

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pertanian modern dihadapkan pada berbagai tantangan yang memengaruhi produktivitas dan keberlanjutan lahan. Produksi bayam di Indonesia telah mengalami fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir (Fatmawati *et al.*, 2021, hlm. 39). Data dari Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan bahwa pada tahun 2023, produksi bayam mencapai 46.810 ton, namun menurun menjadi 43.680,34 ton pada tahun 2024.

Penurunan produksi bayam pada periode tertentu dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kekurangan nutrisi pada tanaman. Tanaman bayam dikenal sensitif terhadap ketersediaan hara; kekurangan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil panen (Gustiar *et al.*, 2021, hlm. 933). Selain itu, pengaturan jarak tanam yang tidak tepat dapat menyebabkan persaingan antar tanaman dalam mendapatkan cahaya dan nutrisi, yang pada akhirnya berdampak negatif pada pertumbuhan dan hasil bayam (Harefa *et al.*, 2025, hlm. 169).

Kekurangan nutrisi pada tanaman bayam menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan produksi di beberapa wilayah. Bayam sangat bergantung pada ketersediaan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium untuk tumbuh dengan baik. Namun, kondisi tanah yang semakin miskin unsur hara akibat budidaya intensif, kurangnya rotasi tanaman, serta sistem irigasi yang kurang baik membuat petani harus mencari cara cepat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Akibatnya, banyak petani yang bergantung pada pupuk kimia untuk memastikan pertumbuhan bayam tetap optimal.

Ketergantungan pada pupuk kimia yang sering kali digunakan secara berlebihan tanpa memperhatikan keseimbangan ekosistem tanah merupakan salah satu masalah utama. Akibatnya, kualitas tanah menurun, sementara hasil panen tidak selalu sesuai dengan jumlah input yang diberikan (Mulana *et al.*, 2023, hlm. 574). Kondisi ini menuntut adanya inovasi untuk meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk sekaligus menjaga kesuburan tanah secara berkelanjutan.

Kondisi tanah yang digunakan untuk pertanian saat ini cenderung mengalami degradasi akibat pengolahan yang intensif dan minimnya upaya perbaikan struktur tanah (Hazriani & Krisnohadi, 2021, hlm. 234) Tanah dengan kesuburan rendah sering kali memiliki kapasitas penyerapan air dan nutrisi yang buruk, sehingga membutuhkan tambahan pupuk untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Siregar, 2023, hlm. 4). Namun, pupuk yang umum digunakan saat ini, seperti pupuk granular atau cair, kurang mampu mengatasi masalah ini secara efektif karena nutrisinya cepat hilang melalui pencucian atau penguapan (Suparto, 2019, hlm. 53) Hal ini menunjukkan perlunya teknologi pupuk yang tidak hanya meningkatkan ketersediaan hara tetapi juga mempertahankan kualitas tanah.

Sebagai salah satu jenis pupuk utama, pupuk NPK (16:16:16) memiliki unsur hara yang berperan penting dalam menunjang kebutuhan nutrisi tanaman. “Unsur-unsur hara tersebut antara lain: nitrogen (N), untuk pertumbuhan tunas, batang dan daun; fosfor (P), untuk merangsang pertumbuhan akar, buah, dan biji; dan kalium (K), untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit” (Dewi *et. al.*, 2016, hlm. 649). Meskipun keunggulan ini menjadikan pupuk NPK (16:16:16) sangat populer, ada kelemahan signifikan, yaitu pelepasan nutrisinya yang berlangsung terlalu cepat, sehingga tidak selaras dengan kebutuhan tanaman sepanjang siklus pertumbuhannya (Jayanudin & Lestari, 2020, hlm. 111). Akibatnya, efisiensi penggunaan pupuk menjadi rendah dan dapat berdampak pada kerugian lingkungan.

Formulasi pupuk dengan bahan penyalut menjadi solusi yang dapat meningkatkan efisiensi pupuk NPK (16:16:16) (Jayanudin & Lestari, 2020, hlm. 111). Hidrogel berbasis natrium alginat melalui metode gelasi ionotropik eksternal memungkinkan pelepasan nutrisi secara bertahap sesuai kebutuhan tanaman. Bahan ini tidak hanya ramah lingkungan dan mudah terurai, tetapi juga mampu menyerap air dengan baik, sehingga membantu memperbaiki struktur tanah, dengan pendekatan ini, pertumbuhan tanaman bayam dapat dioptimalkan, sementara dampak negatif terhadap tanah dan lingkungan dapat diminimalkan.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dengan tujuan meningkatkan produktivitas tanaman bayam, penelitian ini berkonsentrasi pada pembuatan hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium

alginat. Beberapa masalah utama yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rendahnya Efisiensi Penggunaan Pupuk NPK (16:16:16)

Pupuk NPK (16:16:16) sering kehilangan nutrisi karena pencucian, penguapan, atau ikatan kimia yang ada di tanah, sehingga tidak diserap sepenuhnya oleh tanaman.

2. Dampak Negatif penggunaan Pupuk Konvensional terhadap Lingkungan

Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan menyebabkan degradasi kualitas tanah dan pencemaran lingkungan, seperti eutrofikasi perairan akibat pencucian nutrisi ke badan air.

3. Keterbatasan Teknologi Formulasi Pupuk Ramah Lingkungan

Belum banyaknya inovasi dalam formulasi pupuk yang efisien dan ramah lingkungan, khususnya yang berbasis biopolimer alami seperti natrium alginat untuk meningkatkan efisiensi pelepasan nutrisi.

4. Produktivitas Tanaman Hortikultura yang tidak Optimal

Sebagai salah satu komoditas hortikultura yang sangat penting, tanaman bayam sering menghadapi masalah produktivitas karena pasokan nutrisi yang tidak stabil, terutama di lahan marjinal.

5. Kurangnya Penelitian tentang penggunaan Hidrogel berbasis Biopolimer

Masih terbatasnya penelitian mengenai efektivitas hidrogel berbasis natrium alginat untuk pupuk NPK (16:16:16), terutama terkait dengan bagaimana bayam dan tanaman hortikultura lainnya dapat lebih produktif.

### **C. Batasan Masalah**

Fokus penelitian ini terbatas pada hal-hal berikut:

1. Jenis pupuk yang digunakan berupa larutan induk sebesar 10% (90 mL aquades+10 gram NPK) yaitu nitrogen (N 16), fosfor (P 16), dan kalium (K 16), tanpa mempertimbangkan unsur hara mikro lainnya.
2. Bahan pembentuk hidrogel menggunakan natrium alginat sebanyak 2 gr sebagai polimer utama dalam kombinasi dengan metode gelasi ionotropik eksternal.

3. Metode pembuatan hidrogel yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode gelasi ionotropik eksternal, hidrogel diformulasikan dengan lima perlakuan kadar pupuk NPK yang berbeda, yaitu 3,4%, 4,4%, 5,4%, 6,4%, dan 7,4%.
4. Penelitian ini hanya melihat satu jenis tanaman hortikultura, yaitu bayam.
5. Parameter pertumbuhan utama yang digunakan adalah jumlah daun, tinggi tanaman, dan diameter batang.,
6. Parameter penunjang pertumbuhan seperti intensitas cahaya, suhu, pH tanah, dan kelembapan.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dibuat rumusan masalah yaitu “Bagaimana Formulasi Hidrogel Pupuk Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) Berbasis Natrium Alginat dengan Metode Gelasi Ionotropik Eksternal dapat Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus hybridus* L.)?”

Untuk memperkuat rumusan masalah yang dibuat maka dari itu peneliti menambahkan pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah formulasi hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bayam?
2. Berapakah konsentrasi formulasi hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal yang optimal untuk pertumbuhan tanaman bayam?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai Formulasi Hidrogel Pupuk Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) Berbasis Natrium Alginat dengan Metode Gelasi Ionotropik Eksternal dapat Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus hybridus* L.)

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Manfaat Teoritis

Menambah wawasan dalam bidang ilmu pertanian, khususnya dalam formulasi pupuk hidrogel berbasis biopolimer seperti natrium alginat.

### 2. Manfaat Kebijakan

Dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengembangan regulasi penggunaan pupuk berbasis biopolimer untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia konvensional.

### 3. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat praktis dalam bidang pendidikan, khususnya sebagai bahan ajar kontekstual yang relevan dengan materi Biologi SMA. Salah satu materi yang sesuai adalah struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, yang membahas bagaimana air dan nutrisi diserap serta diedarkan oleh jaringan akar, xilem, dan floem. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan alternatif pupuk berbasis hidrogel yang dapat digunakan oleh petani untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dengan pelepasan unsur hara yang lebih terkendali.

### 4. Manfaat dari Segi Isu dan Aksi Sosial

Mendorong peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan melalui penggunaan pupuk ramah lingkungan berbasis bahan alami, serta mendukung aksi sosial dalam pemanfaatan sumber daya lokal untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pupuk kimia.

## **G. Definisi Operasional**

### 1. Hidrogel

Material polimer yang mampu menyerap dan mempertahankan air dalam jumlah besar, digunakan sebagai medium untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan air oleh tanaman.

### 2. Pupuk NPK (16:16:16)

Pupuk yang mengandung nitrogen (N 16), fosfor (P 16), dan kalium (K 16) sebagai nutrisi esensial tanaman.

### 3. Natrium Alginat

Natrium alginat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polisakarida alami yang diekstrak dari dinding sel alga cokelat, berbentuk serbuk berwarna putih

hingga krem, larut dalam air, dan berfungsi sebagai bahan utama pembentuk matriks hidrogel dalam pembuatan pelapis pupuk.

#### 4. Gelasi Ionotropik Eksternal

Metode pembuatan hidrogel di mana natrium alginat bereaksi dengan ion tertentu untuk membentuk struktur gel. Dalam penelitian ini, metode ini digunakan untuk menciptakan hidrogel yang stabil dan efektif untuk formulasi pupuk.

#### 5. Tanaman Bayam

Pada penelitian ini, bayam (*Amaranthus hybridus* L.) digunakan sebagai model tanaman untuk menguji efektivitas hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat.

#### 6. Pertumbuhan Tanaman Bayam

Proses peningkatan biomassa dan perkembangan tanaman bayam sebagai model dalam penelitian, meliputi parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas hidrogel pupuk.

### **H. Sistematika Skripsi**

Skripsi ini disusun secara sistematis dan terdiri dari lima bab utama serta bagian-bagian pelengkap yang mendukung keutuhan laporan penelitian. Sistematika ini digunakan untuk menyampaikan isi penelitian secara runtut, logis, dan menyeluruh, sehingga pembaca dapat memahami proses dan hasil penelitian.

#### 1. Bagian Pembuka Skripsi

Bagian awal skripsi mencakup beberapa halaman pembuka, antara lain halaman sampul, halaman pengesahan, dan kata pengantar. Selanjutnya terdapat daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

#### 2. Bagian Isi Skripsi

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab yang disusun secara sistematis dimulai dari bab I sampai bab V, yang mencakup beberapa hal sebagai berikut,

##### a. Bab I Pendahuluan

Bab satu dimulai dengan membahas latar belakang yang menjelaskan secara umum dan khusus mengenai permasalahan yang melatarbelakangi penelitian. Ditekankan pentingnya efisiensi penggunaan pupuk dalam mengatasi masalah pertumbuhan tanaman bayam dan perlunya teknologi baru seperti pupuk hidrogel

berbasis natrium alginat. Selanjutnya setelah membahas latar belakang, identifikasi masalah dirumuskan berdasarkan kondisi dan fakta yang ada di lapangan, seperti rendahnya efisiensi pupuk konvensional dan potensi kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk kimia.

Kemudian untuk memperjelas fokus penelitian diuraikan dalam batasan masalah, antara lain terbatas pada penggunaan pupuk NPK dalam bentuk hidrogel, pertumbuhan tanaman bayam sebagai objek uji, serta metode gelas ionotropik eksternal. Dari batasan ini, rumusan masalah disusun dalam bentuk pertanyaan, yang dijawab melalui tujuan penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana formulasi hidrogel pupuk NPK berdampak pada pertumbuhan tanaman bayam. Empat aspek dibahas tentang manfaat penelitian, yaitu teoritis, kebijakan, praktis, dan manfaat dari segi isu dan aksi sosial. Terakhir, definisi operasional dijelaskan untuk mencegah interpretasi yang berbeda dari istilah kunci yang digunakan dalam penelitian.

#### b. Bab II Kajian Teori dan Kerangka Pemikiran

Teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian dibahas dalam bab ini. Dimulai dengan teori nutrisi tanaman, yang mencakup makronutrien seperti nitrogen (N 16), fosfor (P 16), dan kalium (K 16), serta peran mereka dalam pertumbuhan tanaman. Kemudian dijelaskan konsep pupuk NPK, fungsinya, dan efisiensinya dalam praktik pertanian serta dijelaskan kebutuhan tanaman NPK untuk pertumbuhan tanaman bayam dengan mengetahui batas toleransi penyerapan unsur hara.

Teori gelas ionotropik eksternal dibahas sebagai teknik yang digunakan untuk membuat hidrogel berbasis natrium alginat. Selanjutnya, dibahas tentang tanaman bayam, termasuk klasifikasi, karakteristik, dan alasan mengapa bahan-bahan tersebut dipilih sebagai tanaman uji. Kemudian dihubungkan dengan mekanisme penyerapan dan distribusi NPK dari hidrogel, serta dampak fisiologis pada pertumbuhan tanaman bayam.

Di bagian berikutnya, temuan penelitian sebelumnya disajikan untuk memberikan landasan ilmiah dan menunjukkan perbedaan penelitian. Selanjutnya, kerangka berpikir digunakan untuk menjelaskan bagaimana variabel-variabel

penelitian serta asumsi dan hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini berhubungan satu sama lain.

c. Bab III Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan, yaitu eksperimen kuantitatif dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dijelaskan pula variabel penelitian, terdiri dari variabel bebas (konsentrasi pupuk hidrogel), variabel terikat (parameter pertumbuhan tanaman bayam), dan variabel kontrol (lingkungan tumbuh).

Desain penelitian mencakup tujuh perlakuan, dijabarkan juga populasi, sampel, subjek dan objek penelitian, serta lokasi penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan. Bagian teknik pengumpulan data menjelaskan metode observasi laboratorium untuk pembuatan hidrogel.

d. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian disajikan di bagian ini, yang mencakup data pengamatan parameter pertumbuhan tanaman yang telah dianalisis secara statistik menggunakan SPSS. Kemudian, temuan tersebut dibahas secara menyeluruh dan dikaitkan dengan teori dan penelitian sebelumnya. Pembahasan ini menjawab rumusan masalah, mengevaluasi hipotesis, serta menafsirkan pengaruh formulasi hidrogel terhadap pertumbuhan tanaman bayam.

e. Bab V Simpulan dan Saran

Bagian terakhir terdiri dari dua bagian utama. Yang pertama adalah kesimpulan, yang menguraikan hasil penting dari penelitian dan terkait langsung dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Bagian kedua berisi rekomendasi untuk memperbaiki kekurangan penelitian, yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagian Akhir Skripsi

Bagian akhir skripsi berisi lampiran berupa informasi penelitian dan daftar literatur yang digunakan sebagai referensi selama penulisan skripsi.