadiyah (JATAM) di Limpakuwus Kabupaten Banyumas.

Kendala yang dihadapi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam pembuatan pupuk organik cair dimana para petani awalnya belum mengetahui cara membuat pupuk organik cair dari limbah cucian beras dan akar tanaman bambu. Namun dengan adanya pelatihan petani sudah dapat melaksanakan. Disamping itu, kendala yang dihadapi dilokasi pengabdian jenis tanah nya jauh dari irigasi serta peserta belum mampu menganalisa kandungan unsur hara dalam pupuk organik cair karena faktor ekonomis serta hanya dapat di aplikasikan secara mandiri sehingga belum dapat memasarkan hasil pembuatan pupuk organik cair.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengabdian kepada masyarakat pelatihan pembuatan pupuk cair dari limbah alam di Desa Limpakuwus Banyumas dapat ditarik kesimpulan bahwa; 1) Jama'ah tani Mauhammadiyah (JATAM) dapat merencanakan berdasarkan permasalahan tentang pembuatan pupuk cair dari bahan akar bambu dan limbah cucian air beras di Desa Limpakuwus. 2) Jama'ah tani mampu mengembangkan ilmu pengetahuan melalui kegiatan pengabdian masyarakat. Aplikasi pupuk cair dapat sebagai pengganti pupuk kimia pabrikan yang harganya cukup mahal dan pupuk cair dapat menjaga kesehatan tanah, 3) progres kegiatan peserta sebelum mengikuti kegiatan pelatihan persentase nya masih rendah. Namun setelah mengikuti kegiatan pelatihan keaktifan dari peserta seperti kepeminatan peserta dalam penyuluhan sebelum kegiatan 0%, setelah kegiatan 100%, keaktifan peserta sebelum kegiatan 0% dan setelah kegiatan 90%, dan kehadiran peserta sebelum kegiatan 0%, dan setelah kegiatan 95%, serta motivasi peserta ikut kegiatan pengabdian sebelum kegiatan 0% dan sesudah kegiatan 95% dan setelah mengetahui dengan adanya pelatihan pembuatan pupuk organik cair dengan limbah air beras dan akar bambu petani dapat meringankan peserta dalam mengaplikasikan pupuk. Dimana pupuk merupakan makanan bagi tanaman.

5. SARAN

Diharapkan peserta dapat terus menerapkan dan mengaplikasikan limbah alam berkearifan lokal dan dapat memodifikasi pupuk cair menjadi produk yang ekonomis untuk petani dan produksi tanaman. Untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat tahap selanjutnya dapat meneruskan program dengan penambahan bahan agensia hayati sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan nantinya dapat uji laboratorium supaya dapat di aplikasikan oleh masyarakat dan dapat menjadi produk ramah lingkungan, meningkatkan hasil tanaman dan dapat menghasilkan nilai ekonomis bagi peserta dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. M. A. Rahman and D. Zhang, "Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability," *Sustain.*, vol. 10, no. 3, 2018, doi: 10.3390/su10030759.
- [2] N. Nurjakiah *et al.*, "Pengolahan Kulit Buah Kopi Menjadi Pupuk Organik Alternatif Ketergantungan Pupuk Anorganik di Desa Aek Sabaon," *J. Pengabd. Masy. Progresif Humanis Brainstorming*, vol. 5, no. 1, pp. 112–117, 2022, doi: 10.30591/japhb.v5i1.2854.
- [3] T. Phibunwatthanawong and N. Riddech, "Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition," *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, vol. 8, no. 4, pp. 369–380, 2019, doi: 10.1007/s40093-019-0257-7.
- [4] R. Ji, G. Dong, W. Shi, and J. Min, "Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum," *Sustain.*, vol. 9, no. 5, pp. 1–16, 2017, doi: 10.3390/su9050841.

- [5] H. Shaji, V. Chandran, and L. Mathew, "Chapter 13 - Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients," in *Academic Press*, F. B. Lewu, T. Volova, S. Thomas, and R. B. T.-C. R. F. for S. A. K.R., Eds. Academic Press, 2021, pp. 231–245.
- [6] J. J. Weeks and G. M. Hettiarachchi, "A Review of the Latest in Phosphorus Fertilizer Technology: Possibilities and Pragmatism," *J. Environ. Qual.*, vol. 48, no. 5, pp. 1300–1313, 2019, doi: 10.2134/jeq2019.02.0067.
- [7] J. Chen *et al.*, "Environmentally friendly fertilizers: A review of materials used and their effects on the environment," *Sci. Total Environ.*, vol. 613–614, pp. 829–839, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.186>.
- [8] C. G. M. Wulandari, S. Muhartini, and S. Trisnowati, "Pengaruh Air Cucian Beras Merah Dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.)," *Vegetalika*, vol. 1, no. 2, pp. 24–35, 2013, [Online]. Available: <https://jurnal.ugm.ac.id/jbp/article/viewFile/1516/1313>.
- [9] Q. He, C. Feng, T. Peng, N. Chen, Q. Hu, and C. Hao, "Denitrification of synthetic nitrate-contaminated groundwater combined with rice washing drainage treatment," *Ecol. Eng.*, vol. 95, pp. 152–159, 2016, doi: 10.1016/j.ecoleng.2016.06.043.
- [10] H. Hapsoh, I. R. Dini, D. Salbiah, and D. Kusmiati, "Growth and Pepper Yields (*Capsicum annuum* L.) by Giving a Formulation of Biological Fertilizer of Cellulolytic Bacteria Based on Organic Liquid Waste," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1351, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1351/1/012097.
- [11] F. Sairi, N. Ismail, and N. Ibrahim, "The effect of FRAW towards the growth of chilli seedlings and its associated microorganisms," *Malays. J. Microbiol.*, vol. 14, no. Specialissue6, pp. 606–610, 2018, doi: 10.21161/mjm.1461822.
- [12] R. Yulianingsih, "Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Terung Ungu (*Solanum Melongena* L.)," *Piper*, vol. 13, no. 24, pp. 61–68, 2017, doi: 10.51826/piper.v13i24.68.
- [13] Y. Zhang, S. Wan, F. Shi, X. Fang, and C. Huang, "Identification and Characterization of a Phosphate-Solubilizing Bacterium and Its Growth-Promoting Effect on Moso Bamboo Seedlings," *Forests*, vol. 15, no. 2, 2024, doi: 10.3390/f15020364.
- [14] P. Fuke, M. M. T. M. Kumar, A. D. Sawarkar, A. Pandey, and L. Singh, "Role of microbial diversity to influence the growth and environmental remediation capacity of bamboo: A review," *Ind. Crops Prod.*, vol. 167, p. 113567, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113567>.
- [15] Y. Wang *et al.*, "Isolation of potassium solubilizing bacteria in soil and preparation of liquid bacteria fertilizer from food wastewater," *Biochem. Eng. J.*, vol. 181, p. 108378, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2022.108378>.
- [16] Y. Wang *et al.*, "Preparation of liquid bacteria fertilizer with phosphate-solubilizing bacteria cultured by food wastewater and the promotion on the soil fertility and plants biomass," *J. Clean. Prod.*, vol. 370, p. 133328, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133328>.
- [17] X. chao Shang, M. Zhang, Y. Zhang, Y. Li, X. Hou, and L. Yang, "Combinations of waste seaweed liquid fertilizer and biochar on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling growth in an acid-affected soil of Jiaodong Peninsula, China," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 260, no. March, p. 115075, 2023, doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.115075.