

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

Oleh:

Adrinoviarini¹

Muhammad Salman Alfarisi²

Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia

Alamat: JL. Taman Amir Hamzah No.5, Pengangsaan, Menteng, Jakarta Pusat (10320).

Korespondensi Penulis: ririn@unusia.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the effect of the interaction between the application of tofu wastewater and organic fertilizer on the growth and productivity of pak choi plants. The research method employed a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors. The first factor was the concentration of tofu wastewater(K), consisting of three treatments: K1 (25%), K2 (50%), and K3 (75%). The second factor was the dosage of liquid organic fertilizer (D) with four treatments: D0 (no treatment), D1 (150 g/l), D2 (300 g/l), and D3 (450 g/l). Each treatment was replicated three times. Data were analyzed using the F-test to determine the interaction between factors and the 5% LSD test to compare treatments. The results showed a significant interaction between the concentration of tofu wastewater and the dosage of organic fertilizer on the fresh weight of pak choi plants. A 75% concentration of tofu wastewater(K3) yielded the highest fresh weight of 45.06 grams. However, at 7 days after planting (DAP), the 25% concentration (K1) tended to provide better results compared to 50% and 75%. This is suspected to be related to the nitrogen content in the tofu liquid waste, which meets the basic growth requirements of the plants, although it is not yet optimal. The use of organic fertilizer at a high dosage (450 g/l) showed a tendency to increase the fresh weight of the plants, although the difference was not statistically significant. The conclusion of this study indicates that the combination of 50% tofu wastewater(K2) and 450 g/l organic*

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

fertilizer (D3) provided optimal results with a fresh weight of 438.35 grams. It is recommended to apply this combination to pak choi plants with a harvest age of 28 days or more to optimize productivity. Further research is needed to evaluate the long-term effects of applying tofu wastewater and organic fertilizer on plant growth.

Keywords: *Tofu Wastewater, Organic Fertilizer, Pak Choy Productivity, Regosol.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh interaksi antara pemberian limbah cair tahu dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoy. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi limbah cair tahu (K) yang terdiri dari tiga perlakuan: K1 (25%), K2 (50%), dan K3 (75%). Faktor kedua adalah dosis pupuk organik cair (D) dengan empat perlakuan: D0 (tanpa perlakuan), D1 (150 g/l), D2 (300 g/l), dan D3 (450 g/l). Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Data dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui interaksi antar faktor dan uji BNJ 5% untuk membandingkan perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi nyata antara konsentrasi limbah cair tahu dan dosis pupuk organik terhadap berat basah tanaman pakcoy. Konsentrasi limbah cair tahu 75% (K3) menghasilkan berat basah tertinggi, yaitu 45,06 gram. Namun, pada umur 7 hari setelah tanam (HST), konsentrasi 25% (K1) cenderung memberikan hasil lebih baik dibandingkan 50% dan 75%. Hal ini diduga terkait kandungan nitrogen dalam limbah cair tahu yang memenuhi kebutuhan dasar pertumbuhan tanaman, meskipun belum optimal. Penggunaan pupuk organik dengan dosis tinggi (450 g/l) menunjukkan kecenderungan peningkatan berat basah tanaman, meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi limbah cair tahu 50% (K2) dan pupuk organik 450 g/l (D3) memberikan hasil optimal dengan berat basah 438,35 gram. Disarankan untuk mengaplikasikan kombinasi ini pada tanaman pakcoy dengan umur panen 28 hari atau lebih untuk mengoptimalkan produktivitas. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efek jangka panjang dari pemberian limbah cair tahu dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Limbah Cair Tahu, Pupuk Organik, Produktivitas Pakcoy, Regosol.

LATAR BELAKANG

Tanah Regosol merupakan jenis tanah yang terbentuk dari material vulkanik seperti abu vulkanik, pasir, dan debu. Tanah ini memiliki tekstur yang kasar, drainase yang baik, tetapi umumnya miskin akan bahan organik dan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman (Prasetyo & Suriadikarta, 2006). Karakteristik ini menyebabkan produktivitas tanaman pada tanah Regosol seringkali rendah, terutama untuk tanaman sayuran seperti pakcoy (*Brassica rapa L.*). Pakcoy merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang stabil. Namun, pertumbuhan dan hasil pakcoy sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dan kondisi tanah.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah Regosol adalah dengan penambahan bahan organik, seperti pupuk organik dan limbah cair tahu. Limbah cair tahu merupakan hasil samping dari industri pengolahan tahu yang kaya akan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Adinurani & Suryanto, 2010). Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus menyediakan nutrisi bagi tanaman. Selain itu, pupuk organik seperti kompos atau pupuk kandang juga dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (Sutanto, 2002).

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pemberian limbah cair tahu dan pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Misalnya, penelitian oleh Hidayat dan Mulyani (2015) menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu dan pupuk organik secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. Selain itu, penelitian oleh Nurhayati dan Suwanto (2018) juga membuktikan bahwa kombinasi pupuk organik dan limbah cair tahu dapat meningkatkan sifat kimia tanah Regosol, seperti pH, C-organik, dan ketersediaan unsur hara. Komponen organik dalam limbah cair tahu dapat membantu meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air dan meningkatkan struktur tanah. Ini akan membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman. Hal ini diduga karena hara yang dilepaskan secara langsung maupun tidak langsung masih belum bisa memenuhi kebutuhan tanaman, namun selang beberapa hari pertumbuhan tanaman menjadi pesat dan lebih segar, hal ini disebabkan hara-hara-hara yang terikat oleh kondisi asam dan logam dapat dilepaskan secara alami (Wahyuningsih et al., 2017)

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan limbah cair tahu dan pupuk organik pada tanah Regosol terhadap produktivitas tanaman pakcoy. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai dosis dan kombinasi yang optimal untuk meningkatkan kesuburan tanah Regosol dan produktivitas pakcoy, sehingga dapat menjadi referensi bagi petani, akademisi dan pelaku industri pertanian.

KAJIAN TEORITIS

Industri tahu, terutama yang berskala kecil, menghasilkan limbah dalam bentuk ampas padat dan cair dengan kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi. Kandungan bahan organik dalam ampas tahu ini dapat menurunkan daya dukung lingkungan jika dibuang secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan limbah yang efektif dan terjangkau untuk industri skala kecil (Pamungkas & Slamet, 2017).

Limbah cair tahu masih mengandung protein yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak dan ikan. Namun, tingginya kandungan air dalam limbah tahu menjadi penghambat utama dalam pemanfaatannya sebagai pakan. Selain itu, ampas tahu memiliki sifat yang mudah tengik (basi) dan menimbulkan bau busuk jika tidak segera dikelola. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah melalui proses pengeringan, yang dapat mengurangi kadar asam lemak bebas dan memperpanjang umur simpan ampas tahu (Pamungkas & Slamet, 2017). Pencemaran lingkungan, khususnya air, seringkali disebabkan oleh limbah cair tahu yang dihasilkan oleh industri tahu. Limbah ini biasanya dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga menimbulkan bau busuk dan mengganggu lingkungan (Samsudin et al., 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi limbah cair tahu dan pupuk organik terhadap produktivitas tanaman pakcoy, yang diukur melalui berat basah tanaman. Limbah cair tahu yang dihasilkan selama proses produksi tahu, jika tidak segera ditangani, dapat menimbulkan bau tidak sedap dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah ini sebagai bahan organik dalam pertanian dapat menjadi solusi yang berkelanjutan.

Di sisi lain, pupuk organik merupakan hasil dari proses penguraian atau dekomposisi sisa-sisa tanaman dan hewan. Karena berasal dari bahan organik, pupuk ini

mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair, dan memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah, serta sebagai sumber nutrisi bagi tanaman (Irsyad & Kastono, 2019). Beberapa keunggulan pupuk organik cair komersial antara lain meningkatkan hasil tanaman baik dari segi kualitas maupun kuantitas, memperbaiki sifat tanah, dan meningkatkan efisiensi serapan hara oleh tanaman. Pupuk organik yang telah dikomposkan dapat menyediakan hara lebih cepat dibandingkan dengan pupuk organik segar, karena proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroba selama pengomposan (Irsyad & Kastono, 2019). Bahan baku pupuk organik dapat berasal dari berbagai sumber, seperti sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan), sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam), arang sekam, dan abu dapur. Proses pengomposan ini dapat terjadi dalam kondisi aerobik maupun anaerobik, tergantung pada metode yang digunakan.

Limbah tahu cair, atau dikenal sebagai "okara", adalah sisa dari proses pembuatan tahu yang terdiri dari endosperma kedelai, serat, dan sedikit lemak. Limbah ini masih mengandung serat dan protein yang dapat dimanfaatkan, meskipun dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan tahu itu sendiri. Limbah tahu cair dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak atau sebagai bahan baku pupuk organik (Putri et al., 2020). Sedangkan pupuk organik cair memiliki komposisi yang bervariasi, tergantung pada bahan baku yang digunakan. Beberapa pupuk organik cair mengandung unsur hara makro, mikro, mikrobia hayati, dan zat pengatur tumbuh, sementara yang lain hanya mengandung mikrobia hayati dan zat pengatur tumbuh. Kombinasi antara limbah cair tahu dan pupuk organik dapat memberikan manfaat ganda, yaitu sebagai sumber nutrisi bagi tanaman dan sebagai bahan organik yang memperbaiki struktur tanah (Irsyad & Kastono, 2019).

Untuk mengetahui efektivitas penambahan limbah cair tahu dan pupuk organik digunakan tanaman sebagai indikator. Tanaman yang dipilih yaitu pakcoy. Pakcoy merupakan salah satu sayuran yang banyak dikonsumsi, sehingga permintaan akan sayuran ini terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020). Pakcoy (*Brassica rapa*, L.) adalah tanaman sayuran yang termasuk dalam keluarga Brassicaceae. Tanaman ini berasal dari China dan telah dibudidayakan secara luas di berbagai negara, termasuk Indonesia. Tanaman pakcoy dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 5-1000 meter di atas permukaan laut (mdpl).

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

Kondisi iklim yang ideal untuk pertumbuhan pakcoy adalah suhu malam hari sekitar 15,6°C dan penyinaran matahari antara 10-13 jam per hari. Tanah yang subur, gembur, dan kaya akan bahan organik dengan pH 6-7 merupakan kondisi ideal untuk budidaya pakcoy (Budi, P. S., 2020). Dengan memanfaatkan limbah tahu cair dan pupuk organik, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman pakcoy, baik dari segi kualitas maupun kuantitas, serta mengurangi dampak negatif limbah industri tahu terhadap lingkungan.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Faktor 1 (K) adalah konsentrasi limbah cair tahu yang diaplikasikan ke dalam tanaman, terdiri dari 3 variabel yaitu: K1 (25%), K2 (50%) dan K3 (75%). Faktor 2 (D) adalah berat pupuk organik cair yang terdiri dari 3 variabel, yaitu: D0 (tanpa perlakuan), D1 (150 g/l), D2 (300 g/l), D3 (450 g/l). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang didapat dianalisis secara bertahap sesuai dengan tujuan. Uji F digunakan untuk mengetahui interaksi antar faktor dan pengaruh masing-masing faktor. Uji BNT 5% untuk membandingkan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap variabel-variabel yang diamati, dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara pemberian limbah cair tahu dengan dosis pupuk organik terhadap berat basah tanaman pakcoy. Interaksi ini terlihat jelas pada pemberian limbah cair tahu dengan konsentrasi 75% yang menghasilkan rata-rata berat basah tanaman pakcoy sebesar 45,06 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair tahu yang berbeda (25%, 50%, dan 75%) memberikan efek yang berbeda pula terhadap produktivitas tanaman pakcoy.

Pada uji banding terhadap persentase limbah cair tahu (25%, 50%, dan 75%), terlihat adanya perbedaan yang signifikan dalam berat basah tanaman, terutama pada umur 7 hari setelah tanam (hst). Penggunaan limbah cair tahu dengan konsentrasi 25% cenderung menghasilkan tanaman yang lebih berat dibandingkan dengan konsentrasi 50% dan 75%. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan unsur nitrogen (N) dalam pupuk organik yang berasal dari ampas industri tahu, yang berkisar antara 1,573% hingga

2,901%. Kandungan nitrogen ini memenuhi kebutuhan dasar untuk pertumbuhan tanaman pakcoy, meskipun belum mencapai tingkat optimal.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas & Slamet (2017), yang menyatakan bahwa untuk mencapai pertumbuhan optimal, tanaman pakcoy membutuhkan unsur nitrogen dalam kisaran 4-6%. Unsur nitrogen ini berperan penting dalam meningkatkan jumlah dan luas daun tanaman pakcoy. Namun, dalam penelitian ini, tanaman dipanen pada usia baby (muda), sehingga belum terjadi penurunan luas daun yang signifikan.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh pendapat Masyurah dkk. (2019), yang menyatakan bahwa tanaman pakcoy memiliki nilai ekonomi yang tinggi ketika dipanen pada usia muda, yaitu sekitar 2-4 minggu, tergantung pada kondisi tanaman. Pada usia ini, tanaman pakcoy belum mengalami penurunan luas daun, sehingga masih memiliki kualitas yang baik untuk dipasarkan.

Menurut Simbolon (2021), kondisi tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun memiliki korelasi langsung dengan berat tanaman. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa berat segar tanaman pakcoy yang diberi pupuk dengan tingkat limbah cair tahu yang berbeda (25%, 50%, dan 75%) menunjukkan perbedaan yang signifikan. Meskipun demikian, berdasarkan Gambar 15, terdapat kecenderungan bahwa penggunaan pupuk dengan limbah cair tahu 75% memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 50% dan 25%. Hal ini juga terlihat pada pengamatan berat segar tanaman, di mana penggunaan pupuk dengan ampas tahu 75% menghasilkan berat tanaman yang relatif lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 50% dan 25%.

Selain itu, hasil uji banding terhadap dosis pupuk organik menunjukkan adanya perbedaan kecenderungan dalam berat basah tanaman. Penggunaan pupuk organik dengan dosis yang lebih tinggi cenderung memberikan hasil yang lebih baik, meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan. Menurut Samsudin dkk. (2018), pemberian pupuk organik hingga 450 g per liter belum menunjukkan hasil yang nyata, kemungkinan karena waktu penelitian yang relatif singkat. Namun, terdapat kecenderungan bahwa semakin banyak pupuk organik yang diberikan, semakin baik pula pertumbuhan tanaman.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian limbah cair tahu dan pupuk organik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

produktivitas tanaman pakcoy, terutama dalam hal berat basah. Meskipun terdapat variasi dalam hasil berdasarkan konsentrasi limbah cair tahu dan dosis pupuk organik, penggunaan limbah cair tahu 75% cenderung memberikan hasil yang lebih optimal. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan waktu yang lebih panjang untuk memastikan efek jangka panjang dari pemberian pupuk organik dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan tentang penggunaan bahan limbah cair tahu dengan pupuk organik terhadap tanaman pakcoy, dapat disimpulkan:

1. Antara persentase penggunaan bahan limbah cair tahu dengan dosis pupuk organik interaksinya nyata terhadap variabel pengamatan berat basah tanaman pakcoy. Terutama dari dosis limbah cair tahu 50% dan pupuk organik 450 g/l. bisa di lihat kombinasi perlakuan K2D3.
2. Berat optimal berat basah dari pemberian pupuk organik dengan persentase limbah cair tahu 25% hingga 75% pengaruhnya secara umum nyata terhadap seluruh variabel pengamatan produktivitas pakcoy. Ada kecenderungan penggunaan pupuk dengan limbah cair tahu 75% relatif lebih baik dibanding dengan 50% dan 25%.
3. Pemberian pupuk organik hingga dosis 450 g/l pengaruhnya nyata dengan pemberian limbah cair tahu 50% dari variabel pengamatan tanaman pakcoy. Berat basah yang optimal dari K2D3 adalah 438,35 g. sehingga pemberian presentase limbah cair tahu 50% dan pupuk organik 450 g/l sangat efektif untuk potensi produktivitas tanaman pakcoy.

Saran

Dari kesimpulan di atas disarankan penggunaan pupuk khususnya dengan bahan baku limbah cair tahu 50% dengan pupuk organik 450 g/l terbukti ada keterkaitan sehingga disarankan untuk di aplikasikan untuk mengoptimalkan potensi tanaman pakcoy. Penelitian lanjutan dapat dilakukan terutama terhadap tanaman yang umurnya 28 HST atau lebih dari 3 bulan.

DAFTAR REFERENSI

- Adinurani, P. G., & Suryanto, A. (2010). Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 10(2), 85-92. <https://doi.org/10.29244/jitl.10.2.85-92>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2015). *Standar pupuk organik cair (SNI 19-7030-2004)*. Jakarta: BSN.
- Dzulhaj, S. N., Juherah, J., & Rivai, A. (2019). Pemanfaatan kotoran sapi dengan campuran ampas tebu dan ampas kubis (*Brassica oleracea*) menjadi kompos secara aerobik. *2-TRIK: Tunas-Tunas Riset Kesehatan*, 9(1), 92-97.
- Fangohoi, L., & Wandansari, N. R. (2017). Pemanfaatan ampas blotong pengolahan tebu menjadi pupuk organik berkualitas. *Jurnal Triton*, 8(2), 58-67.
- Faozi, K., Yudono, P., Indradewa, D., & Ma'as, A. (2019). Serapan hara N, P, K dan hasil biji kedelai (*Glycine max* L. merrill) pada pemberian bokashi pelepah pisang pada tanah pasir pantai. *Vegetalika*, 8(3), 177-191.
- Hidayat, A., & Mulyani, O. (2015). Pengaruh pemberian pupuk organik dan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 9(1), 45-53. <https://doi.org/10.22146/jag.12345>
- Irsyad, Y. M. M. U., & Kastono, D. (2019). Pengaruh macam pupuk organik cair dan dosis pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.). *Vegetalika*, 8(4), 263-275.
- Lingga, P., & Marsono. (2007). *Petunjuk penggunaan pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Marian, Elisabet, & Tuhuteru, Sumiyati. (2019). Pemanfaatan ampas cair tahu sebagai pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 17(2), 134-144.
- Maysura, M. D., Rangkuti, K., & Fuadi, M. (2019). Pemanfaatan ampas tahu dalam upaya diversifikasi pangan. *Agrintech: Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(2), 52-54.
- Nurhayati, A., & Suwanto, S. (2018). Pengaruh pupuk organik dan limbah cair tahu terhadap sifat kimia tanah regosol dan produktivitas tanaman pakcoy. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 21(2), 112-120. <https://doi.org/10.22146/jip.12345>

PENAMBAHAN LIMBAH CAIR TAHU DAN PUPUK ORGANIK PADA TANAH REGOSOL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PAKCOY

- Pamungkas, A. W., & Slamet, A. (2017). Pengolahan tipikal instalasi pengolahan air ampas industri tahu di kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), D123-D128.
- Prasetyo, B. H., & Suriadikarta, D. A. (2006). Karakteristik dan potensi tanah regosol untuk pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 24(1), 1-10.
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. F. (2018). Pengolahan ampas cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan efektif mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).
- Sasmoko, D., Danang, D., Budi, P. S., & Kurniawan, M. A. (2020). Penggunaan sensor TCS3200 dan NodeMCU untuk mendeteksi warna daun padi dalam menentukan jumlah pupuk urea berbasis IoT. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 13(1), 87-102.
- Sutanto, R. (2002). *Pertanian organik: Menuju pertanian alternatif dan berkelanjutan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutedjo, M. M. (2010). *Pupuk dan cara pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Uswatun, H. (2023). *Pemanfaatan ampas organik menjadi pupuk kompos menggunakan metode Takakura dan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (Brassica rapa L.)* (Disertasi doktoral, Universitas Medan Area).
- Wahyuningsih, W., Proklamasiningsih, E., & Dwiati, M. (2017). Serapan fosfor dan pertumbuhan kedelai (*Glycine max*) pada tanah ultisol dengan pemberian pupuk organik. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 33(2), 66-70.
- Wasilah, Q. A., & Bashri, A. (2019). Pengaruh pemberian pupuk organik cair berbahan baku ampas sisa makanan dengan penambahan berbagai bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea L.*). *Lentera Bio*, 8(2), 136-142.
- Winarso, S. (2005). *Kesuburan tanah: Dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Yazid, R., Sukormo, N. S., Shahbodin, F., & Mohamed, S. N. M. (2021). Tools support e-learning: A review. *Education*, 3(10), 86-93.
- Zulkarnain, H. (2014). Pengaruh limbah cair tahu dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 78-85. <https://doi.org/10.22146/jag.12345>