

RESPONS DOSIS DAN INTERVAL WAKTU APLIKASI KOMPOS *Azolla pinnata* TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN KACANG PANJANG (*Vigna sinensis* L.)

Elrisa Ramadhani¹, Refnizuida², dan M. Lisman Puja Kesuma²

¹ Politeknik Pembangunan Pertanian Medan, Jl. Binjai Km. 10 Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Panca Budi, Jl. Jenderal Gatot Subroto km 4,5, Sei Sikambing Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Koresponden Email : elrisa.ramadhani@gmail.com

Abstrak

Tanaman kacang panjang merupakan salah satu tanaman hortikultura yang dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem pertanian organik yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interval waktu dan dosis pemberian kompos *Azolla* terhadap produktivitas tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2015 di Dusun XVI Desa Percut, kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang. Metode penelitian Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor, 3 ulangan dan 16 kombinasi perlakuan. Faktor I Interval waktu pemberian kompos *Azolla* yaitu saat tanam, 1 minggu setelah tanam, 2 minggu setelah tanam dan 3 minggu setelah tanam, dan faktor II Dosis kompos *Azolla* yaitu 0,5 kg; 1,0 kg; 1,5 kg dan 2,0 kg kompos *Azolla* /Plot. Luas plot yang digunakan 1 m². Interaksi antara perlakuan pengaruh interval waktu dan dosis pemberian kompos menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap semua parameter pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interval waktu pemberian *Azolla* berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 5 MST, jumlah cabang, produksi per sampel dan produksi per plot, namun berpengaruh tidak nyata pada umur berbunga tanaman, sedangkan perbedaan dosis berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 5 MST, jumlah cabang, produksi per sampel dan produksi per plot, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga. Perlakuan *Azolla* pada saat tanam menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu dengan produksi per sampel sebesar 414,04 g. Aplikasi *Azolla* dengan dosis 1,5 kg kompos *Azolla*/ Plot dapat memberikan hasil yang lebih baik terhadap produktivitas tanaman kacang panjang yaitu dengan produksi per sampel sebesar 419,56 g.

Kata Kunci: Waktu Aplikasi, Kompos *Azolla*, Pertanian Organik

Abstract

Long bean plant is one of the horticultural crops that can be developed an environmentally friendly organic farming system. This study aimed to determine the effect of time intervals and doses of *Azolla* compost on the productivity of long bean plants (*Vigna sinensis* L). This research was conducted from January to March 2015 in Dusun XVI Percut Village, Percut Sei Tuan sub-district, Deli Serdang Regency. The research method was a factorial randomized block design with 2 factors, 3 replications, and 16 treatment combinations. The first factor was time interval for applying *Azolla* compost were at planting, 1 week after planting, 2 week after planting and 3 week after planting, and the second factor was *Azolla* compost dose, were 0, 5 kg; 1 kg; 1.5 kg and 2 kg of *Azolla* compost / Plot. The plot area used is 1 m². The interaction between the treatment of the influence of time intervals and the dosage of *Azolla* compost showed no significant effect on all observation parameters. The results showed that the time interval of applying *Azolla* had a significant effect on plant height of 5 WAP, number of branches, sample production, and plot production, but had no significant effect on the age of flowering plants, while the difference in dose had a significant effect on plant height of age of 5 MST, number of branches, production sample, and plot production, but no significant effect on flowering age. *Azolla* treatment at planting showed better results, with the production per sample about 414.04 g. Application of *Azolla* with a dose of 1.5 kg *Azolla* compost / Plot can give better results on the productivity of long bean plants, with the production per sample about 419.56 g.

Keywords: Application Time, *Azolla* Compost, Organic Agriculture

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan usaha yang banyak dikerjakan masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan kondisi iklim yang cocok untuk budidaya berbagai jenis tanaman sayuran maupun perkebunan, serta masih luas area yang dapat digunakan. Di Indonesia, budidaya tanaman hortikultura seperti sayur-sayuran sudah memberikan kontribusi yang besar, mengingat semakin meningkatnya kesadaran akan gizi masyarakat yang menyebabkan bertambahnya permintaan tanaman sayuran. Salah satu jenis sayuran yang banyak diusahakan adalah kacang panjang.

Plasma nutfah tanaman kacang panjang diduga berasal dari India atau Cina, ditemukan tumbuh liar di pegunungan Himalaya kemudian menyebar ke Cina. Tanaman kacang panjang memiliki perkembangan pesat terutama di negara-negara yang beriklim tropis termasuk di Indonesia dan pengembangan budidaya pada umumnya di dataran rendah [1].

Kompos *Azolla* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti pupuk kimia. *Azolla* adalah sejenis pakis air tawar yang hidup di kolam, danau, rawa dan sungai kecil baik daerah tropis maupun sub tropis. *Azolla* berasosiasi dengan ganggang biru hijau *algae anabaena* yang dapat memfiksasi N dari udara ke dalam bentuk ammonia yang dapat diserap oleh tanaman. Pemanfaatan *Azolla* sebagai pupuk memang sangat memungkinkan, karena jika dihitung dari berat keringnya dalam bentuk kompos (*Azolla* kering) mengandung unsur Nitrogen (N) 3-5% dan K (kalium) 2,00-4,50% [2].

Pandangan umum pada saat ini bahwa bahan organik mempunyai peranan penting dalam mempertahankan kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah. Tanah yang kaya bahan organik bersifat lebih gembur sehingga aerasi tanah lebih baik dan tidak mudah mengalami pemadatan di bandingkan dengan tanah yang bahan organik rendah. Pertanian organik dapat diartikan sebagai suatu sistem produksi pertanian dengan sistem daur ulang secara hayati melalui sarana limbah tanaman, ternak serta limbah lainnya yang dapat memperbaiki status kesuburan dan struktur tanah yang selanjutnya bertujuan memberi makanan pada tanaman setelah melalui proses mineralisasi yang kemudian menjadi unsur dalam larutan tanah [3].

Pada budidaya tanaman padi dapat digunakan *Azolla* sebagai pupuk organik karena dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, tanaman menjadi lebih subur berwarna hijau, dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air, dapat memperbaiki struktur tanah, dapat mempercepat pembentukan malai serta dapat meningkatkan produksi tanaman padi [4].

Azolla dapat dijadikan kompos yang alami dan ramah lingkungan. Kompos *Azolla* dapat dikombinasikan dengan pupuk N anorganik sebagai penyedia unsur hara nitrogen pada tanaman. Kompos *Azolla* dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro di dalam tanah jika dilihat dari segi kimia, serta dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah jika ditinjau dari segi biologi tanah. *Azolla* mampu terdekomposisi secara sempurna hanya dalam waktu satu minggu, karena *azolla* memiliki nisbah C/N ratio antara 12-18 [5].

Sumber nitrogen utama bagi kehidupan sebagian besar tanaman berasal dari N_2 berbentuk gas yang terkandung dalam jumlah besar di atmosfer. Nitrogen tersebut tidak dapat digunakan secara langsung oleh tumbuhan, namun harus diubah terlebih dahulu menjadi senyawa nitrat maupun amonium (NH_4^+). Penambatan N_2 udara secara biologi dapat dilakukan secara simbiosis antara alga hijau biru (*Anabaena*) dengan tumbuhan paku air (*Azolla*). Kemampuan simbiosis *Azolla-Anabaena* dalam mereduksi N dari atmosfer menjadi ammonia melalui enzim nitrogenase lebih efektif dibandingkan dengan simbiosis lain pada kadar N lingkungan perairan yang rendah [6].

Azolla sp. memiliki kemampuan berasosiasi dengan *Anabaena azollae* sebagai penambat nitrogen yang hidup di dalam rongga daun *Azolla* sp. *Anabaena azollae* memiliki sel heterosis yang mengandung enzim nitrogenase yang akan membantu dalam memfiksasi N_2 dari udara. Enzim nitrogenase mengubah nitrogen hasil fiksasi menjadi amonia yang selanjutnya translokasikan ke *Azolla* sp. yang akan mengubah amonia menjadi asam amino yang nantinya digunakan oleh tumbuhan dalam membantu fase vegetatif yaitu pada masa pertumbuhan dan perkembangan akar, batang dan daun [7].

Di dalam kondisi yang terbatas, sel vegetatif berdiferensiasi menjadi *heterocysts*. *Heterocysts* merupakan sel yang berada di bagian ujung (terminal) yang memiliki fungsi khusus dalam proses fiksasi nitrogen. Penyusun

dari sel ini berupa mikrotoksik sebagai akibat dari peningkatan respirasi dan tidak aktifnya pembentukan O₂ dalam proses fotosintesis, hal tersebut menyebabkan terjadinya penebalan diluar dinding sel. Nitrogenase mengubah dinitrogen menjadi ammonium pada pengeluaran ATP dan keduanya merupakan reduktan yang dihasilkan melalui metabolisme karbohidrat sebagai produk samping dalam pemanfaatan cahaya melalui aktivitas fotosintesis. Sebagai gantinya, nitrogen difiksasi dalam heterocysts bergerak ke dalam sel vegetatif yang merupakan rangkaian akhir dalam pembentukan asam amino [8].

Kompos *Azolla* belum ada diaplikasikan terhadap tanaman kacang panjang, tetapi sudah ada dilakukan penelitian kompos *Azolla* terhadap tanaman kacang-kacangan lainnya seperti kacang tanah [4], kacang hijau [9] dan juga pada sayuran Pakchoy [10]. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pertumbuhan dan produktifitas tanaman kacang panjang yang memanfaatkan kompos *Azolla* dengan dosis dan interval yang berbeda beda.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2015 di Dusun XVI Desa Percut, kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang dengan ketinggian tempat 10 meter di atas permukaan laut (dpl).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) varietas hitam putih, kompos *Azolla*, tanah top soil, insektisida. Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini adalah cangkul, meteran, gembor, pisau, tali plastik, plang nama, kayu, alat tulis dan alat – alat yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan perlakuan dosis kompos *azolla* dan interval waktu pemupukan.

Dosis kompos *azolla* (A) dengan 4 taraf yaitu: A₁ = 0,5 kg kompos *Azolla*/plot A₂ = 1,0 kg kompos *Azolla*/Plot, A₃ = 1,5 kg kompos *Azolla*/plot, A₄ = 2,0 kg kompos *Azolla*/plot. Ukuran plot 1 x 1 m. Interval waktu pemberian kompos *Azolla* (W) dengan 4 interval: W₁ = Saat tanam W₂ = 1 minggu setelah tanam (MST) W₃ = 2 minggu setelah tanam, dan W₄ = 3 minggu setelah tanam, Jumlah tanaman per plot 6 tanaman dan sampel yang di pilih sebanyak 3

tanaman dari setiap plot yang dilakukan dengan cara acak.

Data peubah amatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan taraf $\alpha=5\%$. Peubah yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, produksi per sampel dan produksi per plot tanaman kacang panjang.

Kompos *Azolla* dibuat dengan cara mengumpulkan *Azolla* ke dalam goni sebagai komposter kemudian dibiarkan selama empat minggu. Setelah empat minggu *Azolla* siap diaplikasikan ke tanaman sebagai kompos dengan waktu dan dosis aplikasi sesuai dengan perlakuan penelitian yaitu 0,5 kg; 1,0 kg; 1,5 kg dan 2 kg kompos *Azolla*/plot.

Penanaman kacang panjang dengan jarak 20 x 60 cm, benih dimasukkan kedalam tiap lubang tanam sebanyak 2 benih kemudian diaplikasikan kompos *Azolla* sesuai dengan waktu dan dosis perlakuan. Penyulaman dilakukan 3-5 hari setelah benih ditanam ke dalam plot, benih yang tidak tumbuh segera diganti dengan benih yang baru. Pemasangan tali dan kayu penyanggah dilakukan pada 2 minggu setelah tanam untuk membantu tanaman merambat. Penyiangan dilakukan secara manual. Pengendalian hama dengan menggunakan Insektisida Decis 2 cc/ liter air. Pemanenan pertama dilakukan setelah tanaman berumur 56 hari setelah tanam dan panen kedua dilanjutkan dengan selang waktu 3 hari sampai tiga kali panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan saat aplikasi kompos *Azolla* berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada umur pengamatan 5 MST. Rerata tinggi tanaman tertinggi dihasilkan dari perlakuan W₁ (saat tanam) yaitu 293,83 cm, diikuti W₂ yaitu 275,63 cm, W₃ setinggi 267,92 cm dan W₄ setinggi 246,21 cm. Hal ini diduga, pemberian kompos *Azolla* pada saat tanam memberikan ketersediaan unsur hara terutama nitrogen sehingga tersedia pada awal pertumbuhan vegetatif tanaman, tanaman lebih optimal dalam menyerap unsur tersebut dan memberikan respon yang cepat pada pertumbuhan vegetatifnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan [2] bahwa hasil penelitian yang diadakan di Filipina menunjukan bahwa penggunaan *Azolla*

di tanah sawah selama 5 kali berturut turut pada tanaman padi, dapat menggantikan 50% penggunaan pupuk N dan gabah yang dihasilkan setara dengan pemupukan 90 kg Urea/ha, dalam bentuk kompos (*Azolla* kering) mengandung unsur Nitrogen (N) 3-5% dan K (kalium) 2,00-4,50%, keuntungan lain yaitu dengan menggunakan kompos *Azolla* akan mengikat kandungan bahan organik dalam tanah.

Pemberian kompos *Azolla* sesuai hasil pada parameter tinggi tanaman dapat meningkatkan tinggi dan produksi pada tanaman kacang panjang, Hal ini sesuai dengan penelitian [11] bahwa dengan pemberian *Azolla* pada tanaman padi sawah dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan dan berat kering brangkasan.

Dari data ini juga diketahui, dosis pemberian kompos *Azolla* pada perlakuan A3 (1,5 kg/plot) memberikan respon yang baik sebesar 290,71 cm, akan tetapi dengan perlakuan A4 (2,0 kg/plot) hanya 247,92 cm. Hal ini diduga, semakin banyak dosis pupuk yang diberikan pada tanah maka ketersediaan unsur akan semakin meningkat, akan tetapi semakin banyak ketersediaan unsur hara juga tidak semuanya terpakai dalam masa vegetatif khususnya pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian [12], bahwa penurunan efisiensi ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, namun faktor yang utama adalah hubungan tanah dengan tanaman. Berbagai

analisis dan asumsi terjadinya pelandaian/penurunan efisiensi pupuk karena terkurasnya hara lain sebagai akibat pemupukan yang berlebihan.

Dari data pengamatan didapat pemberian Kompos *Azolla* Pada Perlakuan W1 (saat tanam) berpengaruh nyata pada jumlah cabang pada tanaman kacang panjang (Tabel 2). Ini membuktikan pemberian pupuk ketika pada saat tanaman memberikan waktu pada rhizobium akar untuk memfiksasi nitrogen untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Dosis 1,5 Kg /plot pada perlakuan A3 adalah dosis yang tepat untuk pertumbuhan tanaman kacang panjang. Hal yang sama didapat pada Tabel 3, rata-rata produksi per sampel perlakuan W1 sebesar 414,04 g dan perlakuan A3 sebesar 419,56 g. Hal ini sesuai dengan pernyataan [13] yang menjelaskan bahwa unsur nitrogen bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel – sel baru seperti daun, cabang dan mengganti sel – sel yang rusak serta pernyataan [14], cabang–cabang akarnya dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp. untuk mengikat unsur nitrogen (N₂) dari udara sehingga bermanfaat untuk menyuburkan tanah.

Pada Tabel 3 diketahui perlakuan waktu pemberian kompos dan perlakuan dosis yang diberikan tidak berbeda satu dengan yang lain. Tanaman pada dasarnya setelah cukup melakukan pertumbuhan vegetatif, akan melanjutkan ke pertumbuhan generatif.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kacang Panjang (cm) pada 3, 4 dan 5 MST dengan perlakuan Interval Waktu dan Dosis Pemberian *Azolla*

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)					
	3 MST		4 MST		5 MST	
W = Interval Waktu Pemberian <i>Azolla</i>						
W1 = Saat Tanam	63,00	a	193,79	a	293,83	a
W2 = 1 MST	61,13	a	177,08	a	275,63	b
W3 = 2 MST	53,21	a	164,38	a	267,92	bc
W4 = 3 MST	47,88	a	164,13	a	246,21	c
A = Dosis Pemberian <i>Azolla</i>						
A1 = 0,5 kg / plot	56,67	a	172,42	a	271,04	b
A2 = 1,0 kg / plot	53,21	a	175,42	a	273,92	b
A3 = 1,5 kg / plot	62,88	a	177,63	a	290,71	a
A4 = 2,0 kg / plot	52,46	a	173,92	a	247,92	bc

Keterangan: Angka-angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%

Tabel 2. Rataan Jumlah Cabang dan Umur Berbunga (hari) Akibat Interval Waktu Pemberian *Azolla* Dengan Dosis Pemberian *Azolla* Umur 5 MST.

Perlakuan	Parameter			
	Jumlah Cabang		Umur Bunga (HST)	
W = Interval Waktu Pemberian <i>Azolla</i>				
W1 = Saat Tanam	3,92	a	46,33	A
W2 = 1 MST	3,54	b	46,50	A
W3 = 2 MST	2,92	c	46,67	A
W4 = 3 MST	2,79	c	46,54	A
A = Dosis Pemberian <i>Azolla</i>				
A1 = 0,5 kg / plot	2,88	c	46,58	A
A2 = 1,0 kg / plot	3,29	b	46,75	A
A3 = 1,5 kg / plot	3,83	a	45,92	A
A4 = 2,0 kg / plot	3,17	bc	46,79	A

Keterangan: Angka-angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%

Tabel 3. Rataan Produksi Per sampel (g) dan Produksi Per plot (kg) Akibat Interval Waktu Pemberian *Azolla* Dengan Pemberian Dosis *Azolla*.

Perlakuan	Parameter			
	Produksi per sampel (g)		Produksi per plot (kg)	
W = Interval Waktu Pemberian <i>Azolla</i>				
W1 = Saat Tanam	414,04	A	1,906	A
W2 = 1 MST	313,03	B	1,515	B
W3 = 2 MST	267,67	B	1,416	B
W4 = 3 MST	227,02	C	1,255	C
A = Dosis Pemberian <i>Azolla</i>				
A1 = 0.5 kg / plot	235,94	C	1,326	B
A2 = 1,0 kg / plot	318,34	B	1,615	B
A3 = 1.5 kg / plot	419,56	A	2,016	A
A4 = 2,0 kg / plot	247,92	B	1,135	C

Keterangan: Angka-angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%

Pada Tabel 3 rata-rata produksi per plot (kg) akibat interval waktu pemberian *Azolla* dengan pemberian dosis *Azolla*, perlakuan W1 memberikan rata-rata produksi per plot tertinggi sebesar 1,906 kg dan pada perlakuan A3 sebesar 2,016 kg. Dimana pada saat tertentu *Azolla* dapat tersedia bagi pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan produksi tanaman, sesuai dengan pernyataan [1], aplikasi dari kompos *Azolla* dapat lebih efektif untuk diserap oleh tanaman dalam bentuk yang tersedia karena dapat membantu mempercepat pembentukan malai dan menghasilkan produksi yang tinggi pada tanaman padi.

Hasil analisis statistik diketahui bahwa interaksi antara perlakuan pengaruh interval waktu dan dosis pemberian kompos *Azolla*

berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman (cm), jumlah cabang, umur berbunga (hari), produksi per sampel (g) dan produksi per plot (kg). Hal ini karena antara perlakuan belum menunjukkan hubungan yang saling mendukung dalam mempengaruhi aktivitas tanaman dan respon dari tanaman tergantung pada pupuk yang diberikan mampu atau tidak merespon terhadap interval waktu dengan dosis yang diaplikasikan.

Menurut [10], interaksi antar dua perlakuan atau lebih dapat terjadi ketika unsur hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam bentuk yang tersedia, seimbang dan dalam konsentrasi yang optimum dan hal yang penting dalam

penyediaan unsur hara juga didukung oleh faktor lingkungan.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara interval waktu dan dosis pemberian *Azolla* berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang dilakukan.
2. Perlakuan interval waktu pemberian kompos *Azolla* berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman umur 3 dan 4 MST, namun berpengaruh sangat nyata pada umur 5 MST, berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah cabang, produksi persampel dan produksi perplot. Sedangkan umur berbunga menunjukkan berpengaruh tidak nyata. Perlakuan *Azolla* pada saat tanam menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu dengan produksi per sampel sebesar 414,04 g.
3. Perlakuan dosis pemberian *Azolla* berpengaruh tidak nyata saat umur 3 dan 4 MST, namun berpengaruh sangat nyata umur 5 MST pada parameter tinggi tanaman, namun berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah cabang, produksi persampel, produksi perplot dan berpengaruh tidak nyata pada parameter umur berbunga, dimana dosis A3 dapat meningkatkan hasil semua parameter tanaman kacang panjang. Aplikasi *Azolla* dengan dosis 1,5 kg kompos *Azolla*/ Plot dapat memberikan hasil yang lebih baik terhadap produktivitas tanaman kacang panjang yaitu dengan produksi per sampel sebesar 419,56 g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rukmana, R. 2011. *Bertanam kacang panjang* (Yogyakarta: Kanisius)
- [2] Djojowito, S. 2000. *Azolla, Pertanian Organik dan Multiguna* (Yogyakarta: Kanisius)
- [3] Sutanto, R. 2012. *Pertanian organik; menuju pertanian Alternatif dan Berkelanjutan* (Yogyakarta: Kanisius)
- [4] Bhuvaneshwari, K. and P. K. Singh. 2015. Response Of Nitrogen-Fixing Water Fern *Azolla* Biofertilization To Rice Crop. *Jurnal Biotechnology*. Vol. 5 No. 4 : 523 – 529
- [5] Mulyanto, F. D., N. E. Suminarti dan Sudiarsono. 2018. Respon Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) Pada Berbagai Aplikasi Pupuk N dan Kompos *Azolla*. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 6 No. 5: 791-800
- [6] Maftuchah. 2004. *Asosiasi azolla dengan anabaena sebagai sumber nitrogen alami dan manfaatnya sebagai bahan baku protein*. Pusat Bioteknologi Pertanian (Malang: Universitas Muhammadiyah Malang)
- [7] Suarsana, IM. 2011. Habitat dan niche paku air tawar (*Azolla pinnata* Linn.) (suatu kajian komponen penyusun ekosistem). *Widyatech, Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 11 No. 2 : 1-15
- [8] Sudjana, B. 2014. Penggunaan azolla untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Solusi*. Vol. 11(2) : 72-81
- [9] Gunawan, I, dan Kartina, R. 2018. *Pertumbuhan Vegetatif, Akar, dan Nodula Tanaman Kacang hijau (Vigna radiata L.) Akibat Pemberian Kompos Azolla (Azolla pinnata) Bentuk Pellet dan Calcium Carbonate (CaCO3) Tanah Ultisols Masam*. Prod. Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. (Lampung: Politeknik Negeri Lampung). Hal.196-200
- [10] Mahmudah, LH, Koesrihati dan Nawawi, M. 2017. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Pemberian Berbagai Dosis Kompos *Azolla* (*Azolla pinnata*) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *J. PT* Vol. 5 No. 3 : 390-6
- [11] Gunawan, I. 2014. Kajian Peningkatan Peran *Azolla* Sebagai Pupuk Organik Kaya Nitrogen Pada Padi Sawah. *J. PPT*. Vol. 14 No. 2 : 134-8
- [12] Kustino, G, Indrawati, J, Herawati. 2012. Kajian aplikasi kompos azolla dan pupuk anorganik untuk meningkatkan hasil padi sawah. *J. A*. Vol. 7 No. 2: 26-28
- [13] Prasetya, B, Kurniawan, S, & Febrianingsih, M. 2009. Pengaruh dosis dan frekuensi pupuk cair terhadap serapan N dan pertumbuhan sawi (*Brassica juncea* L.) pada entisol. *J.A*, Vol. 17 No. 5 : 1022-9
- [14] Mandiri, TKT. 2011. Pedoman bertanam kacang panjang (Bandung: Nuansa Aulia)