

***Azolla microphylla* sebagai Alternatif Sumber Pupuk Organik dalam Budidaya Padi di Lahan Pasir Pantai**

Aktavia Herawati*, Mujiyo, Slamet Minardi, Ganjar Herdiansyah, Widayatmani Sih Dewi, Nuraini Dwi Agustina Putri

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding Author : aktavia_h@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Tanaman padi (*Oryza sativa* L) merupakan komoditas yang mempunyai nilai ekonomis tinggi di Desa Srigading, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul. Azolla merupakan tanaman paku air yang berpotensi tinggi sebagai sumber pupuk organik. Pemanfaatan azolla sebagai sumber pupuk organik belum banyak diketahui. Mitra yang dilibatkan dalam kegiatan ini adalah anggota Majelis Taklim Nailul Hidayah yang merupakan organisasi tidak produktif secara ekonomi/sosial tetapi mempunyai mata pencaharian utama sebagai petani khususnya padi. Sistem budidaya padi yang dilakukan oleh mitra selama ini masih menggunakan sistem konvensional dengan menggunakan pupuk kimia. Azolla sebagai sumber pupuk organik dapat dimanfaatkan sebagai pengganti atau pengurang pupuk kimia sehingga ketergantungan terhadap pupuk kimia berkurang. Kegiatan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mitra dalam memanfaatkan azolla untuk bahan pupuk organik melalui budidaya azolla yang mudah dilakukan. Metode yang dilakukan meliputi penyuluhan tentang pengenalan dan pengembangan azolla serta pendampingan teknik memperbanyak azolla. Tahapan kegiatan yang dilakukan meliputi survei lokasi, praktik langsung budidaya azolla, dan aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasir. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa mitra telah mengetahui cara budidaya azolla, cara aplikasi azolla dan manfaat azolla terhadap pertumbuhan padi. *Azolla microphylla* dibudidayakan pada kolam yang dilapisi terpal dengan ukuran 2 m x 3 m x 0.5 m dengan bibit sebanyak 0.5 kg azolla segar. Azolla dipanen 2 minggu setelah sebar benih dengan produksi satu kolam memperoleh 37,5 kg azolla basah, meningkat 75 kali atau produktivitasnya mencapai 12,5 kg/m³.

Kata kunci: konvensional, paku air, pupuk kimia, tanah pasir

Azolla microphylla as an Alternative Source of Organic Fertilizer in Rice Cultivation on Sandy Soil Field

ABSTRACT

Rice (Oryza sativa L.) is a commodity that has high economic value in Srigading Village, Sanden District, Bantul Regency. Azolla is a water fern that has high potential as a source of organic fertilizer. The use of azolla as a source of organic fertilizer is not widely known. The partner involved in this activity is Majelis Taklim Nailul Hidayah, which is not economically/socially productive, but its main livelihood is farming, especially rice. The rice cultivation system carried out by partners so far is still based on the conventional system, which utilizes chemical fertilizers. Azolla can serve as a source of organic fertilizers, acting as a substitute for or reducing the need for chemical fertilizers, thereby reducing dependence on them. The activity aims to increase partners' understanding of utilizing azolla for organic fertilizers through azolla cultivation, which is a straightforward process. The method planned for this activity involves explaining the introduction and development of azolla, as well as practicing the technique of multiplying azolla. The stages of the activity included site surveys, hands-on azolla cultivation, and the application of azolla to rice plants in sandy soil. The results showed that the partners already knew how to cultivate azolla, how to apply azolla, and the

benefits of azolla on rice growth. *Azolla microphylla* was cultivated in ponds lined with tarpaulins measuring 2 m x 3 m x 0.5 m, using 0.5 kg of fresh azolla seedlings. Azolla was harvested 2 weeks after sowing, with one pond producing 37.5 kg of wet azolla, representing a 75-fold increase and a productivity of 12.5 kg/m³.

Keywords: chemical fertilizer, conventional, sandy soil, water fern

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L) merupakan salah satu jenis komoditas makanan pokok utama di Indonesia. Budidaya padi hampir dilakukan di seluruh wilayah Indonesia namun metode budidaya padi tersebut masih menggunakan sistem konvensional dimana petani masih mengandalkan penggunaan pupuk kimia. Penggunaan pupuk kimia yang terus-menerus dan berlebihan menyebabkan kesuburan tanah menurun, sehingga perlu adanya penambahan pupuk organik dalam mendukung budidaya padi yang ramah lingkungan dan juga kesuburan tanahnya terjaga. Pertanian yang berbasis organik akan memberikan berbagai dampak positif terhadap kesuburan tanah dan hasil padi. Perlunya upaya penyadaran bagi para petani bahwa mereka mampu membuat pupuk organik yang ramah lingkungan dengan cara yang mudah, murah dan sederhana, sehingga petani secara perlahan dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.

Dalam upaya mendukung pertumbuhan dan hasil padi yang optimal maka tidak terlepas dari lahan yang digunakan. Ketersediaan lahan produktif semakin berkurang, oleh karena itu perlu upaya ekstensifikasi melalui pemanfaatan lahan marginal yaitu lahan pasir pantai. Menurut [Yuwono \(2009\)](#) bahwa pulau Jawa memiliki pantai seluas 81.000 km² yang potensial untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian. Lahan marginal tersebut perlu dikelola dengan baik karena lahan pasir pantai termasuk kelas tidak sesuai untuk budidaya komoditas tanaman ([Sudiharjo, 2000](#)). Lahan pasir pantai merupakan lahan marginal yang didominasi oleh fraksi pasir (>95%). Karakteristik lahan pasir pantai antara lain memiliki tingkat kesuburan yang rendah yaitu memiliki porositas dan pelindian hara yang tinggi serta kandungan nitrogen yang rendah ([Herawati, et. al., 2021](#)). Pemanfaatan lahan marginal pasir pantai dapat dioptimalkan melalui pengelolaan yang tepat. Beberapa upaya yang dapat dilakukan yaitu pemberian bahan pembenah tanah untuk meningkatkan unsur hara makro tersedia ([Herawati, et. al., 2021](#)), penggunaan wind breaker, penyiraman teratur,

pemberian pupuk organik ([Syukur et al., 2010](#)). Pemberian bahan organik memiliki peran yang besar untuk memperbaiki sifat fisik tanah terutama di lahan pasir. Untuk meningkatkan kandungan bahan organik, dapat diaplikasikan azolla ke dalam tanah ([Syamsiyah, et. al., 2018](#)).

Pemanfaatan azolla sebagai bahan organik tanah belum banyak dikenal oleh masyarakat pada umumnya dan pemanfaatannya belum optimal. Menurut [Widyartini, Hidayah, & Insan, \(2020\)](#), disamping dapat menambat nitrogen diudara, azolla memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat yang cepat dalam proses berkembang biak. azolla biasanya ditemukan di sawah, sungai, danau atau kolam. Azolla merupakan tumbuhan paku air yang bersimbiosis dengan bakteri *Anabaena*. *Anabaena azollae* termasuk jenis *blue-green algae* yang hidup menumpang tinggal dalam rongga diantara klorofil daun. Bakteri ini memiliki peran dalam menambat nitrogen bebas dari udara dengan menggunakan energi matahari sehingga dapat tersedia bagi tanaman padi ([Jumadi et al., 2014](#)). Selain itu, juga mampu untuk meningkatkan penyerapan beberapa unsur nutrisi seperti Ca, Mg, dan K ([Bhuvaneshwari & Kumar, 2013](#)). Aplikasi azolla 2,2 ton/ha dan penambahan pupuk organik pada budidaya padi sawah mampu menghasilkan pertumbuhan padi yang lebih tinggi ([Soedharmo et al., 2016](#)). Azolla memiliki beberapa potensi yaitu memiliki pertumbuhan yang cepat selama 3,7-6 hari dan produksi biomassa *Azolla microphylla* sangat tinggi yaitu per m² bobotnya mencapai 1-2 kg, hal ini tergantung tingkat kesuburan kolam ([Widyartini et al., 2020](#)).

Keuntungan penggunaan tanaman azolla adalah murah, mudah ditanam dan mudah diperbanyak. Menurut [Sambodo, Sudadi, & Sumarno, \(2014\)](#), beberapa keuntungan penggunaan azolla pada padi sawah, antara lain mengurangi penggunaan pupuk kimia khususnya pupuk N, meningkatkan pendapatan petani karena lebih efisien dalam biaya pengelolaan budidaya padi sawah, meningkatkan kualitas mutu gabah dan dalam jangka panjang akan menguntungkan kondisi tanah menuju sistem pertanian yang

berkelanjutan. [Subedi & Shrestha, \(2015\)](#) mengungkapkan, bahwa pemberian azolla tidak hanya meningkatkan produktivitas padi namun juga dapat meningkatkan kesuburan tanah jangka panjang. Pemberian azolla mampu meningkatkan sifat-sifat fisik dan kimia tanah, meningkatkan populasi mikroba tanah, nitrogen tanah, bahan organik dan kation lainnya (Mg, Ca, dan Na) yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah. Penambahan pupuk organik *Azolla pinnata* sebagai salah satu upaya untuk mengatasi penggunaan pupuk N anorganik yang tidak terkendali sebagai sumber penyebab menurunnya perombakan bahan organik pada tanah. Penerapan teknologi pupuk organik Azolla pada padi sawah dapat mengurangi biaya produksi untuk pengolahan tanah dan penggunaan pupuk. Selain itu, juga dapat meningkatkan produksi tanaman padi di lahan sawah dan mengurangi ketergantungan pupuk anorganik serta dapat menjaga kondisi tanah ([Razavipour et al., 2018](#)) dan Azolla juga dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak ([Widianingrum et al., 2021](#)).

Majelis Taklim Nailul Hidayah (MTNH) adalah mitra yang disasar dalam kegiatan program kemitraan masyarakat. MTNH merupakan mitra yang tidak produktif secara ekonomi, yang merupakan organisasi keagamaan non profit yang bernaung di bawah Yayasan PAI Ibnu Sina yang berada di Dusun Sogesanden RT 76 Desa Srigading, Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Majelis Taklim Nailul Hidayah telah berdiri sejak tahun 2006, tetapi baru mendapatkan izin dari Kementerian Agama tahun 2011 bersamaan dengan dibentuknya Yayasan PAI Ibnu Sina. MTNH beranggotakan para ibu yang mayoritas berprofesi sebagai petani dengan jumlah sekitar 60 orang. Selama ini, kegiatan yang dilakukan oleh Majelis Taklim berupa kegiatan keagamaan dan sosial. Padahal mayoritas anggota merupakan para wanita tani dengan komoditas utama padi.

Mitra berlokasi di bagian paling selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yang berjarak kurang lebih 30 km dari titik nol km. Lokasi mitra merupakan daerah pesisir pantai dengan hamparan tanah pasir pantai yang menghampar dari ujung timur (Pantai Parangtritis) sampai ujung barat (Pantai Glagah) yang berbatasan dengan Kabupaten Kulonprogo. Desa Srigading merupakan sentra komoditas padi (*Oryza sativa* L). Berbagai kultivar padi dibudidayakan oleh petani setempat. Selain di

lahan basah/sawah, petani membudidayakan padi di lahan sub-optimal pasir pantai yang membentang di sepanjang pantai selatan dari timur sampai ke barat sepanjang 30 km seluas 6.446 Ha. Sistem budidaya padi yang dilakukan oleh mitra selama ini masih menggunakan sistem konvensional dengan menggunakan pupuk kimia, sehingga ketergantungan mitra terhadap pupuk kimia sangat tinggi. Petani masih mengandalkan pupuk anorganik sebagai pupuk utama untuk meningkatkan produksi padi. Penggunaan pupuk anorganik seperti NPK yang berlebihan dan diaplikasikan secara terus menerus akan dapat menyebabkan degradasi lahan, pencemaran lingkungan, dan dapat menurunkan produksi tanaman serta juga mengurangi aktivitas mikroba dalam tanah. Degradasi lahan mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh subur dan produktivitas lahan semakin menurun. Berdasarkan hal ini maka pemilihan MTNH sebagai mitra dalam kegiatan program kemitraan masyarakat ini sangatlah tepat. Hal ini karena MTNH membutuhkan kegiatan yang dapat meningkatkan pengetahuan bertani melalui penyuluhan tentang potensi pemanfaatan azolla sebagai sumber pupuk organik dan juga meningkatkan kesadaran petani akan bahaya penggunaan pupuk anorganik yang berlebih. Berdasarkan analisis situasi tersebut, maka dapat disimpulkan permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu: 1) Minimnya pengetahuan tentang azolla dan bertani dalam penggunaan pupuk organik, 2) Minimnya informasi mengenai cara budidaya serta penerapannya pada lahan pasiran, sehingga perlu dilakukan contoh konkret dalam proses perbanyakan dan penerapannya pada padi di tanah pasiran.

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah melakukan pengenalan, pengembangan, dan pembinaan berupa penyuluhan kepada sasaran yaitu salah satu anggota yang tergabung dalam Majelis Taklim Nailul Hidayah (MTNH). Hal ini dikarenakan masih dalam kondisi pandemi Covid-19 sehingga dilakukan pembatasan kegiatan. Kegiatan yang akan dilakukan, antara lain: 1) Pengenalan azolla dan potensinya untuk pengganti pupuk anorganik dan bahaya penggunaan pupuk anorganik yang berlebih melalui praktik budidaya azolla dan 2) Aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasir.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mitra dalam memanfaatkan azolla untuk bahan pupuk

organik melalui budidaya azolla yang mudah dilakukan. Harapan kedepan, mitra mampu melakukan pertanian organik yang ramah lingkungan sehingga mengurangi ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk anorganik yang tidak ramah lingkungan dengan cara mengganti dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam lokal berupa azolla. Besar harapan dalam pemanfaatan sumber daya alam tersebut secara maksimal yang nantinya dapat berarti bagi peningkatan produktivitas dan pendapatan petani serta pembangunan dalam sektor pertanian.

METODE

Tahapan/metode dalam pelaksanaan kegiatan perlu disusun untuk mempermudah dalam mencapai target/tujuan. Tahapan-tahapan dan metode yang akan dilakukan meliputi:

1. Survei lokasi

Survei lokasi ini perlu dilakukan untuk menentukan lokasi, mengurus izin kepada pihak pemerintah setempat dan berkoordinasi dengan mitra terkait kegiatan yang akan dilaksanakan.

2. Edukasi melalui praktik langsung budidaya
Edukasi dilakukan dengan praktik langsung pembuatan kolam budidaya azolla, dijelaskan juga cara budidaya tanaman azolla dan manfaat dari tanaman azolla bagi tanaman padi serta bahaya penggunaan pupuk anorganik yang berlebih bagi tanah. Kegiatan ini bertujuan agar petani bisa mandiri dalam melakukan budidaya azolla dan menyediakan azolla sehingga kegiatan bisa berkelanjutan.

3. Aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasiran

Kegiatan dilakukan dengan praktik langsung aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasiran. Hal ini dilakukan supaya petani memahami cara aplikasi azolla pada tanaman.

Peran serta dan keaktifan mitra menjadi kunci penting dalam kesuksesan pelaksanaan program ini. Mitra dituntut untuk aktif dan bersedia menyiapkan lokasi/lahan yang akan digunakan sebagai lokasi budidaya azolla dan pengaplikasian azolla pada tanaman padi di tanah pasiran. Evaluasi keberlanjutan program akan dilakukan dengan memonitoring seluruh kegiatan dengan melakukan kunjungan secara berkala ke lokasi mitra. Selain itu evaluasi

keberlanjutan program dapat dilakukan dengan melaksanakan pengabdian mandiri di lokasi mitra untuk waktu mendatang, sehingga komunikasi antara mitra dan pengusul selalu terjaga. Adapun kontribusi yang dilakukan oleh warga yang tergabung dalam Majelis Taklim Nailul Hidayah (MTNH), antara lain penyediaan lokasi penerapan budidaya azolla dan penyediaan sumber daya manusia sebagai subyek untuk dilatih kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk menentukan lokasi, mengurus izin kepada pihak pemerintah setempat dan berkoordinasi dengan mitra terkait kegiatan yang akan dilaksanakan. Selain itu dalam kegiatan survei ini kami gunakan untuk bermusyawarah dengan pimpinan mitra tentang pelaksanaan kegiatan pengabdian supaya tetap menerapkan protokol kesehatan dan meminimalisir kerumunan massa. Kegiatan survei telah dilaksanakan pada Jumat, 9 Juli 2021 di kediaman Ibu Hj. Sutrilah selaku ketua mitra. Hasil diskusi disepakati bahwa pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan terbatas, dengan menggunakan 1 anggota yang akan menjadi partner kegiatan. Anggota tersebut setelah memperoleh penyuluhan dan praktek secara terpadu diharapkan mampu memberikan contoh budidaya azolla sebagai sumber pupuk organik pada budidaya padi.

Kegiatan I: Edukasi melalui praktik langsung budidaya azolla

Edukasi dilakukan dengan praktik langsung pembuatan kolam budidaya azolla, dijelaskan juga cara budidaya tanaman azolla dan manfaat dari tanaman azolla bagi tanaman padi serta bahaya penggunaan pupuk anorganik yang berlebih bagi tanah. Kegiatan ini bertujuan agar petani bisa mandiri dalam melakukan budidaya azolla dan menyediakan azolla sehingga kegiatan bisa berkelanjutan. Kegiatan dilaksanakan pada Hari Sabtu, 17 Juli 2021 di lokasi lahan pasir milik Bapak H. Kliwon, anggota perwakilan dari mitra.



Gambar 1. Praktik membuat kolam azolla

Pembuatan kolam azolla dimulai dengan menggali tanah berukuran 2 x 3 m dengan kedalaman 0.5 m ([Gambar 1](#)), kemudian terpal dipasang menyesuaikan ukuran kolam yang telah dibuat. Dasar kolam diberi pupuk kandang dengan ketebalan 5 cm sebagai sumber nutrisi azolla. Kolam diisi dengan air secukupnya dan dilakukan penebaran bibit azolla.



Gambar 2. Praktik perbanyak azolla/sebar benih

Bibit *Azolla microphylla* ditebarkan secara merata di permukaan air ([Gambar 2](#)). Bibit azolla yang dibutuhkan untuk kolam berukuran 2 x 3 x 0.5 m sebanyak 0.5 kg berat segar. Karakteristik *Azolla microphylla* yang digunakan memiliki kadar air sebesar 90,5% dengan pH 2,59 yang menunjukkan sifatnya cukup asam. Kandungan nitrogen totalnya mencapai 3,60%, sedangkan fosfor totalnya sebesar 0,683% dan kalium total 0,87%. Kandungan C-organik pada azolla *microphylla* adalah 31,62% dengan rasio C/N sebesar 12,21. Dengan karakteristik tersebut, Azolla mampu Hal ini sesuai dengan pernyataan [Subedi dan Shrestha \(2015\)](#), pemberian azolla tidak hanya meningkatkan produktivitas padi namun juga dapat meningkatkan kesuburan tanah jangka

panjang. Pemberian azolla mampu meningkatkan sifat-sifat fisik dan kimia tanah, meningkatkan populasi mikroba tanah, nitrogen tanah, bahan organik dan kation lainnya (Mg, Ca, dan Na) yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah.



Gambar 3. Pertumbuhan azolla pada 2 minggu setelah sebar benih

Azolla dipanen setelah 14 hari penebaran bibit, ditandai dengan permukaan kolam yang telah tertutup penuh oleh azolla ([Gambar 3](#)). Perkembangan Azolla setelah 2 minggu menunjukkan bahwa tanaman ini telah siap dipanen dengan tanda Azolla telah memenuhi kolam dengan daun yang tebal ([Trada & Malam, 2020](#)). Dalam satu kolam memperoleh 37,5 kg azolla basah ([Gambar 4](#)). Pertumbuhan Azolla meningkat sekitar 75 kali atau produktivitasnya mencapai 12,5 kg/m³. [Widyartini et al., \(2020\)](#) menyebutkan bahwa Azolla memiliki memiliki pertumbuhan yang cepat selama 3,7-6 hari dan produksi biomassa *Azolla microphylla* sangat tinggi yaitu per m² bobotnya mencapai 1-2 kg, hal ini tergantung tingkat kesuburan kolam.



Gambar 4. Proses pemanenan azolla pada kolam terpal setelah 2 minggu sebar

Kegiatan II: Aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasiran

Kegiatan dilakukan dengan praktik langsung aplikasi azolla pada tanaman padi di tanah pasiran. Hal ini dilakukan supaya petani memahami cara aplikasi azolla pada tanaman. *Azolla microphylla* dalam kondisi segar diaplikasikan pada tanah dengan cara dibenamkan sebanyak 2 kali. Tahap 1 dilaksanakan saat persiapan lahan dan tahap 2 dilakukan saat padi berusia 20 hari setelah tanam (HST). Aplikasi azolla dilakukan dengan membuat larikan antarbaris dan dibenamkan ke dalam tanah ([Gambar 5](#)). Penambahan azolla bertujuan untuk memberikan unsur hara khususnya Nitrogen. Sesuai dengan hasil analisis, Penelitian oleh [Kusumaningsih, \(2023\)](#), menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi AB Mix dan POC *Azolla microphylla* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung. pupuk kompos Azolla berpengaruh terhadap jumlah daun, luas daun, kadar klorofil, bobot bagian atas tanaman, bobot bagian akar, indeks panen dan bobot segar brangkasan ([Hodiyah et al., 2023](#)).



Gambar 5. Praktik aplikasi azolla sebagai sumber pupuk organik di lahan budidaya padi

KESIMPULAN

Pemanfaatan azolla sebagai sumber pupuk organik belum banyak diketahui. Sistem budidaya padi yang dilakukan oleh mitra selama ini masih menggunakan sistem konvensional dengan menggunakan pupuk kimia. Azolla sebagai sumber pupuk organik dapat dimanfaatkan sebagai pengganti atau pengurang pupuk kimia sehingga ketergantungan terhadap

pupuk kimia berkurang. Hasil menunjukkan bahwa mitra telah mengetahui cara budidaya azolla, cara aplikasi azolla dan manfaat azolla terhadap pertumbuhan padi. Terdapat peningkatan pemahaman mitra dalam memanfaatkan azolla untuk bahan pupuk organik melalui budidaya azolla. Berdasarkan praktik yang telah dilakukan oleh mitra pada budidaya *Azolla microphylla* pada kolam terpal dengan ukuran 2 x 3 m dengan menggunakan bibit sebanyak 0.5 kg azolla segar diperoleh 57 kg azolla basah pada saat panen umur 2 minggu. Hal ini menunjukkan pertumbuhan Azolla berhasil dengan nilai pertumbuhan mencapai 114% atau produksinya mencapai 9,5 kg/m² dalam waktu 2 minggu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhuvaneshwari, K., & Kumar, A. (2013). Agronomic potential of the association *Azolla – Anabaena*. *Science Research Reporter*, 3(1), 78–82.
- Herawati, A., Mujiyo, Syamsiyah, J., Baldan, S. K., & Arifin, I. (2021). Application of soil amendments as a strategy for water holding capacity in sandy soils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 724(1), 0–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/724/1/012014>
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., & Rochmadtulloh, M. (2021). Pengaruh Aplikasi Mikoriza dan Bahan Pembena terhadap Sifat Kimia dan Serapan Fosfor di Tanah Pasir. *Soilrens*, 18(2), 26–35. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i2.32074>
- Hodiyah, I., Zumani, D., Juhaeni, A. H., & Iskandar, D. (2023). Aplikasi Kompos *Azolla* (*Azolla* sp .) dan Pupuk Hayati Pada Budidaya Selada (*Lactuca sativa* L .) Organik. *Paspalum*, 11(1), 17–23.
- Jumadi, O., Hiola, S. F., Hala, Y., Norton, J., & Inubushi, K. (2014). Influence of *Azolla* (*Azolla microphylla* Kaulf.) compost on biogenic gas production, inorganic nitrogen and growth of upland kangkung

- (*Ipomoea aquatica* Forsk.) in a silt loam soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(5), 722–730. <https://doi.org/10.1080/00380768.2014.942879>
- Kusumaningsih, F. (2023). Pengaruh Kombinasi Pupuk Ab Mix Dan Pupuk Organik Cair *Azolla Microphylla* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kangkung (*Ipomea Reptanspoir*) Pada Budidaya Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 4(1), 367–377.
- Laghari, S. J., Wahocho, N. A., Laghari, G. M., HafeezLaghari, A., MustafaBhabhan, G., HussainTalpur, K., Bhutto, T. A., Wahocho, S. A., & Lashari, A. A. (2016). Role of Nitrogen for Plant Growth rowth and Development : A Review. *Advan Ces InEnvironmental Biology*, 10(9)(September), 209–218.
- Razavipour, T., Siavash, S., Doaei, S., Ali, S., & Damalas, C. A. (2018). *Azolla (Azolla filiculoides)* compost improves grain yield of rice (*Oryza sativa L.*) under di ff erent irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 209(May), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.020>
- Sambodo, A. S., Sudadi, S., & Sumarno, S. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Berbasis *Azolla*, Fosfat Alam, dan Abu Sekam Padi terhadap Hasil Kacang Tanah di Alfisol. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v29i2.13324>
- Soedharmo, G. G., Tyasmoro, S. Y., & Sebayang, H. T. (2016). The effect of *azolla* and N fertilizer Aalication on rice field (*Oryza sativa L.*) variety inpari 13. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(2), 145–152.
- Subedi, P., & Shrestha, J. (2015). Improving soil fertility through *Azolla* application in low land rice: A review. *Azarian Journals*, 2(2), 35–39.
- Sudiharjo, A. M. (2000). Teknologi Perbaikan Sifat Tanah Subordo Psaments dalam Upaya Rekayasa Budidaya Tanaman Sayuran di Lahan Beting Pasir. *Seminar Teknologi Pertanian Untuk Mendukung Agribisnis Dalam Pengembangan Ekonomi Wilayah Dan Ketahanan Pangan*.
- Syamsiyah, J., Sunarminto, B. H., & Mujiyo, M. (2018). Potensi *Azolla* Sebagai Substitusi Pupuk Kandang Pada Budidaya Padi Organik. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), 102. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v31i2.11956>
- Syukur, A., Shiddieq, D., & Yuwono, T. (2010). Effect of Coated Urea with Humic-Calcium on Transformation of Nitrogen in Coastal Sandy Soil A Soil Column Method. *Jurnal Tanah Tropika*, 15(1), 25–32. <https://doi.org/10.5400/jts.2010.v15i2>.
- Trada, & Malam, K. (2020). *Azolla (Aquatic Fern)* as Bio Fertilizer (Eco- Friendly Agriculture). *Agriclture and Environment*, 1(1), 29–34.
- Widianingrum, D. C., Dewi, N., Fanata, W. I. D., & Sholikhah, U. (2021). Pengembangan Budidaya *Azolla Mycrophilla* Sebagai Alternatif Pakan Ternak dan Pemanfaatannya Sebagai Pupuk Bio Organik di Wilayah Masyarakat Desa Baletbaru, Sukowono. *Jurnal Abdimas Madani Dan Lestari (JAMALI)*, 3(1), 11–19. <https://doi.org/10.20885/jamali.vol3.iss1.a rt2>
- Widyartini, D. S., Hidayah, H. A., & Insan, H. A. I. (2020). Budidaya *Azolla microphylla* menggunakan Kotoran Kambing. *Prosiding*.
- Yuwono, N. W. (2009). Membangun Kesuburan Tanah di Lahan Marginal. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 9(2), 137–141.