

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris karena sektor pertanian memberikan kontribusi signifikan terhadap devisa negara. Salah satu tanaman sayuran yang banyak dikenal adalah kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.) dari famili *Convolvulaceae*. Budidaya kangkung darat memiliki prospek yang baik karena dapat meningkatkan pendapatan petani, membuka peluang kerja, memperbaiki gizi masyarakat, mengembangkan agribisnis, serta memanfaatkan lahan yang kurang produktif (Ngatimin *et al.*, 2019, hlm. 55).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik produksi kangkung dari 38 provinsi pada tahun 2021 sebanyak 341.196 ton. Jumlah produksi tersebut mengalami penurunan, pada tahun 2022 hasil produksi sebanyak 329.616 ton dan pada tahun 2023 sebanyak 322.083 ton (sumber: <https://shorturl.at/52Pog>). “Dalam upaya memperoleh sayur yang berkualitas dan hasil yang optimal, diperlukan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pemupukan berperan penting dalam memperbaiki kebutuhan unsur hara bagi tanaman agar tanaman bisa melangsungkan proses pertumbuhan dan perkembangan dengan baik.”(Vito Nanda *et al.*, 2022, hlm 296).

Dalam budidaya tersebut tentunya petani membutuhkan pupuk yang cukup banyak untuk mencukupi kebutuhan makronutrien yang dibutuhkan oleh kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.). Makronutrien berperan vital dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam ekosistem alami, ketersediaan makronutrien umumnya tidak membatasi pertumbuhan karena adanya proses daur ulang yang terjadi secara alami. Namun, pada praktik pertanian modern, ketersediaan makronutrien sering menjadi kendala akibat penggunaan lahan yang berulang tanpa jeda, yang mengakibatkan tanah kehilangan unsur hara penting.

Dari perspektif manajemen tanaman pangan, nitrogen (N 16), fosfor (P 16), dan kalium (K 16) merupakan tiga makronutrien utama dan oleh sebab itu sering digunakan sebagai pupuk. Pemberian pupuk yang berlebihan atau kurang pada

tanaman kangkung menyebabkan berkurangnya produksi dan menghasilkan tanaman kangkung dengan kualitas yang relatif rendah. Peningkatan konsumsi pupuk tidak diimbangi oleh efisiensi penggunaannya.

Pupuk konvensional memiliki tingkat efisiensi pemanfaatan unsur hara yang relatif rendah, karena kemampuan tanaman dalam menyerap, menyalurkan ke akar, dan mendistribusikan nutrisi ke bagian lainnya masih terbatas. Meskipun penggunaan pupuk terus meningkat, hal ini tidak dibarengi dengan peningkatan efisiensi penggunaannya. Untuk unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tingkat efisiensi serapannya hanya sekitar 30–35% untuk N, 18–20% untuk P, dan 35–40% untuk K (Guo *et al.*, 2018, hlm. 3). Sekitar 40–70% nitrogen (N), 80–90% fosfor (P), dan 50–70% kalium (K) dari pupuk yang diaplikasikan ternyata tidak dimanfaatkan oleh tanaman, melainkan terbuang ke lingkungan. Kehilangan unsur hara ini umumnya terjadi akibat proses pencucian oleh hujan, irigasi, serta aliran air permukaan. Terbuangnya N dan P ke lingkungan tidak hanya menimbulkan kerugian secara ekonomi, tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran air tanah, polusi, dan eutrofikasi di perairan. Kelebihan unsur hara di tanah turut menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi serta mengganggu rantai makanan dalam ekosistem (Guo *et al.*, 2018, hlm. 3).

Dari segi ekonomi, pemupukan konvensional umumnya membutuhkan aplikasi pupuk secara berkala dengan jumlah yang lebih banyak, sehingga menambah beban biaya produksi. Sebagai contoh, untuk kebutuhan satu siklus tanam kangkung di lahan skala kecil ( $\pm 100 \text{ m}^2$ ), petani bisa menghabiskan pupuk NPK sebanyak 5–10 kg, dengan biaya mencapai Rp75.000–Rp150.000 per siklus (Astuti & Yuliasari, 2022, hlm. 143). Sementara itu, penggunaan hidrogel pupuk NPK dapat menekan frekuensi pemupukan hingga separuhnya karena pupuk dilepaskan secara perlahan. Meski biaya awal pembuatan hidrogel sedikit lebih tinggi ( $\pm \text{Rp}100.000$  untuk skala kecil), efisiensi penggunaannya memungkinkan penghematan pupuk hingga 30–50%, serta mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan waktu aplikasi (Siregar *et al.*, 2021, hlm. 211). Dengan demikian, dalam jangka panjang, pemupukan

menggunakan hidrogel berpotensi lebih hemat secara ekonomis dan lebih berkelanjutan dibandingkan metode konvensional.

Untuk mengatasi masalah ini, peneliti mulai mencari alternatif berupa pupuk berbasis hidrogel. Hidrogel adalah bahan yang mampu menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar, kemudian melepaskannya secara perlahan. Teknologi ini memungkinkan pupuk untuk dilepaskan secara bertahap dan lebih terkontrol, meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk serta mengurangi kerugian akibat pencucian unsur hara. Penggunaan hidrogel berbasis pupuk NPK (16:16:16) berpotensi menjadi solusi yang ramah lingkungan dan lebih efisien dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Salah satu bahan untuk membuat hidrogel adalah natrium alginat, senyawa alami yang banyak ditemukan pada rumput laut. Alginat merupakan polisakarida yang diperoleh dari alga coklat. Alginat tersusun dari dua monomer utama, yaitu  $\alpha$ -L-asam guluronat (G) dan  $\beta$ -D-asam manuronat (M), yang terorganisir dalam bentuk blok homopolimer (MM dan GG) maupun blok heteropolimer (MG). Sebagai polimer alami yang relatif murah, alginat memiliki sifat mudah terurai secara hayati (biodegradable), kompatibel dengan jaringan hidup (biocompatible), dan tidak beracun, sehingga sering dimanfaatkan tanpa menimbulkan kerusakan pada material yang dilapisinya (Rahmi Trisnawati *et al.* 2014, hlm. 28). Natrium alginat memiliki sifat unik yang memungkinkan ia membentuk gel ketika bertemu dengan ion-ion tertentu, seperti ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Gelasi ini dikenal dengan istilah gelasi ionotropik, yang dapat digunakan untuk menghasilkan hidrogel yang stabil. Dengan kata lain, natrium alginat bisa digunakan untuk mengontrol pelepasan unsur hara dari pupuk NPK (16:16:16) yang dimasukkan ke dalamnya. Metode gelasi ionotropik eksternal merupakan teknik yang digunakan untuk membentuk struktur gel tersebut, dimana larutan natrium alginat dicampur dengan ion kalsium untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menyimpan air dan pupuk NPK (16:16:16). Metode ini memiliki keunggulan karena memungkinkan kontrol lebih baik terhadap karakteristik hidrogel, seperti kekuatan, ukuran, dan laju pelepasan pupuk.

Tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.), yang dikenal memiliki pertumbuhan cepat dan permintaan pasar yang tinggi, sering dijadikan sebagai tanaman uji coba dalam penelitian pertanian. Tanaman ini juga cukup sensitif terhadap ketersediaan air dan unsur hara, sehingga cocok digunakan untuk menguji efisiensi penggunaan pupuk hidrogel berbasis natrium alginat. Penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat dengan menggunakan metode gelas ionotropik eksternal dan mengujinya pada pertumbuhan tanaman kangkung. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan solusi baru dalam pemupukan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan mendukung pertanian berkelanjutan sehingga pertumbuhan tanaman kangkung lebih optimal.

## **B. Identifikasi Masalah**

Penelitian ini berfokus pada formulasi hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat dengan meningkatkan produktivitas tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.) Berdasarkan latar belakang, terdapat identifikasi masalah sebagai berikut:

### **1. Efisiensi Penggunaan Pupuk yang Rendah**

Pupuk konvensional memiliki efisiensi penyerapan unsur hara yang rendah, dengan sebagian besar nitrogen (N 16), fosfor (P 16), dan kalium (K 16) hilang ke lingkungan akibat pencucian oleh air hujan dan irigasi.

### **2. Dampak Negatif terhadap Lingkungan**

Kehilangan unsur hara dari pupuk ke lingkungan dapat menyebabkan polusi, pencemaran air tanah, dan eutrofikasi di perairan, yang berakibat pada ketidakseimbangan ekosistem.

### **3. Ketidakseimbangan Nutrisi bagi Tanaman**

Pemberian pupuk yang tidak efisien dapat mengakibatkan kelebihan atau kekurangan nutrisi bagi tanaman, sehingga menurunkan produksi dan kualitas hasil panen.

### **4. Kurangnya Teknologi Pemupukan yang Efektif dan Berkelanjutan**

Metode pemupukan konvensional belum sepenuhnya mendukung pertanian berkelanjutan karena menyebabkan pemborosan sumber daya dan dampak lingkungan yang besar.

#### 5. Kurangnya Penelitian terkait Penggunaan Hidrogel berbasis Biopolimer

Masih terbatasnya penelitian mengenai efektivitas hidrogel NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat untuk, khususnya dalam kaitannya dengan peningkatan produktivitas tanaman hortikultura seperti kangkung.

### C. Batasan Masalah

#### 1. Jenis Pupuk

Pupuk yang digunakan dalam hidrogel terbatas pada pupuk NPK (16:16:16) yang digunakan berupa larutan induk sebesar 10% (90 mL + 10 gr NPK).

#### 2. Metode Pembuatan

Formulasi hidrogel dilakukan dengan metode gelasi ionotropik eksternal, di mana natrium alginat akan mengalami proses pengikatan ionik menggunakan kation divalen berupa  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Hidrogel diformulasikan dengan lima perlakuan kadar pupuk NPK yang berbeda, yaitu 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6%.

#### 3. Tanaman Uji

Tanaman yang digunakan sebagai objek penelitian adalah tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.).

#### 4. Parameter Utama

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah pertumbuhan tanaman kangkung (jumlah daun, tinggi tanaman, dan diameter batang).

#### 5. Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati yakni faktor klimatik meliputi intensitas cahaya, pH tanah, suhu, dan kelembapan. Tanaman yang digunakan sebagai objek penelitian adalah tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.).

#### 6. Lingkup Percobaan

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan rumah kaca. Tidak dilakukan uji coba dalam skala lapangan atau pertanian luas.

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

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dibuatlah rumusan masalah yaitu “Bagaimana Formulasi Hidrogel Pupuk Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) dengan Metode gelasi Ionotropik Eksternal untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.)?”.

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

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

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

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai formulasi hidrogel pupuk NPK (16:16:16) berbasis natrium alginat metode gelasi ionotropik eksternal untuk pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.).

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

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu dalam bidang formulasi hidrogel dan teknologi pupuk berbasis biopolimer. Khususnya, hasil penelitian ini dapat menambah wawasan mengenai aplikasi natrium alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal dalam meningkatkan efisiensi pelepasan unsur hara NPK (16:16:16) untuk pertumbuhan tanaman.

2. Manfaat Kebijakan

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah atau pihak terkait dalam merumuskan kebijakan pertanian berkelanjutan yang mendukung penggunaan pupuk ramah lingkungan. Dengan begitu, penggunaan pupuk hidrogel berbasis natrium alginat bisa menjadi solusi alternatif dalam mengurangi dampak negatif pupuk kimia konvensional.

### 3. Manfaat Praktis

Penelitian ini bermanfaat sebagai media pembelajaran kontekstual dalam pendidikan biologi, khususnya pada materi tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Dalam materi ini, dijelaskan bagaimana faktor internal seperti hormon tumbuhan dan faktor eksternal seperti air, cahaya, suhu, dan nutrisi memengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menunjukkan bagaimana pupuk, dalam bentuk hidrogel berbasis natrium alginat, dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh optimal. Selain itu, penggunaan teknologi hidrogel pupuk juga mengajarkan konsep inovasi dalam pemupukan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memperkaya pemahaman tentang mekanisme pertumbuhan tanaman serta menumbuhkan kesadaran akan pentingnya teknologi yang mendukung pertanian berkelanjutan bagi petani.

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

Penelitian ini memberikan manfaat secara sosial dengan mendorong penggunaan pupuk ramah lingkungan berbasis hidrogel, yang dapat mengurangi dampak negatif pupuk kimia terhadap lingkungan.

## **G. Definisi Operasional**

### 1. Formulasi Hidrogel Pupuk NPK (16:16:16) Berbasis Natrium Alginat

Perancangan dan pengabungan bahan yakni pupuk NPK (16:16:16) dengan natrium alginat yang masing-masing bahan tersebut sebelumnya sudah dilarutkan dengan aquades. Campuran disperse diteteskan ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

### 2. Metode Gelasi Ionotropik

Proses pembentukan gel melalui interaksi ionik antara molekul polimer bermuatan dan ion lawannya dalam larutan.

### 3. Tanaman Kangkung

Kangkung darat memiliki identitas yang khas yang ada pada warna corak daun yang hijau terang, bunga yang putih serta batang dahang ujung pohonnya yang meruncing kecil, daun kangkung darat yang tipis serta kecil- kecil.

### 4. Pertumbuhan Tanaman Kangkung

Peningkatan ukuran, biomassa, dan parameter fisiologis tanaman yang diukur menggunakan indikator kuantitatif dengan parameter pertumbuhan.

## **H. Sistematika Skripsi**

Skripsi ini disusun dengan sistematika yang terdiri dari lima bab utama serta bagian-bagian pelengkap yang mendukung keutuhan laporan penelitian. Sistematika ini bertujuan untuk menyampaikan isi penelitian secara runtut, logis, dan komprehensif sehingga memudahkan pembaca dalam memahami proses serta hasil penelitian yang dilakukan.

### **1. Bagian Pembuka Skripsi**

Bagian awal skripsi terdiri dari 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:

#### **a. Bab I Pendahuluan**

Bab ini membahas latar belakang yang menjelaskan secara umum dan khusus permasalahan yang melatarbelakangi penelitian. Ditekankan pentingnya efisiensi penggunaan pupuk dalam mengatasi masalah pertumbuhan tanaman kangkung dan perlunya teknologi baru seperti pupuk hidrogel berbasis natrium alginat. Selanjutnya, identifikasi masalah dirumuskan berdasarkan kondisi dan fakta yang ada di lapangan, seperti rendahnya efisiensi pupuk konvensional dan potensi kerusakan lingkungan.

Kemudian diuraikan batasan masalah untuk memperjelas fokus penelitian, antara lain terbatas pada penggunaan pupuk NPK dalam bentuk hidrogel, pertumbuhan tanaman kangkung sebagai objek uji, serta metode gelas ionotropik eksternal. Dari batasan ini, rumusan masalah disusun dalam bentuk pertanyaan, yang dijawab melalui tujuan penelitian. Tujuan penelitian dirancang untuk mendapatkan informasi formulasi dari hidrogel pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Manfaat penelitian dipaparkan dalam tiga aspek, yaitu teoritis, kebijakan, praktis, dan manfaat dari segi isu dan aksi sosial. Terakhir, definisi

operasional dijelaskan untuk menghindari perbedaan penafsiran terhadap istilah-istilah kunci yang digunakan dalam penelitian.

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

Bab ini membahas teori-teori yang mendasari penelitian. Dimulai dari teori nutrisi tanaman, khususnya unsur hara makro N, P, dan K, termasuk peran dan kebutuhan NPK untuk mendukung pertumbuhan kangkung. Dilanjutkan dengan konsep pupuk NPK, efisiensi pemupukan, dan batas toleransi unsur hara bagi tanaman. Kemudian dibahas teori metode gelas ionotropik eksternal dalam pembentukan hidrogel natrium alginat, termasuk sifat natrium alginat sebagai biopolimer alami yang mendukung pelepasan nutrisi secara terkendali. Teori faktor iklim juga dijelaskan, meliputi suhu, intensitas cahaya, kelembapan, dan pH tanah.

Selanjutnya dipaparkan teori tentang tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.), meliputi klasifikasi, karakteristik, serta alasan pemilihannya sebagai tanaman uji. Dibahas juga fisiologi penyerapan NPK dari hidrogel dan efeknya terhadap pertumbuhan kangkung. Bab ini ditutup dengan uraian penelitian terdahulu untuk menegaskan landasan ilmiah dan research gap, serta penyajian kerangka pemikiran yang menjelaskan hubungan antara variabel penelitian, asumsi, dan hipotesis yang diuji.

#### 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 kangkung), dan variabel kontrol (lingkungan tumbuh).

Desain penelitian mencakup tujuh perlakuan, dijabarkan juga populasi, sampel, subjek, 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

Bab ini akan disusun setelah penelitian selesai. Bagian ini menyajikan hasil penelitian berupa data pengamatan parameter utama dan parameter penunjang pertumbuhan tanaman dalam bentuk grafik dan tabel yang telah dianalisis secara statistik menggunakan SPSS. Hasil tersebut kemudian dibahas secara kritis berupa deksripsi, dikaitkan dengan teori dan penelitian terdahulu. Pembahasan ini menjawab rumusan masalah, mengevaluasi hipotesis, serta menafsirkan pengaruh formulasi hidrogel terhadap pertumbuhan tanaman kangkung.

e. Bab V Simpulan dan Saran

Bab terakhir ini terdiri dari dua bagian utama. Pertama, kesimpulan yang merangkum temuan-temuan penting dari penelitian, dikaitkan langsung dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Kedua, saran berisi mengenai kekurangan penelitian yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

f. Bagian Akhir Skripsi

Pada bagian akhir skripsi ini terdapat daftar pustaka yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan skripsi dan lampiran berupa dokumentasi penelitian.