

**PENGARUH PUPUK ORGANIK (*Azolla pinnata*) TERHADAP
C-ORGANIK TANAH, SERAPAN N DAN BOBOT KERING TANAMAN
PADI (*Oryza sativa* L.) PADA TANAH DENGAN
TINGKAT SALINITAS TINGGI**

*(Effect of Utilizing Organic Fertilizer (*Azolla pinnata*) to Total Organic
Carbon, N Uptake and Dry Weight of Rice (*Oryza sativa* L.)
in Soil with High Salinity Level)*

Mayang Sunduz Arafah¹, Mieke Rochimi Setiawati², Anne Nurbaity²

¹Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363,

Telp. 022-7796316, Fax. 022-7796316,

e-mail : newmayang@yahoo.com

ABSTRACT

Utilizing organic fertilizer *Azolla pinnata* is needed especially for rice commodity which planted in saline soil in coast area for increasing the efficiency of inorganic fertilizer by adding organic matters. This research was aimed to get the best combination of utilizing organic fertilizer *Azolla pinnata* to increase total organic carbon, nitrogen uptake, and dry weight of rice in saline soil. This research used Randomized Complete Block Design experiment which consisted of eight combinations of treatment. Those are treatment of salinity 0, 2, 4 and 6 mmhos cm⁻¹ + without utilizing organic fertilizer *Azolla pinnata* and treatment of salinity 0, 2, 4, and 6 mmhos cm⁻¹ + utilizing organic fertilizer *Azolla pinnata*. The result showed that utilizing organic fertilizer *Azolla pinnata* can reduce the negative effect from salinity which proven by increased N uptake of rice in treatment of salinity 6 mmhos cm⁻¹.

Keywords: *Azolla pinnata*, Rice (*Oryza sativa* L.), Soil with high salinity level

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelagic state*) terbesar di dunia yang memiliki 17.058 pulau besar dan kecil, dengan luas wilayah darat 1,937 juta km² dan luas laut 5,8 juta km² dengan garis pantai terpanjang di dunia yaitu sepanjang 81.000 km² (Badan Koordinasi Keamanan Laut Republik Indonesia, 2013). Lahan salin

merupakan lahan pasang surut yang terkena pengaruh intrusi air laut lebih dari 3 bulan dalam setahun dengan kandungan Na dalam larutan tanah sebesar 8-15% (Widjaja-Adhi dan Alihamsyah, 1998). Suatu lahan akan dikategorikan sebagai lahan salin jika memiliki EC \geq 4,0 mmhos cm⁻¹ pH <8,5 dan Na-dd < 15% dengan keadaan fisik normal (USDA, 2010).

Menurut data Badan Pusat Statistik (2015), rata-rata kebutuhan

konsumsi beras nasional per kapita mencapai 1711 kg per minggu, sedangkan produksinya hanya mencapai setengah dari total kebutuhan konsumsi tersebut. Pernyataan ini didukung oleh data yang diperoleh dari Kementerian Pertanian bahwa produksi padi pada Januari 2015 mencapai 3,23 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) atau setara 2,03 juta ton beras, pada Februari 2015 mencapai 6,75 juta ton GKG atau setara 4,25 juta ton beras, dan pada Maret diperkirakan mencapai 12,25 juta ton GKG atau setara 7,72 juta ton beras.

Kebutuhan beras nasional terus meningkat yakni sebesar 5-6 juta ton selama Januari-Februari 2015 sedangkan produksi beras pada 6 tahun terakhir ini terus mengalami penurunan. Lahan salin di Indonesia memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif terutama dalam rangka swasembada pangan, diversifikasi produksi, peningkatan pendapatan dan lapangan kerja, serta pengembangan agribisnis dan wilayah (Abdurachman dan Ananto, 2000). Ekstensifikasi atau pengembangan pertanian lahan pasang surut ini merupakan langkah strategis dalam menjawab tantangan peningkatan produksi pertanian termasuk produksi pangan yang semakin kompleks melalui peningkatan produksi tanaman padi.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu jenis tanaman semusim yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Curah hujan yang baik untuk lahan pertanaman padi adalah 1.500-2.000 mm per tahun. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah 23

°C dengan ketinggian tempat 0-1.500 m dpl. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki pH tanah antara 4-7 (Balai Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NAD, 2009).

Salah satu penyebab penurunan produksi beras nasional adalah karena kejenuhan tingkat produksi lahan akibat penggunaan bahan-bahan agrokimia (Husnain dkk., 2014). Penggunaan pupuk N anorganik yang tidak terkendali akan memacu penurunan perombakan bahan organik pada tanah. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mengatasi hal tersebut. Salah satunya adalah melalui penambahan pupuk organik *Azolla pinnata*. Hal ini sesuai dengan rekomendasi Permentan No. 40/2007 yaitu adanya pengembalian bahan organik atau pemberian pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi dan kesuburan tanah, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

Pupuk organik adalah bahan organik yang mampu memperbaiki atau membenahi kondisi fisik dan kesuburan tanah. *Azolla pinnata* merupakan jenis tumbuhan paku air yang hidup di perairan. Seperti halnya tanaman leguminosae, *Azolla pinnata* mampu mengikat N₂ dari udara karena berasosiasi dengan sianobakteri (*Anabaena azollae*) yang hidup di dalam rongga daunnya. Kemampuan *Azolla* mengikat N₂ dari udara berkisar antara 400-500 kg N ha⁻¹ tahun⁻¹. *Azolla* berkembang sangat cepat dan dapat menghasilkan biomassa se-

banyak 10-15 ton ha⁻¹ dengan C/N rasio 12-18, sehingga dalam waktu satu minggu *Azolla pinnata* telah terdekomposisi dengan sempurna (Khan, 1983).

Kandungan bahan organik dari tanah salin dapat diperbaiki dengan pemberian *Azolla pinnata* dengan dosis rekomendasi yaitu 7 ton ha⁻¹ (Sudjana, 2014). Mekanisme simbiotik dari proses fiksasi nitrogen yang terjadi, dapat membuat tanah yang ditumbuhi menjadi subur dan kaya akan nutrisi, khususnya senyawa golongan nitrogen. Selain itu, tanaman ini memiliki berbagai kelebihan, diantaranya menyerap limbah cair, bahan uji ekotoksikologi, dan salah satu bahan pakan ternak yang mempunyai nilai nutrisi tinggi (Husna, 2008). Kapasitas tukar kation (KTK), ketersediaan hara dan populasi mikroorganisme tanah yang berperan penting terhadap pertumbuhan tanaman juga akan meningkat (Sutanto, 2006).

Diperlukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan pupuk organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi di tanah salin serta untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman padi pada tanah salin. Penggunaan pupuk organik pada penelitian ini berguna sebagai salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan tanah yang berbasis pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca lahan percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Desa

Cikeruh, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat yang berada pada 754 m di atas permukaan laut (dpl). Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Februari 2017 sampai dengan bulan Maret 2017.

Bahan yang digunakan diantaranya adalah benih tanaman padi varietas Inpari 34, pupuk Urea, SP-36, dan KCl, tanah sawah Inceptisol Jatinangor yang dikondisikan salin dengan pemberian kadar 0 (tanpa diberi NaCl pro analisis), 2 mmhos cm⁻¹ (2,9 g NaCl pro analisis), 4 mmhos m⁻¹ (26,4 g NaCl pro analisis), 6 mmhos m⁻¹ (49,9 g NaCl pro analisis), *Azolla pinnata* segar yang merupakan koleksi Laboratorium Biologi Tanah Unpad.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Percobaan ini terdiri dari 8 perlakuan dengan 4 ulangan. Pupuk organik *Azolla pinnata* segar dengan dosis 7 ton ha⁻¹ setara 35 g pot⁻¹ yang diaplikasikan pada tanah sawah dengan salinitas 0, 2, 4, dan 6 mmhos cm⁻¹. Rancangan perlakuan yang dilakukan pada percobaan ini adalah, A=Tanah bersalinitas 0 mmhos cm⁻¹ (kontrol) + tanpa pupuk organik *Azolla pinnata*; B=Tanah bersalinitas 0 mmhos cm⁻¹ + pupuk organik *Azolla pinnata*; C = Tanah bersalinitas 2 mmhos cm⁻¹ + tanpa pupuk organik *Azolla pinnata*; D=Tanah bersalinitas 2 mmhos cm⁻¹ + pupuk organik *Azolla pinnata*; E=Tanah bersalinitas 4 mmhos cm⁻¹ + tanpa pupuk organik *Azolla pinnata*; F=Tanah bersalinitas 4 mmhos cm⁻¹ + pupuk organik *Azolla pinnata*; G=Tanah bersalinitas 6 mmhos cm⁻¹ + tanpa pupuk organik

Azolla pinnata; H=Tanah bersalinitas 6 mmhos cm⁻¹ + pupuk organik *Azolla pinnata*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pupuk Orgnik (*Azolla pinnata*) terhadap C-Organik Tanah

Tabel 1. Pengaruh pemberian *Azolla pinnata* terhadap kandungan C-Organik dalam tanah.

| Perlakuan | C-Organik Tanah (%) |
|---|---------------------|
| A (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,85 |
| B (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,74 |
| C (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,56 |
| D (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 3,04 |
| E (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,92 |
| F (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 3,05 |
| G (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,93 |
| H (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 2,88 |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Pemberian *Azolla pinnata* pada berbagai tingkat salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap presentase C-organik di dalam tanah meskipun terdapat peningkatan jumlah pada tingkat salinitas 2 dan 4 mmhos cm⁻¹. Hal ini diduga disebabkan oleh *Azolla pinnata* segar terdekomposisi dan melepaskan hara nitrogen dan hara lain setelah ditanam. Sebanyak 70% N *Azolla pinnata* dilepaskan selama dekomposisi dua hari pertama, setelah itu mineralisasi berlangsung lambat (Kuncarawati, 2005).

Menurut Maulana (2016) *Azolla pinnata* membutuhkan waktu enam minggu untuk dapat terdekomposisi seluruhnya. Faktor lain yang mendukung efektivitas

Hasil analisis statistik menunjukkan pemberian pupuk organik *Azolla pinnata* memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan karbon organik di dalam tanah (Tabel 1).

Azolla pinnata sebagai pupuk organik adalah rasio karbon terhadap nitrogen yang tinggi, yakni 10:1. Rasio yang tinggi ini memastikan agar senyawa nitrogen yang dihasilkan tidak digunakan oleh bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi.

Proses dekomposisi atau mineralisasi, disamping dipengaruhi oleh kualitas bahan organiknya, juga dipengaruhi oleh frekuensi penambahan bahan organik, ukuran partikel bahan, kekeringan, dan cara penggunaannya (dicampur atau disebarkan di permukaan) (Vanlauwe *et al.*, 1997 dalam Atmojo, 2003).

Semula, jasad menyerang senyawa yang mudah dilapuk, seperti glukosa dan selulosa dengan

membebaskan CO₂ dan H₂O. Di awal pemberian bahan organik akan meningkatkan populasi jasad renik karena banyak senyawa mudah lapuk, namun bila senyawa mudah lapuk habis maka populasi jasad renik akan menurun. Senyawa yang sukar dilapuk akan sulit dibedakan dari humus tanah yang asli. Disamping senyawa lignin yang mengalami perubahan, sekelompok senyawa sekunder seperti polisakarida merupakan senyawa yang berarti bagi humus. Senyawa ini diduga dibentuk oleh mikroorganisme yang menjadi bagian dari jasad tersebut dan tahan terhadap pelapukan yang sebagai akibatnya banyak ditemukan di humus (Soepardi, 1979).

Azolla pinnata merupakan pupuk organik tanaman paku air yang dapat digunakan sebagai upaya meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan oleh pemanfaatan lahan

salin khususnya untuk kegiatan budidaya tanaman padi.

Pengaruh Pupuk Organik (*Azolla pinnata*) terhadap Serapan N Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan serapan nitrogen pada tanaman padi yang diberikan pupuk organik *Azolla pinnata* (Tabel 2). Serapan nitrogen tertinggi terdapat pada tanaman dengan salinitas 0 mmhos cm⁻¹ (tanah non salin) yang diberikan penambahan pupuk organik *Azolla pinnata*. Serapan N terendah terdapat pada perlakuan salinitas 6 mmhos cm⁻¹ tanpa pupuk organik *Azolla pinnata*. Pemberian *Azolla pinnata* pada tingkat salinitas 6 mmhos cm⁻¹ dapat meminimalisir dampak negatif salinitas hingga memberikan pengaruh yang sama dengan perlakuan 2 mmhos cm⁻¹.

Tabel 2. Pengaruh pemberian *Azolla pinnata* terhadap serapan N tanaman.

| Perlakuan | Serapan N Tanaman (g tanaman ⁻¹) |
|---|--|
| A (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,6555 c |
| B (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,8455 d |
| C (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,4309 b |
| D (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,4424 b |
| E (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,3792 b |
| F (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,4294 b |
| G (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,3060 a |
| H (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,4101 b |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial bagi tanaman

yang berfungsi untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman serta

pembentukan protein (Hardjowigeno, 2010). Menurut Donahue *et al.* (1977) dalam Hardjowigeno (2010) aliran massa merupakan mekanisme penyediaan 98,8% unsur hara nitrogen. Kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh penyerapan ion NO_3^- dan NH_4^+ oleh tanaman. Serapan unsur hara nitrogen menunjukkan efisiensi penggunaan nitrogen pada area pertanian. Peningkatan hara nitrogen dan keseimbangan nutrisi dalam tanaman dapat meningkatkan efisiensi sehingga kehilangan nitrogen dalam tanah dapat berkurang (Triadiati dkk., 2012).

Hoque (1998), Mamun (2000) dan Peoples *et al.* (1995) dalam Kime (2012) memperkirakan bahwa *Azolla pinnata* dapat menyediakan 22-40 kg N ha⁻¹ per bulan dan memfiksasi nitrogen yang terdapat di udara sebesar 52-99% agar tersedia untuk tanaman. Selanjutnya, telah dilaporkan bahwa *Azolla pinnata* yang tumbuh bersama dengan tanaman padi dapat memenuhi seluruh kebutuhan nitrogen tanaman padi melalui fiksasi nitrogen.

Pengaruh Pupuk Organik (*Azolla pinnata*) terhadap Bobot Kering

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian *Azolla pinnata* mampu meningkatkan bobot kering tanaman padi (Tabel 3).

Jumlah bobot kering tertinggi ditunjukkan pada perlakuan B yaitu pemberian *Azolla pinnata* pada perlakuan dengan tingkat salinitas 0 mmhos cm⁻¹ yakni mencapai 0,2190 g pot⁻¹. Sedangkan bobot kering terendah ditunjukkan pada perlakuan G yaitu pemberian *Azolla pinnata*

pada perlakuan dengan tingkat salinitas 6 mmhos cm⁻¹ yakni mencapai 0,1006 g pot⁻¹. Pada tingkat salinitas 6 mmhos cm⁻¹ adanya pemberian pupuk organik *Azolla pinnata* tidak berpengaruh nyata akan tetapi notasi yang terdapat pada (Tabel 3) menunjukkan bahwa dampak negatif dari tingkat salinitas 6 mmhos cm⁻¹ dapat diminimalisir hingga perlakuan tersebut mampu menghasilkan bobot kering setara dengan perlakuan 2 mmhos cm⁻¹.

Pertumbuhan merupakan proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran, penambahan bobot, volume dan diameter batang dari waktu ke waktu. Setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam hal memanfaatkan sarana tumbuh dan kemampuan untuk melakukan adaptasi dengan lingkungan sekitar, sehingga mempengaruhi potensi hasil tanaman (Usman dkk., 2014).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hassian *et al.* (2001) dalam Hamid *et al.* (2007) pemanfaatan pupuk organik *Azolla pinnata* (dalam dua kali pengaplikasian) dapat menghasilkan biomassa tanaman padi dengan jumlah tertinggi pada lahan yang terkena dampak garam di Pakistan. Dampak negatif tanah tersebut dapat diminimalisir dengan penggunaan *Azolla pinnata*. *Azolla pinnata* digunakan sebagai pupuk organik yang bermanfaat untuk meningkatkan hasil padi serta efisiensi terhadap penggunaan pupuk N anorganik. Penelitian lebih lanjut sedang dilakukan untuk mengetahui kandungan gizi *Azolla pinnata* yaitu, fosfor, zat besi dan seng

Tabel 3. Pengaruh pupuk organik (*Azolla pinnata*) terhadap bobot kering tanaman.

| Perlakuan | Bobot Kering Tanaman (g pot ⁻¹) |
|---|---|
| A (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1711 c |
| B (Salinitas 0 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,2190 d |
| C (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1279 b |
| D (Salinitas 2 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1205 b |
| E (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1177 b |
| F (Salinitas 4 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1185 b |
| G (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Tanpa pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1006 a |
| H (Salinitas 6 mmhos cm ⁻¹ + Pupuk organik <i>Azolla pinnata</i>) | 0,1157 ab |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

SIMPULAN

1. Terdapat pengaruh penggunaan pupuk organik *Azolla pinnata* terhadap serapan N dan bobot kering tanaman padi pada tanah salin.
2. Pemberian pupuk organik *Azolla pinnata* dapat meningkatkan serapan N tanaman padi pada tanah dengan tingkat salinitas tinggi secara nyata pada kondisi salinitas 6 mmhos cm⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, dan E.E. Ananto. 2000. Konsep Pengembangan Pertanian Berkelanjutan di Lahan Rawa untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Bogor, 25-27 Juli 2000. 23 hlm.
- Atmojo, S.W. 2003. Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolannya. Ilmu Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Badan Koordinasi Keamanan Laut Republik Indonesia. 2013. <http://www.bakorkamla.go.id/>.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Konsumsi Rata-Rata per Kapita Seminggu Beberapa Macam Makanan Penting 2007-2014. <https://www.bps.go.id/>.
- Hamid, N., Ali, S., Malik, Kauser, A., dan Fauzia, Y. Hafeez. 2007. Diagnosis of Nutritional Constraints of *Azolla* spp. to Enhance Their Growth under Flooded Conditions of Salt Affected Soils.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo, Pondok Bambu, Jakarta.

- Husna, N, 2008. Pertumbuhan Tanaman Air *Azolla pinnata* R. Br. (Mata Lele) pada Medium Pertumbuhan Berbeda. SITH. ITB Bandung.
- Husnain, Nursyamsi, Dedi, dan Joko Purnomo. 2014. Penggunaan Bahan Agrokimia dan Dampaknya terhadap Pertanian Ramah Lingkungan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Khan, M. Manzoor. 1983. A Primer on Azolla Production and Utilization in Agriculture. Jointly Published by: University of the Philippines at Los Banos (UPLB); Philippine Council for Agriculture and Resources Research and Development (PCARRD); Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA).
- Kime, E. David. 2012. Endocrine Disruption in Fish. University of Sheffield. New York.
- Rasjid, H., Sisworo, dan Wemay, dan Sisworo. 2000. Efisiensi N-Urea pada Padi Sawah yang Diaplikasi dengan Azolla. Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Teknologi-Isotop dan Radiasi, Jakarta (Indonesia), 23-24 Feb 2000.
- Soepardi, G. 1979. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: S.N.
- Sudjana, B. 2014. Penggunaan Azolla untuk Pertanian Berkelanjutan. Jurnal Ilmiah Solusi Vol. I, No. 02/Juni 2014.
- Sutanto, R. 2006. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius, Yogyakarta.
- Triadiati, Pratama, Akbar, A, dan Sarlan, A. 2012. Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen pada Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Pemberian Pupuk Urea yang Berbeda. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang.
- USDA. 2010. Plants for Saline to Sodic Soil Condition. TN Plant Materials No. 9A. Natural Resources Conservation Service Boise, Idaho, Salt Lake City, Utah.
- Usman, Z., Made, U., dan Adrianton. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi pada Berbagai Umur Semai dengan Teknik Budidaya SRI. Universitas Tadulako, Palu.
- Widjaja-Adhi, I.P.G., dan T. Alihamsyah. 1998. Pengembangan lahan pasang surut: Potensi, Prospek dan Kendala serta Teknologi Pengelolaannya untuk Pertanian. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah. hlm. 51-72.