

## PENGARUH KONSENTRASI KOTORAN ITIK TERHADAP PERTUMBUHAN *AZOLLA PINNATA*

**Megawati Bohari<sup>1\*</sup>, Agung Primatara Marwan<sup>2</sup>, Reko Rinaldo<sup>3</sup>, Noprizal<sup>4</sup>, Jeeffy Andrian<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Tata Air Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

<sup>4</sup>Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

<sup>5</sup>Program Studi Teknologi Benih, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

\*Corresponding author: megawatibohari@gmail.com

| INFO ARTIKEL                                                                                                                                                                                                                   | ABSTRACT/ABSTRAK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diterima: 01-11-2025<br>Direvisi: 01-12-2025<br>Dipublikasi: 02-01-2026                                                                                                                                                        | <p style="text-align: center;"><b>The Effect of Duck Manure Concentration on the Growth of <i>Azolla Pinnata</i></b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Keywords:</b> <i>Azolla pinnata</i>, duck manure, photosynthesis, sustainable agriculture, nutrient</p> <p><b>Kata kunci:</b> <i>Azolla pinnata</i>, fotosintesis, kotoran itik, pertanian berkelanjutan, unsur hara</p> | <p>This study aimed to examine the effect of different concentrations of duck manure on the growth of <i>Azolla pinnata</i> and to determine the optimal concentration that promotes the best growth performance without reducing the quality of the cultivation medium. The experiment consisted of five treatments: A1 (without duck manure), A2 (20% duck manure + 80% soil), A3 (30% duck manure + 70% soil), A4 (40% duck manure + 60% soil), and A5 (50% duck manure + 50% soil), with an initial <i>Azolla pinnata</i> density of 200 g/m<sup>2</sup>. The results showed that the application of duck manure had a highly significant effect on the growth rate of <i>Azolla pinnata</i> (P&lt;0.01). Among the treatments, A3 produced the highest biomass increase, indicating the most favorable growth response. Duck manure contains essential nutrients such as nitrogen (3.40–4.42%), phosphorus (15.54–17.20%), and potassium (8.50–8.63%), which play vital roles in photosynthesis and tissue formation. These nutrients accelerate cell division and chlorophyll production, thereby enhancing the growth rate of <i>Azolla pinnata</i>. Compared with other organic fertilizers such as chicken, cow, or compost manure, duck manure provides higher nutrient availability and is more readily absorbed by aquatic plants. Therefore, the combination of 30% duck manure and 70% soil can be considered the optimal composition for <i>Azolla pinnata</i> cultivation and has strong potential to be developed as an environmentally friendly organic fertilizer within sustainable agricultural systems.</p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi kotoran itik terhadap pertumbuhan <i>Azolla pinnata</i> serta menentukan dosis optimal yang mampu memberikan pertumbuhan terbaik tanpa menurunkan kualitas media budidaya. Penelitian dilaksanakan dengan lima perlakuan, yaitu A1 (tanpa kotoran itik), A2 (20% kotoran itik + 80% tanah), A3 (30% kotoran itik + 70% tanah), A4 (40% kotoran itik + 60% tanah), dan A5 (50% kotoran itik + 50% tanah), dengan dosis awal <i>Azolla pinnata</i> sebanyak 200 g/m<sup>2</sup>. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian kotoran itik memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan <i>Azolla pinnata</i> (P&lt;0,01). Perlakuan A3 memberikan hasil terbaik dengan peningkatan biomassa tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kotoran itik mengandung unsur hara utama seperti nitrogen (3,40–4,42%), fosfor (15,54–17,20%), dan kalium (8,50–8,63%) yang berperan penting dalam proses fotosintesis serta pembentukan jaringan tanaman. Kandungan nutrisi tersebut mendukung percepatan pembelahan sel dan peningkatan kadar klorofil, sehingga pertumbuhan <i>Azolla pinnata</i> menjadi lebih cepat. Dibandingkan dengan jenis pupuk organik lain seperti kotoran ayam, sapi, atau kompos, kotoran itik memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dan lebih mudah diserap oleh tanaman air. Oleh karena itu, kombinasi 30% kotoran itik dan 70% tanah dapat direkomendasikan sebagai komposisi optimal untuk pertumbuhan <i>Azolla pinnata</i>, serta berpotensi dikembangkan sebagai sumber pupuk organik ramah lingkungan dalam sistem pertanian berkelanjutan.</p> |

### PENDAHULUAN

*Azolla pinnata* merupakan tanaman air yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan alternatif berprotein tinggi untuk unggas dan ikan karena kandungan proteinnya dapat mencapai 20–30% berat kering (Fitriani et al., 2021). Selain itu, *Azolla* juga memiliki kemampuan untuk berasosiasi dengan cyanobacteria *Anabaena azollae* yang mampu

menambat nitrogen dari udara, sehingga sangat potensial sebagai pupuk hijau ramah lingkungan (Rahman et al., 2023). Pertumbuhan *Azolla pinnata* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan ketersediaan unsur hara dalam media tumbuh. Unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) merupakan komponen penting dalam mendukung pembentukan biomassa *Azolla* (Sari & Hidayat, 2022). Komponen ini

biasanya diperoleh dari sistem budidaya sederhana dengan menambah pupuk organik. Kotoran itik, yang memiliki tingkat nitrogen yang tinggi, adalah sumber pupuk organik yang mudah diakses di pedesaan (Nurhidayah et al., 2020).

Kotoran itik berpotensi menjadi sumber nutrisi alami bagi *Azolla pinnata* karena kandungan N, P, dan K nya dapat mendukung pertumbuhan daun dan reproduksi vegetatif. Namun, konsentrasi yang berlebihan justru dapat menurunkan kualitas air akibat peningkatan kadar amonia dan bahan organik terlarut (Lestari et al., 2021). Kondisi tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan *Azolla* terhambat bahkan mati karena ketidakseimbangan ekosistem air (Handayani & Yusuf, 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kotoran unggas seperti ayam dan bebek dalam media budidaya tanaman air dapat meningkatkan pertumbuhan biomassa, namun dosis optimal untuk *Azolla pinnata* masih bervariasi tergantung pada jenis dan konsentrasi kotoran yang digunakan (Nurhidayah et al., 2020; Sari & Hidayat, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kotoran itik terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata* dan menentukan konsentrasi optimal yang dapat memberikan pertumbuhan terbaik tanpa menurunkan kualitas media budidaya.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif (eksplanatori) yang bersifat eksperimen dengan membuat variasi pada variabel bebas kemudian mengamati pengaruhnya pada variabel terikat. Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan di Labocing, Kecamatan Libureng, Kabupaten Bone.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah *Azolla pinnata*. Alat yang digunakan adalah terpal, Timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 g, Jaring, Kamera, Alat tulis menulis, Tanah dan Kotoran Itik.

### Rancangan Percobaan

Budidaya *Azolla pinnata* telah dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak

Kelompok (RAK) dengan masing-masing 5 perlakuan dan 4 ulangan

Persentase campuran media (tanah dan kotoran itik) dihitung berdasarkan berat (w/w). Setiap perlakuan disiapkan dengan komposisi sebagai berikut:

A1 = 0% kotoran itik + 100% tanah (kontrol)

A2 = 20% kotoran itik + 80% tanah

A3 = 30% kotoran itik + 70% tanah

A4 = 40% kotoran itik + 60% tanah

A5 = 50% kotoran itik + 50% tanah

Pada seluruh perlakuan, *Azolla pinnata* diaplikasikan sebanyak 100 g/m<sup>2</sup> pada kolam percobaan. Penelitian ini membutuhkan 20 kolam yang berukuran 1m<sup>2</sup>, dengan perbandingan pemberian kotoran itik dan tanah yang berbeda-beda. Penelitian ini berlangsung selama 3 minggu. Pada tahap persiapan untuk membudidayakan *Azolla pinnata*, menyiapkan kolam terpal yang berukuran 1 m x 1 m dan ketinggian air di dalam kolam cukup antara 10 cm - 15 cm dari lumpur, campuran tanah dan kotoran itik dimasukkan ke dalam kolam secara merata dengan ketebalan sekitar 5 cm (Supartoto et al., 2012). Media setebal 5 cm digunakan untuk setiap kolam 1 m x 1 m, yang berarti volume media 0,05 m<sup>3</sup>, atau setara 65 kg, per kolam. Perlakuan 100% tanah (A1), seluruh 0,05 m<sup>3</sup> tersebut diisi dengan tanah, yang berarti 65 kg per kolam. Perlakuan A2 hingga A5, total media yang digunakan per kolam adalah 65 kg yang dibagi sesuai persentase masing-masing perlakuan; pada A2 media terdiri dari 80% tanah dan 20% kotoran itik sehingga dibutuhkan 52 kg tanah dan 13 kg kotoran per kolam, pada A3 komposisi 70% tanah dan 30% kotoran menghasilkan 45,5 kg tanah dan 19,5 kg kotoran per kolam, pada A4 komposisi 60% tanah dan 40% kotoran membutuhkan 39 kg tanah dan 26 kg kotoran per kolam, sedangkan pada A5 perbandingan 50% tanah dan 50% kotoran membuat setiap kolam berisi 32,5 kg tanah dan 32,5 kg kotoran itik. Selain media tersebut, setiap kolam diisi air setinggi 10–15 cm di atas permukaan media, sehingga membutuhkan sekitar 100–150 liter air per kolam pada semua perlakuan.

Untuk tahap awal dari pembudidayaan *Azolla pinnata*, kotoran itik diambil dari kandang itik peternak itik. Setelah kotoran itik dicampur ke tanah, maka *Azolla pinnata* sebanyak 100 g/m<sup>2</sup> di tebar pada kolam yang terbuat dari plastik.

**Tabel 1.** Analisis Unsur Hara Kotoran Itik

| Jenis Pupuk  | Unsur Hara                             | Kandungan (%) |
|--------------|----------------------------------------|---------------|
|              | Total (N)                              | 3,40 - 4,42   |
| Kotoran Itik | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Fosfor) | 15,54 – 17,20 |
|              | K <sub>2</sub> O (Kalium)              | 8,50 – 8,63   |
|              | Cl (Klor)                              | 0,15 – 0,17   |

Sumber: Hasil analisis laboratorium tanah Maros, 2020.

Rentang nilai pada hasil analisis unsur hara kotoran itik mencerminkan variasi kandungan hara antar sampel dan ketidakpastian pengukuran yang terkait dengan analisis laboratorium. Nilai ketidakpastian statistik tidak disajikan secara terpisah, tetapi kisaran tersebut menunjukkan bahwa nilai unsur hara tidak bersifat absolut, tetapi berada dalam rentang tertentu-

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok). Hasil analisis yang didapatkan adalah berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's (Gasper, 2008), rumus matematikanya:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada satuan percobaan dari perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

$\mu$  = nilai tengah umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\beta_j$  = pengaruh kelompok ke-j

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan pada satuan percobaan dalam perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

### Parameter yang diukur

Parameter yang diukur pada penelitian ini meliputi bobot segar dan laju pertumbuhan *Azolla pinnata*. Bobot segar diukur melalui penimbangan biomassa *Azolla pinnata* setiap minggu selama penelitian

$W_t$  = berat segar *Azolla pinnata* pada waktu ke-t

Keterangan:

$W_t$  = bobot segar *Azolla pinnata* (g)

$t$  = waktu pengamatan (minggu ke-1, ke-2, ke-3,

dan seterusnya)

Laju pertumbuhan dihitung berdasarkan selisih bobot segar antar waktu pengamatan, yaitu bobot segar

minggu ke-t dikurangi bobot segar minggu sebelumnya

$$L_p = W_2 - W_1$$

Keterangan:

$L_p$  = laju pertumbuhan *Azolla pinnata* (g/minggu)

$W_2$  = bobot segar pada minggu pengamatan (g)

$W_1$  = bobot segar pada minggu sebelumnya (g) Analisis unsur hara kotoran Itik dan respon pertumbuhan terhadap konsentrasi kotoran itik, yaitu pengamatan perubahan biomassa *Azolla* pada berbagai persentase kotoran itik (0%, 20%, 30%, 40%, dan 50%) sebagai perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari pemberian konsentrasi kotoran itik Terhadap *Azolla pinnata* memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap laju pertumbuhan *Azolla pinnata* dan bobot segar *Azolla pinnata* yang akan dibahas pada pembahasan berikut:

**Tabel 2.** Pengaruh Pemberian Level Kotoran Itik yang Berbeda Terhadap Bobot Segar *Azolla pinnata*

| Perlakuan | Bobot segar (g/m <sup>2</sup> ) |                      |                     |                      |
|-----------|---------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|           | Awal                            | 1(7Hst)              | 2(14Hst)            | 3(21Hst)             |
| A1        | 100                             | 180 <sup>c</sup>     | 360,75 <sup>c</sup> | 1747,75 <sup>c</sup> |
| A2        | 100                             | 199,5 <sup>d</sup>   | 374,75 <sup>d</sup> | 2050,75 <sup>d</sup> |
| A3        | 100                             | 200 <sup>d</sup>     | 419 <sup>e</sup>    | 2169,5 <sup>e</sup>  |
| A4        | 100                             | 104,75 <sup>a</sup>  | 220,5 <sup>a</sup>  | 500,5 <sup>a</sup>   |
| A5        | 100                             | 125,375 <sup>b</sup> | 303,25 <sup>b</sup> | 1150,5 <sup>b</sup>  |
| Rata-rata | 100                             | 161,925              | 335,65              | 1523,8               |

Keterangan: Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ). A1 = 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata* tanpa kotoran itik; A2 = 20% kotoran itik + 80% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A3 = 30% kotoran itik + 70% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A4 = 40% kotoran itik + 60% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A5 = 50% kotoran itik + 50% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*. Hst. Hari Setelah Tanam.

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa perbedaan konsentrasi kotoran itik memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan bobot segar *Azolla pinnata* pada setiap periode pengamatan (7, 14, dan 21 hari setelah tanam). Secara umum, peningkatan kadar kotoran itik hingga batas tertentu mampu meningkatkan bobot segar *Azolla pinnata*, namun pada dosis yang terlalu tinggi justru terjadi penurunan pertumbuhan. Pada pengamatan hari ke-7, perlakuan A3 (30% kotoran itik + 70% tanah) menunjukkan hasil tertinggi dengan bobot segar mencapai 200 g/m<sup>2</sup>. Nilai ini berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan perlakuan A4 (40%) dan A5 (50%), yang masing-masing menghasilkan bobot segar 104,75 g/m<sup>2</sup> dan 125,37 g/m<sup>2</sup>. Temuan ini menunjukkan bahwa konsentrasi kotoran itik yang moderat mampu menyediakan unsur hara penting

seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam jumlah yang cukup bagi pertumbuhan vegetatif *Azolla pinnata* (Fitriani et al., 2021).

Pada pengamatan hari ke-14, perlakuan A3 masih mempertahankan pertumbuhan terbaik dengan bobot segar mencapai 419 g/m<sup>2</sup>, sedangkan pada A4 dan A5 terjadi penurunan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan A2 dan A3. Penurunan tersebut kemungkinan disebabkan oleh penumpukan amonia dan bahan organik berlebih yang menurunkan kadar oksigen terlarut dalam media. Kondisi ini menghambat proses fotosintesis serta pertumbuhan *Azolla pinnata* (Lestari et al., 2021); (Handayani & Yusuf, 2022).

Pada hari ke-21, perlakuan A3 kembali memberikan bobot segar tertinggi sebesar 2169,5 g/m<sup>2</sup>, diikuti oleh A2 (2050,75 g/m<sup>2</sup>) dan A1 (1747,75 g/m<sup>2</sup>). Sebaliknya, A4 dan A5 masih menunjukkan

pertumbuhan rendah, masing-masing sebesar 500,5 g/m<sup>2</sup> dan 1150,5 g/m<sup>2</sup>. Hasil ini menegaskan bahwa konsentrasi kotoran itik sebesar 30% merupakan tingkat optimal bagi pertumbuhan *Azolla pinnata*.

Pemberian pupuk organik dalam jumlah yang tepat terbukti mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan ketersediaan unsur hara, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan biomassa tanaman air (Putra et al., 2020). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

penggunaan kotoran itik hingga 30% memberikan pertumbuhan yang optimal, sementara dosis yang lebih tinggi justru menurunkan produktivitas *Azolla pinnata*. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik dalam dosis tinggi dapat meningkatkan kadar amonia dalam air dan menurunkan efisiensi fotosintesis tanaman air (Sari & Hidayat, 2022); (A. Rahman et al., 2021).

**Tabel 3.** Pengaruh Pemberian Level Kotoran Itik yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan *Azolla pinnata*  
Laju pertumbuhan (g/m<sup>2</sup>)

| Perlakuan | Awal | 1(7Hst)             | 2(14Hst)             | 3(21Hst)             |
|-----------|------|---------------------|----------------------|----------------------|
| A1        | 100  | 80 <sup>c</sup>     | 180,75 <sup>d</sup>  | 1387 <sup>c</sup>    |
| A2        | 100  | 99,5 <sup>d</sup>   | 174,75 <sup>c</sup>  | 1676 <sup>d</sup>    |
| A3        | 100  | 100 <sup>d</sup>    | 219,5 <sup>e</sup>   | 1750,5 <sup>e</sup>  |
| A4        | 100  | 4,75 <sup>a</sup>   | 115,75 <sup>a</sup>  | 125,125 <sup>a</sup> |
| A5        | 100  | 25,375 <sup>b</sup> | 117,875 <sup>b</sup> | 287,625 <sup>b</sup> |
| Rata-rata | 100  | 61,525              | 161,725              | 570,9626             |

Keterangan : Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ). A1 = 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata* tanpa kotoran itik; A2 = 20% kotoran itik + 80% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A3 = 30% kotoran itik + 70% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A4 = 40% kotoran itik + 60% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*; A5 = 50% kotoran itik + 50% tanah + 200 g/m<sup>2</sup> *Azolla pinnata*.  
Hst: Hari Setelah Tanam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kotoran itik dengan berbagai konsentrasi memberikan Berdasarkan Tabel 3, pemberian kotoran itik dengan level yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap laju pertumbuhan *Azolla pinnata* pada umur 7, 14, dan 21 HST. Secara umum, semakin tinggi proporsi kotoran itik hingga batas tertentu, semakin meningkat laju pertumbuhan *Azolla*. Pada pengamatan 7 HST, perlakuan A3 (30% kotoran itik + 70% tanah) menunjukkan pertumbuhan tertinggi (100), diikuti A2 (99,5), sedangkan pertumbuhan terendah terdapat pada A4 (4,75). Hal ini menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, *Azolla* membutuhkan keseimbangan nutrisi yang optimal. Kadar kotoran itik yang terlalu tinggi (A4 dan A5) diduga menyebabkan kelebihan unsur hara tertentu, khususnya nitrogen dan amonia, yang bersifat toksik bagi *Azolla*.

Perlakuan A3 kembali menunjukkan pertumbuhan tertinggi (219,5), diikuti A1 (180,75) dan A2 (174,75). Perlakuan A4 dan A5 tetap menunjukkan laju pertumbuhan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi 30% kotoran itik adalah dosis terbaik untuk menyediakan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang sangat dibutuhkan *Azolla* untuk pembelahan sel dan pembentukan biomassa. Menurut (Lumpkin & Plucknett (1982) *Azolla* memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat apabila tersedia nutrisi yang cukup, khususnya unsur nitrogen dan fosfor.

Perlakuan A3 (1750,5) mempertahankan laju pertumbuhan tertinggi pada 21 HST, diikuti oleh A2 (1676) dan A1 (1387). Perlakuan A4 dan A5

menunjukkan pertumbuhan yang jauh lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan *Azolla* terhambat jika dosis kotoran itik lebih dari 30%. Ini mungkin karena meningkatnya kadar amonia bebas dan penurunan kualitas media pertumbuhan, seperti penurunan kadar oksigen terlarut dan meningkatnya kekeruhan air, yang keduanya dapat menghambat fotosintesis *Azolla* (Sutanto, 2002; Bhuvaneshwari & Kumar, 2013).

Rata-rata laju pertumbuhan tertinggi secara keseluruhan terdapat pada perlakuan A3 (570,96), sedangkan yang terendah terdapat pada A4. Hasil ini menegaskan bahwa penggunaan kotoran itik sebagai sumber nutrisi organik pada budidaya *Azolla* harus diberikan dalam dosis yang tepat agar tidak menimbulkan efek negatif terhadap pertumbuhan. Kotoran unggas memang kaya nitrogen, namun jika berlebihan dapat bersifat toksik dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Widowati et al., 2012).

Dengan demikian, konsentrasi 30% kotoran itik dapat direkomendasikan sebagai dosis terbaik untuk budidaya *Azolla pinnata* secara efisien dan ramah lingkungan. Kotoran itik mengandung unsur hara makro penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat dibutuhkan oleh *Azolla pinnata* untuk mendukung proses fotosintesis. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil, yaitu pigmen hijau daun yang menangkap energi cahaya untuk menghasilkan bahan organik (Taiz et al., 2017). Fosfor berfungsi dalam pembentukan energi (ATP) yang diperlukan selama fotosintesis, sedangkan kalium

berperan dalam pengaturan air dan aktivitas enzim di jaringan tanaman (Lingga & Marsono, 2019) ; (Salisbury & Ross, 1992). Ketersediaan nutrisi yang cukup dari kotoran itik memungkinkan *Azolla pinnata* berfotosintesis secara lebih aktif sehingga pertumbuhannya meningkat. Namun, jika konsentrasi kotoran itik terlalu tinggi, senyawa amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang terbentuk dapat menjadi racun bagi tanaman dan menurunkan aktivitas fotosintesis (Setyowati et al., 2020). Oleh karena itu, penggunaan dosis kotoran itik yang tepat akan memberikan nutrisi optimal dan mendukung pertumbuhan *Azolla pinnata* secara maksimal (Suhartini et al., 2018a).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan beberapa studi sebelumnya yang melaporkan pengaruh positif sumber nutrisi organik terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata*. (Suhartini et al., 2018b) menemukan bahwa penggunaan kotoran ayam dapat meningkatkan biomassa *Azolla* hingga 35% dibandingkan kontrol tanpa pupuk, karena kandungan nitrogen yang cepat tersedia bagi tanaman. Namun, kotoran ayam memiliki kadar amonia tinggi sehingga berisiko menurunkan pertumbuhan jika digunakan dalam dosis berlebihan.

Penelitian lain oleh (Nurhidayah et al., 2020), menunjukkan bahwa kotoran sapi mampu memperbaiki tekstur media dan menambah unsur P dan K, tetapi efeknya terhadap peningkatan pertumbuhan *Azolla* lebih rendah dibandingkan kotoran unggas karena proses dekomposisinya yang lebih lambat. Sementara itu, penggunaan pupuk kompos menghasilkan pertumbuhan sedang karena ketersediaan unsur haranya stabil, namun tidak secepat pengaruh kotoran itik atau ayam (Wulandari & Sari, 2021).

Dibandingkan dengan sumber pupuk organik lainnya, kotoran itik memberikan keseimbangan yang baik antara ketersediaan nitrogen cepat serap dan unsur makro lainnya. Selain itu, kotoran itik relatif aman dari kelebihan amonia apabila digunakan dalam dosis optimal. Kondisi ini menjelaskan mengapa konsentrasi tertentu dari kotoran itik dapat meningkatkan pertumbuhan *Azolla pinnata* lebih baik dibandingkan jenis pupuk organik lainnya yang telah diteliti sebelumnya.

## KESIMPULAN

Pemberian kotoran itik berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata* ( $P < 0,01$ ). Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi 30% kotoran itik, yang menghasilkan bobot segar tertinggi sebesar 2169,5 g/m<sup>2</sup> pada 21 hari setelah tanam (HST). Kandungan unsur hara utama dalam kotoran itik, yaitu nitrogen, fosfat, dan kalium, berperan penting dalam mendukung proses fotosintesis dan pembentukan jaringan tanaman. Namun, pada konsentrasi lebih dari 40%, pertumbuhan *Azolla pinnata* cenderung menurun akibat kelebihan nutrisi yang dapat menurunkan kualitas media tanam. Dengan demikian, kotoran itik pada konsentrasi 30% dapat direkomendasikan sebagai dosis optimal untuk mendukung pertumbuhan *Azolla pinnata* dan

berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik ramah lingkungan dalam sistem budidaya berkelanjutan.

Disarankan untuk menggunakan kotoran itik dengan konsentrasi 30% sebagai dosis optimum dalam budidaya *Azolla pinnata*. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan untuk mengkaji pengaruh jangka panjang penggunaan kotoran itik terhadap kualitas media tanam serta kestabilan ekosistem air. Selain itu, perlu dilakukan studi perbandingan efektivitas antara berbagai jenis pupuk organik serta penerapannya pada skala lapangan atau sistem akuaponik, guna memperluas pemanfaatan *Azolla pinnata* dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada suami tercinta Abdul Wahab Hadada, S.Si atas kasih sayang, dukungan, dan doa yang tak henti diberikan. Ucapan terima kasih yang mendalam juga penulis persembahkan kepada ayahanda Bohari, S.Sos (Alm) dan ibunda Hasnaeni (Alm) atas segala pengorbanan, kasih sayang, dan doa yang mengiringi setiap langkah penulis. Penghargaan khusus juga disampaikan kepada Kakek Muh. Umar dan Bunda Sutriani atas motivasi serta dukungan moril dan materiil yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhuvaneshwari, K., & Kumar, K. (2013). Effects of organic manures on growth of *Azolla pinnata*. *International Journal of Environmental Biology*, 3(2), 45–49.
- Fitriani, D., Lestari, W., & Handayani, R. (2021). Potensi pupuk organik dalam budidaya tanaman air. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 45–53.
- Gaspar, V. (2008). *Metode Perancangan Percobaan*. CV Armico.
- Handayani, R., & Yusuf, R. (2022). Dampak konsentrasi pupuk organik terhadap kualitas air kolam budidaya tanaman air. *Jurnal Agrohidrologi Tropika*, 5(1), 30–38.
- Lestari, W., Hidayat, N., & Santoso, H. (2021). Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman air dan kualitas media. *Jurnal Bioteknologi Lingkungan*, 3(2), 22–29.
- Lingga, P., & Marsono. (2019). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya.
- Lumpkin, T. A., & Plucknett, D. L. (1982). *Azolla as a green manure: Use and management in crop production*. Westview Press.
- Nurhidayah, R., Putra, A., & Lestari, D. (2020). Pengaruh jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata*. *Jurnal Agrosains*, 22(1), 45–52.
- Putra, A. R., Santoso, H., & Rahayu, L. (2020). Kandungan nutrisi kotoran unggas sebagai pupuk organik cair. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(3), 144–151.
- Rahman, A., Fitriani, N., & Yudha, S. (2021). Respon pertumbuhan *Azolla pinnata* terhadap kadar

- amonia pada media organik. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 10(1), 45–52.
- Rahman, F., Yusuf, R., & Latif, M. (2023). Pakan fermentasi berbasis *Azolla* untuk meningkatkan performa unggas lokal. *Jurnal Teknologi Peternakan*, 9(1), 55–63.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company.
- Sari, M., & Hidayat, N. (2022). Kandungan hara dan pertumbuhan *Azolla pinnata* pada media berbeda. *Jurnal Agrohidrologi Tropika*, 4(1), 12–20.
- Setyowati, E., Suryanto, A., & Widodo, W. (2020). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman air. *Jurnal Biologi Tropika*, 7(1), 45–53.
- Suhartini, S., Hidayat, T., & Fitria, D. (2018a). Analisis kandungan nutrisi pada kotoran itik sebagai pupuk organik cair. *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), 67–74.
- Suhartini, S., Hidayat, T., & Fitria, D. (2018b). Analisis kandungan nutrisi pada kotoran itik sebagai pupuk organik cair. *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), 67–74.
- Supartoto, Widyasunu, P., & Rusdiyanto. (2012). EKSPLORASI POTENSI *Azolla microphylla* dan *Lemna Polyrrhizza* SEBAGAI PRODUSEN BIOMAS BAHAN PUPUK HIJAU, PAKAN ITIK DAN IKAN. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL "Pengembangan Sumber Daya Pedesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II"*, 51.
- Sutanto, R. (2002). *Penerapan pertanian organik*. Kanisius.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Widowati, L. R., Sriwidodo, & Hartatik, W. (2012). *Pengaruh pupuk organik terhadap sifat tanah dan produksi tanaman*. Balai Penelitian Tanah.
- Wulandari, E., & Sari, P. D. (2021). Respon pertumbuhan *Azolla pinnata* terhadap pemberian kompos organik. *Jurnal Pertanian Tropika*, 9(2), 112–119.