

PENGARUH DOSIS P DALAM FOSFAT ALAM PADA PENINGKATAN BIOMASA *AZOLLA* *MICROPHYLLA* KAULFUSS

**Effect of P Dose of Natural Phosphate on Increasing
Biomass of *Azolla microphylla* Kaulfuss**

**Mahmudah Hamawi ¹⁾, Husni Thamrin
Sebayang ²⁾, dan Setyono Yudo Tyasmoro ²⁾**

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Darussalam Gontor

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Korespondensi penulis : hamawi_mud@yahoo.com

Abstrak: *Azolla microphylla* ialah salah satu tanaman air yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. Penambahan unsur hara P dari fosfat alam pada tanah sawah diharapkan mampu meningkatkan biomasa *azolla*. Waktu pembenaman *azolla* yang tepat mampu menyediakan hara bagi tanaman padi terutama N. Percobaan dilaksanakan pada tanggal 2 Desember 2006 hingga 5 April 2007 di desa Tegalgondo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang (ketinggian 550 m dpl). Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara factorial, terdiri dari 2 faktor

dan disertai kontrol (perlakuan anorganik) sebagai bahan pembandingan. Faktor pertama ialah dosis (P) dalam fosfat alam yang terdiri atas 4 taraf, yaitu : $P_0 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$; $P_1 = 25 \text{ kg P ha}^{-1}$; $P_2 = 50 \text{ kg P ha}^{-1}$; $P_3 = 75 \text{ kg P ha}^{-1}$. Faktor Kedua ialah waktu pembenaman pupuk *azolla* (W) yang terdiri atas 4 taraf, yaitu : $W_1 =$ dibenamkan 1 hari sebelum tanam padi; $W_2 = 50 \%$ *azolla* di lahan ditanamkan pada waktu 14, 28 dan 42 hari setelah tanam (hst) padi; $W_3 = 50 \%$ *azolla* di lahan ditanamkan pada waktu 21 dan 49 hst padi; $W_4 = 50 \%$ *azolla* di lahan ditanamkan pada waktu 35 hst padi. Percobaan diulang 3 kali. Peubah *azolla* meliputi : bobot segar *azolla*, kandungan N, P, K *Azolla* sebelum dan sesudah perlakuan dan dekomposisi *azolla*. Pengamatan pertumbuhan padi dilakukan dengan cara destruktif dan non destruktif pada umur 20, 30, 40, 50, 60 hst, dan pada saat panen. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dosis 75 kg P dalam fosfat alam yang berinteraksi dengan pembenaman *azolla* merupakan dosis yang paling efektif dalam meningkatkan biomassa *azolla*.

Kata kunci: P, fosfat alam, *Azolla microphylla* Kaulfuss, biomasa.

Abstract: *Azolla microphylla* is one of the green resources fertilizer, adding natural P respectively will increase the biomass including. The on time embedding of *azolla* are able to provide nutrition to the plants such as rice especially N. The experiment was conducted in Desember 2nd, 2006 - April 5th, 2007 in Tegalgondo, Karangploso, Malang, East Java (550 m up sea level). The experiment applied Randomized Block Design (RBD) under two factors, dose and embedding time with three replications. The doses were applied are $P_0 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$; $P_1 = 25 \text{ kg P ha}^{-1}$; $P_2 = 50 \text{ kg P ha}^{-1}$; and $P_3 = 75 \text{ kg P ha}^{-1}$. The embedding times were a day before planting, 50 % *azolla* in 14, 28 and 24 days after planting, 50 % *azolla* in 21 and 49 days after

planting, and 50 % *azolla* in 35 day after planting. The parameters of observation were wet weigh of *azolla*; N, P , K contents before and after treatments and *azolla* decompositions. The result showed 75 kg P ha⁻¹ with interaction of *azolla* embedding, was the most effective dose to increased *azolla* biomass.

Keywords: P, natural phosphate, *Azolla microphylla* Kaulfuss, biomass.

1. Pendahuluan

Kebutuhan pupuk anorganik khususnya untuk tanaman padi semakin meningkat dan tidak diikuti dengan peningkatan produksi yang nyata. Peningkatan kebutuhan pupuk anorganik menandakan terjadinya ketidak efisienan penggunaan pupuk anorganik pada produksi padi. Kandungan bahan organik tanah yang rendah menunjukkan bahwa kesuburan tanah sawah berkurang. Hasil penelitian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur pada tahun 2001 menunjukkan bahwa 99 % tanah sawah di Jawa Timur memiliki kandungan C-organik sangat rendah hingga rendah (Suyamto *et al.*, 2001). C-organik memiliki peran penting di dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. KTK tanah berfungsi untuk menjaga unsur hara di dalam tanah tidak mudah hilang melalui pencucian dan aliran permukaan. Usaha peningkatan kesuburan tanah dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik, dan mampu menghapuskan pemakaian pupuk anorganik.

Beberapa petani padi sudah ada yang tidak menggunakan pupuk anorganik setelah beberapa tahun mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Pupuk organik yang biasa digunakan oleh petani berasal dari kompos, kotoran hewan, sisa tanaman pertanian dan

pupuk hijau. Kualitas bahan organik yang digunakan oleh petani bermacam-macam, ada yang berkualitas rendah hingga tinggi.

Azolla microphylla ialah salah satu tanaman air yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau. *Azolla* memiliki kandungan N yang tinggi (2-5 %) dan C/N rasionya rendah (15 - 18 %) (Khan, 1988). *Azolla* termasuk tanaman berkualitas tinggi. Tanaman yang berkualitas tinggi memiliki kandungan N tinggi, kandungan lignin dan polifenol rendah (Handayanto, 1996). Suatu bahan organik akan mudah terdekomposisi jika nisbah C/N nya < 20. Bahan organik yang memiliki kandungan N > 2,5 %, kandungan lignin < 15 % dan kandungan polifenol < 4 % dikatakan berkualitas tinggi (Hairiah *et al.*, 2000).

Pupuk hijau *azolla* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif pengganti pupuk urea atau pupuk N. *Azolla* memiliki kemampuan yang sama dengan urea untuk meningkatkan produksi padi. Hasil penelitian di desa Jatiguwi, kecamatan Sumberpucung, kabupaten Malang menunjukkan bahwa tanaman padi yang ditebari *Azolla* dan tidak dipupuk urea dapat meningkatkan hasil 12,9 % dari tanaman padi yang diberi urea (Hidayat dan Rosliani, 1996). Pelepasan unsur hara N terjadi 2 - 3 minggu setelah *Azolla* ditanamkan ke dalam tanah, kemudian menurun sampai minggu ke-7.

Pemanfaatan *azolla* sebagai pupuk hijau masih belum banyak dilakukan oleh petani. Petani memiliki beberapa kendala di dalam memanfaatkan *azolla* sebagai pupuk hijau. Kendala petani di dalam memanfaatkan *azolla* sebagai berikut : 1) jumlah *azolla* yang digunakan sebagai pupuk hijau sangat banyak antara 5-20 ton ha⁻¹, 2) lahan yang dimiliki petani rata - rata sempit (dibawah 1 ha) sehingga untuk memenuhi jumlah *azolla* yang digunakan harus mengambil dari tempat lain, 3) unsur hara P sangat diperlukan *azolla* untuk meningkatkan pertumbuhannya sedangkan rerata P tersedia di

dalam tanah rendah. Upaya penanaman *azolla* di sela – sela tanaman padi diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pupuk hijau *azolla* bagi tanaman padi, dan penambahan unsur hara P dari fosfat alam pada tanah diharapkan mampu meningkatkan biomasa *azolla*. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui dosis P dalam fosfat alam yang optimal untuk peningkatan biomasa *azolla*.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmu pengetahuan (teknologi) tentang pemanfaatan pupuk hijau *azolla* pada budidaya padi bagi petani, serta Meningkatkan bahan organik tanah pada lahan sawah dengan penggunaan pupuk hijau *azolla*.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di desa Tegalondo, Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dengan ketinggian 550 m dpl (diatas permukaan laut). Penelitian dimulai pada tanggal 2 Desember 2006 hingga 5 April 2007.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ialah : benih padi varietas Mentik wangi, *Azolla microphylla* Kaulfuss, fosfat alam, Durosban.

Alat yang digunakan ialah : Bajak, cangkul, sabit, bakul plastik, bagan warna daun (BWD), timbangan, *leaf area meter* (LAM), oven.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara factorial, terdiri dari 2 faktor dan disertai kontrol sebagai bahan pembanding. Faktor pertama ialah dosis (P) dalam fosfat alam yang terdiri atas 4 taraf, yaitu :

$$P_0 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$P_1 = 25 \text{ kg P ha}^{-1}$$

$$P_2 = 50 \text{ kg P ha}^{-1}$$

$$P_3 = 75 \text{ kg P ha}^{-1}$$

Parameter yang di amati meliputi : bobot segar *azolla*, kandungan N, P, K *Azolla* sebelum dan sesudah perlakuan dan dekomposisi *azolla*. Data yang terkumpul dianalisa dengan menggunakan Analisis varian, kemudian yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji : BNT dan Ortogonal kontras. Bahan uji *azolla* di analisa di laboratorium tanah fakultas pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Bobot segar *azolla*

Dari tabel 1 terlihat pengaruh dosis P dalam fosfat alam terhadap W_2 pada bobot segar *azolla* didapatkan perlakuan P_3 menghasilkan bobot segar *azolla* yang paling besar dan berbeda nyata dengan perlakuan P_0 , P_1 dan P_2 umur 35 hari

Tabel 1. Rata - rata bobot segar *azolla* berdasarkan dosis P dalam fosfat alam pada perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 dan umur pengamatan

Rata - Rata Bobot Segar <i>Azolla</i> Berdasarkan Dosis P dalam Fosfat Alam pada Perlakuan W_2 (Pembenaman <i>azolla</i> 14, 28 dan 42 HST padi) dan Umur Pengamatan							
	7 hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari	35 Hari	42 Hari	
P0	6.22	6.12	8.93	4.11	5.05	a	4.37 a
P1	5.09	5.55	8.17	4.73	5.60	a	4.52 a
P2	5.72	6.98	8.52	4.74	5.29	a	4.92 ab
P3	4.91	7.33	9.39	5.34	6.08	b	6.05 b
BNT 5%	tn	tn	tn	tn	0.68		1.16

Pengaruh Dosis P dalam Fosfat Alam pada Peningkatan Biomasa *Azolla microphylla* Kaulfuss

Rata - Rata Bobot Segar *Azolla* Berdasarkan Dosis P dalam Fosfat Alam pada Perlakuan W3 (Pembenaman *azolla* 21 dan 49 HST padi) dan Umur Pengamatan

	7 hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari	35 Hari	42 Hari
P0	5.59	9.00 b	5.81	3.83	4.95 ab	4.72 a
P1	5.58	8.16 a	6.61	4.11	3.74 a	4.84 ab
P2	7.11	11.20 d	8.06	4.23	5.06 b	5.62 b
P3	5.88	10.14 c	7.11	4.63	5.36 b	6.40 c
BNT 5%	tn	1.11	tn	tn	0.83	1.05

Rata - Rata Bobot Segar *Azolla* Berdasarkan Dosis P dalam Fosfat Alam pada Perlakuan W4 (Pembenaman *azolla* 35 HST padi) dan Umur Pengamatan

	7 hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari	35 Hari	42 Hari
P0	4.99	7.26	7.57	3.52 a	2.17 a	3.36
P1	5.62	9.15	9.11	5.06 c	3.75 b	4.85
P2	6.36	9.33	9.13	5.01 b	3.59 b	4.77
P3	5.56	9.44	10.27	6.21 d	3.86 b	5.27
BNT 5%	tn	tn	tn	0.61	0.53	tn

Keterangan : $P_0 = 0$ kg P, $P_1 = 25$ kg P dalam fosfat alam, $P_2 = 50$ kg P dalam fosfat alam, $P_3 = 75$ kg P dalam fosfat alam. Bilangan yang diikuti huruf sama pada umur pengamatan sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf $\alpha = 0,05$ tn = tidak nyata

Tabel 2. Bobot Segar Total Pertumbuhan *azolla* pada Perlakuan Pembenaman *Azolla*

Perlakuan	Bobot segar <i>azolla</i> awal (ton / ha)	Total bobot segar pertumbuhan <i>azolla</i> (ton / ha)	Prosentase kenaikan bobot segar <i>azolla</i>
W1 (Pembenaman <i>azolla</i> 1 hari sebelum tanam padi)	5	0	0
W2 (Pembenaman <i>azolla</i> 14, 28 dan 42 HST padi)	5	12.32	146.4 %
W3 (Pembenaman <i>azolla</i> 21 dan 49 HST padi)	5	12.67	153.4 %
W4 (Pembenaman <i>azolla</i> 35 HST padi)	5	12.45	149 %

Pada umur 42 hari, perlakuan P_3 menghasilkan bobot segar *azolla* yang besar seperti perlakuan P_2 dan berbeda nyata dengan perlakuan P_0 dan P_1 . Sedangkan pengaruh dosis P dalam fosfat alam terhadap W_3 terlihat perlakuan P_3 menghasilkan bobot segar *azolla* yang paling besar dan berbeda nyata dengan perlakuan P_0 , P_1 dan P_2 . Pada umur 35 hari, P_2 dan P_3 menghasilkan bobot segar *azolla* yang besar seperti perlakuan P_0 dan berbeda nyata dengan perlakuan P_1 . Selanjutnya pengaruh dosis P dalam fosfat alam terhadap W_4 terlihat perlakuan P_1 menghasilkan bobot segar *azolla* yang paling besar dan berbeda nyata dengan perlakuan P_0 , P_2 dan P_3 umur 28 hari. Pada umur 35 hari, perlakuan P_1 , P_2 dan P_3 menghasilkan bobot segar *azolla* yang lebih besar dan berbeda nyata dengan perlakuan P_0 .

Dari tabel 2 terlihat perlakuan W_1 tidak terdapat jumlah total bobot segar *azolla*, sedangkan W_2 , W_3 dan W_4 menghasilkan total bobot segar pertumbuhan *azolla* yang sama besar. Bobot segar *azolla* pada perlakuan W_2 mengalami kenaikan 146,4 % dari bobot awal. Pada perlakuan W_3 , bobot segar *azolla* naik 153,4 % dari bobot awal.

Selanjutnya bobot segar *azolla* pada perlakuan W_4 naik 149% dari bobot awal.

3.2. Kandungan N, P dan K *azolla* sebelum dan setelah perlakuan dosis P dalam fosfat alam

N total *azolla* setelah mengalami perlakuan dosis P dalam fosfat alam mengalami perubahan (tabel 3). Pada perlakuan P_0 , P_1 dan P_2 nilai N total *azolla* mengalami penurunan dari nilai sebelum perlakuan. N total *azolla* pada perlakuan P_0 turun 4,56 %. Pada perlakuan P_1 , nilai N total *azolla* turun 20,7%. N total *azolla* pada perlakuan P_2 turun 8,18%. Selanjutnya nilai N total *azolla* pada perlakuan P_3 naik 8,14%. Nilai P dalam *azolla* setelah perlakuan terjadi penurunan. Penurunan nilai P dalam *azolla* pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 dan P_3 berturut - turut sebagai berikut : 59,26%, 95,46%, 65,39% dan 19,4%. Nilai K dalam *azolla* setelah perlakuan mengalami kenaikan. Kenaikan nilai K dalam *azolla* pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 dan P_3 berturut - turut sebagai berikut : 933%, 709,5%, 828,57% dan 1195,95%.

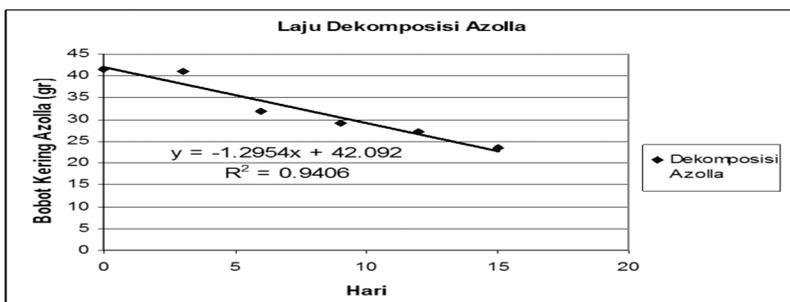
Tabel 3. Hasil Analisa N, P dan K *Azolla* sebelum dan sesudah perlakuan dosis P dalam fosfat alam

Hasil Analisa <i>Azolla</i> Sebelum dan Setelah Perlakuan Dosis P dalam Fosfat Alam*			
	N Total	P	
		HNO ₃ + HClO ₄	
Sebelum Perlakuan	3.44%	0.43%	0.21%
Sesudah Perlakuan Dosis P dlm Fosfat Alam			
P_0 (Tanpa P)	3.29%	0.27%	2.17%
P_1 (25 kg P dalam Fosfat alam)	2.85%	0.22%	1.70%
P_2 (50 kg P dalam Fosfat alam)	3.18%	0.26%	1.95%
P_3 (75 kg P dalam Fosfat alam)	3.72%	0.36%	2.72%

*) Hasil Uji Laboratorium Tanah Universitas Brawijaya.

3.3. Waktu Dekomposisi *Azolla*

Waktu dekomposisi *azolla* memiliki pola linier, seperti yang ditunjukkan persamaan linier pada gambar 1. Persamaan linier laju dekomposisi *azolla* sebagai berikut : $Y = -1,2954X + 42,092$. Pada hari ke 0 atau sebelum terjadi dekomposisi bobot kering *azolla* sebesar 42,09 gr. Pada hari ke-15 dekomposisi *azolla* masih tersisa bobot kering *azolla* sebesar 23,37 gr, sehingga dekomposisi *azolla* belum selesai.



Gambar 1. Waktu dekomposisi *azolla* (perubahan bobot kering)

Menurut persamaan linier tersebut *azolla* akan selesai dekomposisi pada hari ke-32. *Azolla* termasuk tanaman berkualitas tinggi dan mudah mengalami dekomposisi. Hasil analisa Laboratorium Tanah Universitas Brawijaya pada tabel 4 menunjukkan bahwa *azolla* yang digunakan memiliki C/N rasio 8, kandungan N sebesar 3,44 %. Suatu bahan organik akan mudah terdekomposisi jika nisbah C/N nya < 20. Bahan organik yang memiliki kandungan N > 2,5%, kandungan lignin < 15 % dan kandungan polifenol < 4% dikatakan berkualitas tinggi (Hairiah *et al.*, 2000).

Azolla yang mengalami dekomposisi akan melepaskan unsur hara ke lingkungannya. Unsur hara yang dilepas menyebabkan perubahan sifat kimia tanah. Tanah sebelum terjadi dekomposisi mengandung 0,18% N; 11,33 mg kg⁻¹ P; dan 0,48 me/100g K; dan setelah

Pengaruh Dosis P dalam Fosfat Alam pada Peningkatan Biomasa *Azolla microphylla* Kaulfuss

terjadi dekomposisi memiliki kandungan kimia sebagai berikut : 0,17 % N; 6,23 mg kg⁻¹ P; dan 0,15 me/100g K (tabel 5). Setelah dekomposisi terjadi penurunan nilai N, dan P, sedangkan kandungan K sedikit mengalami kenaikan. Kadar N, dan P tanah sebelum dan sesudah dekomposisi tergolong masih rendah, kadar K mengalami kenaikan dari rendah menjadi sedang. Kandungan N dalam tanah kurang dari 0,3% termasuk kandungan N tanah rendah, kandungan P dalam tanah kurang dari 15 mg kg⁻¹ termasuk dalam kandungan P tanah rendah, dan kandungan K dalam tanah kurang dari 0,5 me/100g termasuk kandungan K tanah rendah (Rosmarkam dan Yuwono, 2006).

Tabel 4. Hasil Analisa Kandungan *Azolla*

Hasil Analisa <i>Azolla</i>*						
	C Organik	N Total	C/N	BO	P	K
Kandungan <i>Azolla</i>	28.07%	3.44%	8	48.56%	0.43%	0.21%

*) Hasil Uji Laboratorium Tanah Universitas Brawijaya

Tabel 5. Perubahan kimia tanah sebelum dan sesudah dekomposisi *azolla*

Perubahan kimi tanah sebelum dan sesudah dekomposisi <i>azolla</i>			
	N total	P	K
Kimia tanah sebelum dekomposisi <i>azolla</i>	0.18 %	11.33 mg kg-1 (P-Bray)	0.48 me/100g (NH4OAC 1 N ph:7)
Kimia tanah sesudah dekomposisi <i>azolla</i>	0.17%	6.23 mg kg-1 (P.Brays)	0.51 me/100g (NH4OAC 1 N ph:7)

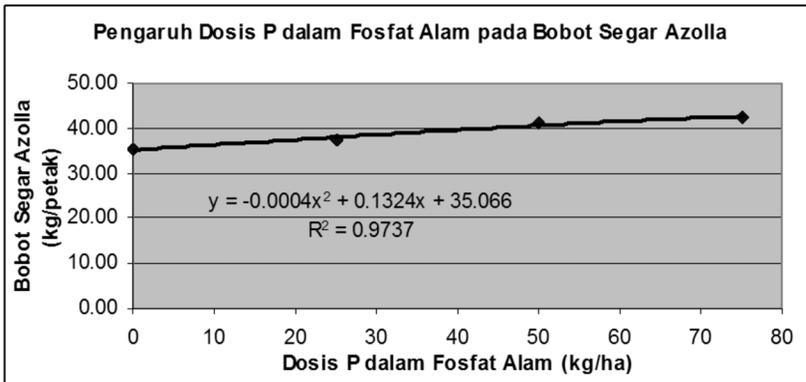
*) Hasil Uji Laboratorium Tanah Universitas Brawijaya

3.4. Pertumbuhan dan dekomposisi *azolla*

Unsur hara P dalam fosfat alam nyata mempengaruhi bobot segar *azolla*. Pemberian 25 kg, 50 kg dan 75 kg P dalam fosfat alam lebih meningkatkan bobot segar *azolla* pada hampir semua perlakuan waktu pembedaan *azolla*, sedangkan petak yang tidak diberi P menghasilkan bobot segar *azolla* yang sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara P yang terkandung dalam fosfat alam mampu dimanfaatkan *azolla*. Fosfat alam memiliki kandungan P yang sangat rendah ($< 15\%$ P), pengotor fosfat alam biasanya adalah liat dan bahan - bahan lain (Winarso, 2005). Fosfat alam sangat lambat dalam melepaskan P, dan *azolla* masih mampu memanfaatkan P dalam fosfat alam. *Azolla* tumbuh lebat sejak tahun 1980-an di lahan tanaman padi di Mindanao Selatan, Philipina, yang kaya unsur P (Watanabe and Ramirez, 1990).

Fosfat ialah unsur hara yang diperlukan *azolla* untuk pertumbuhan. Unsur P meningkatkan pertumbuhan *azolla* (Singh, 1977). Unsur P menjadi faktor pembatas pertumbuhan *azolla*, yang sangat diperlukan pada waktu pertumbuhan vegetatif *azolla* (Ali and Watanabe, 1987). Rata - rata pertumbuhan *Azolla microphylla* meningkat ketika konsentrasi P berkisar 0-2 ppm, tetapi bobot segar akan stabil pada konsentrasi P yang tinggi dan konsentrasi minimum P yang diperlukan untuk pertumbuhan maksimal ialah 2 ppm (Arora and Saxena, 2005). *Azolla* memerlukan P dalam fotosintesis untuk menghasilkan ATP. Terdapat hubungan yang erat antara fotosintesis dengan fiksasi N_2 . Fotosintesis hanya terjadi pada *azolla* dan hasil fotosintesis disuplai ke *Annabaena azollae*. Fiksasi N_2 hanya terjadi di dalam sel *Annabaena azollae*, N_2 diubah menjadi NH_4^+ , kemudian *azolla* mendapatkan NH_4^+ dari *Annabaena azollae* (Ladha and Watanabe, 1982). Stress P menyebabkan *azolla* memiliki kandungan N total rendah (Lumpkin, 1987).

Pengaruh Dosis P dalam Fosfat Alam pada Peningkatan Biomasa *Azolla microphylla* Kaulfuss



Gambar 2. Pengaruh dosis P dalam fosfat alam pada bobot segar *azolla*

Dari gambar 2 terlihat pengaruh dosis P dalam fosfat alam pada bobot segar *azolla* berbentuk polinomial. Persamaan polinomial pengaruh dosis P dalam fosfat alam pada bobot segar *azolla* sebagai berikut :

$$Y = -0.0004x^2 + 0.1324x + 35,066.$$

Menurut persamaan tersebut didapatkan dosis optimum untuk meningkatkan bobot segar *azolla* ialah 165,5 kg P dalam fosfat alam. Sehingga dosis P dalam fosfat alam yang optimal dari dosis yang diuji coba untuk meningkatkan bobot segar *azolla* ialah 75 kg P dalam fosfat alam yang lebih mendekati dosis optimum hasil persamaan. Pertumbuhan *azolla* pada semua perlakuan waktu penanaman *azolla* mengalami pertumbuhan optimal pada 20–40 HST padi. *Azolla* yang disebarakan ke lahan padi pada saat 7 HST padi, setelah 7 hari bobot segar bertambah dan mulai ditanamkan ke lahan sesuai dengan perlakuan waktu penanaman *azolla*. Hasil regresi pertumbuhan *azolla* pada semua perlakuan waktu penanaman *azolla* menunjukkan bahwa pertumbuhan *azolla* optimal pada 20–40 HST padi. *Azolla* memerlukan cahaya yang penuh dalam pertumbuhan.

Cahaya sangat diperlukan oleh *Anabaena azollae* untuk aktifitas pengikatan N. *Azolla* tumbuh normal pada cahaya 50% dari cahaya penuh. *Azolla* yang ditanam di sela tanaman padi akan mampu tumbuh dengan baik pada saat penanaman padi sampai tanaman padi mulai terjadi pengisian biji (50 – 55 HST) atau sampai tanah tertutup oleh kanopi padi (Khan, 1988).

Azolla rentan terserang hama dan penyakit. Pertumbuhan *azolla* pada musim penghujan (suhu rendah dan lembab) rentan terserang jamur. *Azolla* yang terserang jamur, terlihat bagian tengah tanaman coklat kehitaman dan daun masih kelihatan tetapi kering (Lampiran 4, Gambar 12). Jamur akan mudah sekali menyebar pada *azolla* yang tidak terserang apabila bersinggungan dengan daun *azolla* yang terserang jamur. *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.*, dan *Rhizopus sp.* adalah pathogen jamur yang menyebabkan *azolla* terserang penyakit (Lumpkin, 1987).

Pertumbuhan *azolla* pada suhu tinggi sangat rentan terserang hama, terutama larva *Pyralis sp.*. Pada musim kemarau sering terjadi kegagalan pertumbuhan *azolla* karena terserang larva *Pyralis sp.* Budidaya *azolla* di lahan rentan terserang hama, kenaikan suhu lingkungan akan meningkatkan pertumbuhan hama dan menurunkan pertumbuhan *azolla* (Watanabe and Liu, 1992). *Azolla* yang terserang memiliki ciri bagian tengah tanaman mengering berwarna coklat dan kehilangan daun, sehingga tinggal batang dan cabang. Pada suhu tinggi pertumbuhan larva sangat cepat. Larva membuat perlindungan diri dengan membuat jaring – jaring halus berwarna putih yang rapat diantara daun *azolla*, fungsi jaring – jaring tersebut ialah untuk melindungi diri dari sinar matahari dan pengaruh insektisida yang disemprotkan. Tanaman *azolla* yang terserang, apabila tidak dilakukan penyemprotan dalam waktu 3 hari tanaman *azolla* akan habis. Penyemprotan pestisida alami yang terbuat dari fer-

mentasi daun-daunan hanya mampu menghambat serangan tetapi tidak mampu mengurangi dan membunuh larva.

Azolla rentan terserang hama penyakit karena *azolla* kaya akan N. Tanaman yang kaya N rentan terserang hama penyakit karena N merupakan zat penyusun protein. Pada penelitian ini menggunakan pestisida kimia kontak dan sistemik dengan bahan aktif Clorpirifoes untuk mengurangi dan memberantas jamur dan hama yang menyerang *azolla*. Penyemprotan dilakukan 4 hari sekali sebagai tindakan pencegahan. Terlambat penyemprotan menyebabkan *azolla* terserang hama dan penyakit.

Pertumbuhan dan kemampuan *azolla* dalam memfiksasi N_2 dipengaruhi oleh pengaruh lingkungan, yaitu : suhu, cahaya, kelembaban, kekurangan nutrisi mineral (terutama P), hama dan pathogen (Peoples and Craswell, 1992). Penyemprotan pestisida pada *azolla* mampu mempengaruhi penurunan nilai N total *azolla* setelah perlakuan dosis P dalam fosfat (tabel 4). Pada perlakuan tanpa P, 25 kg P dalam fosfat alam dan 50 kg P dalam fosfat alam nilai N total mengalami penurunan 4,56%, 20,7% dan 8,18% dari nilai sebelum perlakuan sedangkan pada perlakuan 75 kg P dalam fosfat alam nilai N total *azolla* mengalami kenaikan 8,14% dari nilai sebelum perlakuan. Penyemprotan herbisida dan penambahan N anorganik (Urea, ZA) menghambat fiksasi N_2 oleh alga (Watanabe and Liu, 1992). Pestisida yang biasa dibubuhkan pada biji yang akan ditanam, dapat mengurangi jumlah organisme-organisme pemfiksasi N di dalam tanah (Gardner *et al.* 1991). Nilai P setelah perlakuan terjadi penurunan, hal ini dapat disebabkan oleh penurunan nilai N yang menyebabkan penyerapan P menurun. Peningkatan ketersediaan N dapat meningkatkan serapan P oleh tanaman (Winarso, 2005). Kadar K setelah perlakuan mengalami kenaikan. Petak perlakuan tidak ditambahkan amonium atau urea sama sekali. Pemberian

amonium dapat mempengaruhi pelepasan K dari tanah. Semakin banyak ammonium yang diberikan, maka semakin sedikit K yang di lepaskan tanah (Anonim, 2006).

Budidaya *azolla* dilahan padi yang tergenang air bermanfaat bagi petani untuk menyediakan pupuk N organik. Manfaat lain yang diperoleh dari aplikasi *azolla* adalah sebagai berikut : dapat menekan pertumbuhan gulma, menjerap K dari aliran air, sebagai makanan ternak, sebagai makanan ikan, menjerap P dari cairan limbah kotoran organik, mencegah volatilisasi amonium (Watanabe and Liu, 1992).

Penggenangan tanah adalah faktor utama penyebab kehilangan NO_3 dari lahan padi (George *et al.* 1992). Kehilangan NH_4 pada sistem pertanaman padi dipengaruhi oleh faktor - faktor sebagai berikut : komposisi nutrisi dan dosis pupuk, waktu dan cara pemberian pupuk, kedalaman penggenangan air, pertumbuhan alga, konsentrasi NH_3 , pH dan suhu genangan air, dan kecepatan angin (Peoples *et al.* 1995). Penanaman *azolla* disela - sela tanaman padi sawah yang tergenang air termasuk salah satu solusi terbaik untuk mengurangi kehilangan NO_3 dan NH_4 . *Azolla* mampu mengurangi kehilangan N dari genangan air (Mabbayad, 1987). *Azolla* disebarkan ke lahan padi sawah pada saat 3-7 HST padi. Setiap 2 minggu sekali *azolla* dipanen atau ditanamkan disela - sela padi. Pemanenan *azolla* segera sebelum *azolla* menutup permukaan air seperti permadani tebal. Hal ini dilakukan ntuk menghindari serangan hama penyakit dan mengurangi pertumbuhan *azolla* yang tumpang tindih, karena *Azolla* yang terserang hama penyakit akan menjadi inang hama penyakit lainnya, sedangkan pertumbuhan *azolla* yang pesat dan tumpang tindih menyebabkan kematian sebagian *azolla*. Daur hidup *azolla* sekitar 21 hari, setelah tua, *azolla* akan mati dan terbenam dalam tanah mengalami dekomposisi (Khan, 1988). Pemanenan *azolla* yang baik ialah sebelum umur 21 hari.

Jumlah total bobot segar *azolla* pada waktu pembenaman *azolla* didapatkan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 menghasilkan total bobot segar *azolla* yang sama banyak (Tabel 3). Pada perlakuan W_2 terjadi pembenaman *azolla* 3 kali selama masa vegetatif padi. Sedangkan perlakuan W_3 terjadi pembenaman *azolla* 2 kali selama masa vegetatif padi dan perlakuan W_4 hanya terjadi 1 kali pembenaman *azolla* selama masa vegetatif padi. Bobot segar *azolla* meningkat 146,4%, 153,4%, dan 149% pada perlakuan W_2 , W_4 dan W_3 secara berurutan. Pembenaman *azolla* yang berulang kali belum mampu meningkatkan total bobot segar *azolla* selama pertumbuhan vegetatif padi. Pada perlakuan W_1 tidak terdapat peningkatan bobot segar *azolla* karena *azolla* langsung ditanam 1 kali sebelum tanam tanpa ditumbuhkan terlebih dahulu. Bobot segar *azolla* yang masuk ke lahan percobaan perlakuan W_1 , W_2 , W_3 dan W_4 secara berurutan : 5 ton ha^{-1} , 12,31 ton ha^{-1} , 12,67 ton ha^{-1} , dan 12,45 ton ha^{-1} . Dari bobot segar tersebut didapatkan jumlah nilai N yang dilepaskan dari dekomposisi *azolla*. Kandungan air *azolla* sebesar 10%, maka N yang dilepaskan perlakuan W_1 , W_2 , W_3 dan W_4 secara berurutan : 17,2 kg ha^{-1} , 40,2 kg ha^{-1} , 41,3 kg ha^{-1} , dan 40,6 kg ha^{-1} .

Pengamatan waktu dekomposisi *azolla* dengan menggunakan metode *litterbag*. Waktu dekomposisi *azolla* memiliki pola linier, seperti yang ditunjukkan persamaan linier pada Gambar 1. Persamaan linier waktu dekomposisi (hari) terhadap bobot kering *azolla* sebagai berikut : $Y = -1,2954X + 42,092$. Menurut persamaan tersebut pada hari ke- 32 *azolla* baru selesai dekomposisi. *Azolla* termasuk tanaman berkualitas tinggi dan mudah mengalami dekomposisi. *Azolla* yang digunakan penelitian memiliki C/N rasio 8, kandungan N sebesar 3,44 % (tabel 5). Suatu bahan organik akan mudah terdekomposisi jika nisbah C/N nya <20. Bahan organik yang memiliki kandungan N > 2,5 %, kandungan lignin <15 % dan

kandungan polifenol < 4 % dikatakan berkualitas tinggi (Hairiah *et al.*, 2000).

Dekomposisi adalah penurunan bobot kering bahan organik tanaman. Kadar N dan P di dalam bahan organik tanaman akan meningkat selama dekomposisi. Peningkatan tersebut menggambarkan fungsi interaksi antara waktu dekomposisi dengan kehilangan bobot kering bahan organik (Berg and Mc Claugherty, 2003). *Azolla* yang terdekomposisi melepaskan unsur hara ke lingkungannya. Tanah untuk penelitian sebelum terjadi dekomposisi mengandung 0,18% N; 11,33 mg kg⁻¹ P; dan 0,48 me/100g K; dan setelah terjadi dekomposisi memiliki kandungan kimia sebagai berikut : 0,17 % N; 6,23 mg kg⁻¹ P; dan 0,15 me/100g K (tabel 6). Setelah dekomposisi terjadi penurunan nilai N dan P, sedangkan kandungan K sedikit mengalami kenaikan. Kadar N, dan P tanah sebelum dan sesudah dekomposisi tergolong masih rendah, kadar K mengalami kenaikan dari rendah menjadi sedang. Kandungan N dalam tanah kurang dari 0,3% termasuk kandungan N tanah rendah, sedangkan kandungan P dalam tanah kurang dari 15 mg kg⁻¹ termasuk dalam kandungan P tanah rendah, dan kandungan K dalam tanah kurang dari 0,5 me/100g termasuk kandungan K tanah rendah (Rosmarkam dan Yuwono, 2006). Terjadi penurunan kadar N dan P akibat dari adanya transformasi N dan P di dalam tanah. Lahan yang digunakan untuk pengamatan dekomposisi *azolla* adalah tanah terbuka (tidak ada tanaman) dan tergenang air. N dalam tanah dapat hilang dalam bentuk gas (NO₃) atau disebut terjadi denitrifikasi. NO₃ berubah menjadi N₂ dan N₂O yang mudah hilang. Denitrifikasi sering terjadi pada tanah yang tergenang atau terbatasnya oksigen. Tanaman yang berada di atas tanah akan mengurangi denitrifikasi dengan cara penyerapan air dan nitrat untuk mengurangi kadar air dan nitrat dalam tanah. P anorganik dari larutan tanah yang siap diserap tanaman

seringkali terjepit didalam tanah, sehingga P tidak tersedia bagi tanaman. P dalam kadar rendah sering terjepit dalam tanah (Nasih, 2005).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian adalah pemberian dosis 75 kg P dalam fosfat alam paling efektif dalam meningkatkan biomasa *azolla*. Dalam studi kedepan, kegiatan budidaya *azolla* di sela-sela tanaman padi diperlukan perawatan intensif, karena mudah terserang hama penyakit, serta sebaiknya *Azolla* segera dipanen setelah dua minggu, untuk mengurangi serangan hama penyakit.

5. Daftar Pustaka

- Ali, S. and I. Watanabe. 1987. *Respon of azolla to phosphorus, potassium, and zinc in different paddy soil. In Azolla utilization*. IRRI. Philippines. 279 pp.
- Anonim, 2006. Fase pertumbuhan padi. 19 p. <http://www.knowledgebank.irri.org/regionalSites/indonesia/PERTUMBUHAN%20DAN%20MORFOLOGI%20TANAMAN%20PADI/>. Diakses 2 Agustus 2006.
- Arora, A. And S. Saxena. 2005. Phosphorus requirements of *azolla mycrophylla*. *Soil, Nutrient and Managament. India Agriculture Research Institue*. 25-26 p.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Diterjemahkan oleh H.Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- George, T.; J.K. Ladha; R.J. Buresh and D.P. Garrity. 1992. Managing native and legume - fixed nitrogen in lowland rice - based

- cropping system. In Biological nitrogen fixation sustainable agriculture. *Plant and Soil*. 141 : 69 - 91.
- Hairiah, K., S.R. Utami, B.Lusiana, dan M. Van Noordwijk. 2000. *Neraca hara dan karbon dalam sistem agroforestri*. Lecture Note 6. PDF. 19 pp.
- Handayanto, E. 1996. Sinkronisasi N dalam system budidaya pagar. *Jurnal Penelitian Univ Brawijaya* 8 (3) : 1-16.
- Hidayat, A. dan Rini Rosliani. 1996. Pengaruh Pemupukan N, P, dan K pada Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah Kultivar Sumenep. *Buletin Penelitian Hortikultura* 5: 39-43
- Khan, M.M. 1988. *a primer on azolla production and utilization in agriculture*. UPLB, PCARRD and SEARCA. Philippines. 139 pp.
- Ladha, J.K. and I. Watanabe. 1987. *Biochemichel basis of azolla - Anabaena azollae symbiosis*. In *Azolla utilization*. IRRI. Philippines. 47 - 58 p.
- Lumpkin, T.A. 1987. *Enviromental requirements for successfull Azolla growth*. *Azolla utilization*. IRRI. Philippines. 89 - 97 p.
- Mabbayad, B.B. 1987. *The azolla program of Philippines*. In *Azolla utilization*. IRRI. Philippines. 101 - 108 p.
- Nasih. 2005. Hara makro. <http://nasih.staff.ugm.ac.id/pnt3403/hara%20makro.htm>. 5 Agustus. 2006.
- Peoples, M.B. and E.T. Craswell. 1992. Biological nitrogen fixation: Investments, expectations and actual contributions to agriculture. In Biological nitrogen fixation sustainable agriculture. *Plant and Soil*. 141 : 13 - 39.
- Peoples, M.B; R.J. Freney; and A.R. Mosier. 1995. *Minimizing gaseous losses of nitrogen*. In *Nitrogen fertlilization in the environment*. P.E. Bacon (ed.). Marcel Dekker. Inc., New York. 565 - 602 p.
- Rosmarkam, Afandie dan N.W. Yuwono. 2006. *Ilmu kesuburan tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 p.

Pengaruh Dosis P dalam Fosfat Alam pada Peningkatan Biomasa *Azolla microphylla* Kaulfuss

- Singh, P.P. 1997. The use of *azolla* pinnata as a green manure for rice. *In Rice Res. Newsl.* 2 (2) : 7.
- Suyamto, L., Sunaryo, M. Soleh, Suwono, D.P. Saraswati, A.G. Pratama, D. Setyorini, C. Ismail, Mardjuki dan O. Trisno. 2001. *Pemetaan kesuburan tanah lahan sawah dan system produksi padi di Jawa Timur*. Lap. Penel. Kerjasama Dinas Pertanian Propinsi Jawa Timur dengan BPTP. Jawa Timur. 1 – 51 p.
- Watanabe, I. and C. Ramirez. 1990. Phosphorus and nitrogen contents of *azolla* grown in the Phillipines. *Soil. Sci. Plant Nutr.* 36 : 319 – 331.
- Watanabe, I and C.C. Liu. 1992. Improving nitrogen – fixing system and integrating them into sustainable rice farming. In Biological nitrogen fixation sustainable agriculture. *Plant and Soil.* 141 : 57 - 67.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan tanah, dasar kesehatan tanah dan kualitas tanah*. Gava media. Yogyakarta. 269 pp.