

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan populasi global yang terus meningkat memberikan tekanan besar pada sektor pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia. Salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan adalah selada (*Lactuca sativa L.*), yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat. Untuk mencapai produktivitas yang optimal, diperlukan sistem pemupukan yang efisien dan berkelanjutan. (Syamsiah *et al.*, 2021, hlm. 5). Pupuk NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium) merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak digunakan karena mampu menyediakan unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman (Pramono *et al.*, 2023, hlm. 3). Harapannya, pemupukan yang efektif dapat meningkatkan hasil panen selada dengan penggunaan pupuk yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Pada praktik pertanian konvensional, pemupukan dengan pupuk NPK sering mengalami beberapa kendala. Salah satu masalah utama adalah rendahnya efisiensi pemupukan akibat hilangnya unsur hara melalui pencucian (*leaching*), volatilisasi, dan fiksasi dalam tanah (Suratman *et al.*, 2018, hlm. 9). Akibatnya, petani cenderung menggunakan pupuk dalam jumlah berlebih untuk memastikan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, yang justru dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan meningkatkan biaya produksi. Selain itu, menurut (Lumbantobing *et al.*, 2023, hlm. 17) pelepasan nutrisi yang tidak terkontrol sering kali tidak sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman, yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan produktivitas.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, masih terdapat kesenjangan antara metode pemupukan konvensional dan kebutuhan tanaman akan pelepasan unsur hara yang terkontrol. Salah satu teknologi yang berkembang adalah penggunaan hidrogel sebagai pembawa pupuk untuk meningkatkan efisiensi pelepasan nutrisi. Namun, banyak formulasi hidrogel yang masih berbasis polimer sintesis yang kurang ramah lingkungan. Penggunaan bahan alami seperti Natrium Alginat dalam formulasi hidrogel dapat menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan, tetapi penelitian mengenai aplikasinya dalam sistem

pelepasan terkendali pupuk NPK masih terbatas. Selain itu, metode pembentukan hidrogel yang efisien dan dapat diaplikasikan secara luas di sektor pertanian juga masih menjadi tantangan.

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan hidrogel berbasis biopolimer alami, seperti Natrium Alginat, untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan pupuk NPK. Hidrogel merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai pembawa pupuk untuk meningkatkan efisiensi pelepasan unsur hara secara bertahap (*slow release*) (Sari & Achmar, 2018, hlm. 5). Hidrogel memiliki kemampuan menyerap air dalam jumlah besar dan melepaskannya secara perlahan, sehingga dapat menjaga ketersediaan air dan nutrisi di sekitar akar tanaman (Ahmed, 2015, hlm. 16). Oleh karena itu, formulasi hidrogel pupuk NPK menjadi strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan efektivitas pemupukan dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Natrium Alginat merupakan salah satu polimer alami yang dapat digunakan dalam formulasi hidrogel pupuk. Natrium Alginat memiliki sifat hidrofilik yang tinggi dan dapat membentuk gel dengan stabilitas yang baik (Cofelice *et al.*, 2023, hlm. 6). Keunggulan Natrium Alginat sebagai bahan dasar hidrogel adalah biodegradabilitasnya yang tinggi, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan polimer sintesis. Kombinasi Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal diharapkan dapat menghasilkan hidrogel pupuk yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang sesuai untuk aplikasi pertanian. (Cofelice *et al.*, 2023, hlm. 6). Namun, meskipun potensinya besar, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami pengaruhnya terhadap produktivitas tanaman secara spesifik.

Metode gelasi ionotropik eksternal merupakan teknik yang umum digunakan dalam pembuatan hidrogel berbasis polisakarida (Yanuar & Widawati, 2014, hlm. 7). Metode ini melibatkan reaksi antara larutan polimer dengan ion pengikat silang (cross-linking) yang ditambahkan secara eksternal, sehingga memungkinkan pembentukan hidrogel dengan struktur yang lebih beragam dan tahan lama (Talumu, 2011, hlm. 8). Aplikasi metode ini dalam formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat diharapkan dapat menghasilkan sistem pelepasan pupuk yang lebih terkontrol dan efisien.

Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.), sebagai salah satu komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi, memiliki nilai ekonomi tinggi dan siklus panen yang relatif singkat, sehingga cocok dijadikan sebagai objek penelitian untuk mengukur efektivitas hidrogel pupuk NPK (Suciati *et al.*, 2019, hlm. 5). Namun, produktivitas tanaman selada sering kali terhambat oleh ketidakstabilan pasokan nutrisi di tanah, terutama pada lahan-lahan marginal. Formulasi hidrogel pupuk NPK yang berbasis Natrium Alginat dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan produktivitas tanaman tersebut.

Penelitian mengenai formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelas ionotropik eksternal memiliki relevansi yang tinggi dalam upaya peningkatan efisiensi pemupukan dan produksi tanaman hortikultura. Penggunaan hidrogel ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas retensi air dalam tanah, mengurangi pencucian pupuk, serta meningkatkan efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman (Erlangga *et al.*, 2015, hlm 7). Oleh karena itu, formulasi hidrogel ini berpotensi menjadi solusi inovatif dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Selain meningkatkan efisiensi pemupukan, hidrogel berbasis Natrium Alginat juga dapat membantu mengatasi permasalahan degradasi tanah akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan (Bagheri *et al.*, 2023, hlm. 6). Pelepasan unsur hara yang lebih terkendali, penggunaan pupuk dapat diminimalisir tanpa mengorbankan hasil panen, sehingga mendukung konsep pertanian ramah lingkungan.

Meskipun hidrogel telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, penerapannya sebagai pembawa pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelas ionotropik eksternal masih belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi karakteristik hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat yang diformulasikan dengan metode gelas ionotropik eksternal, serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman selada (*Lactuca sativa* L.).

Urgensi dari penelitian ini semakin meningkat mengingat permasalahan lingkungan dan perubahan iklim yang memperburuk ketersediaan air dan kesuburan tanah. Inovasi teknologi yang mampu mendukung pertanian presisi menjadi sangat penting untuk menghadapi tantangan ini. Penggunaan hidrogel berbasis biopolimer

seperti Natrium Alginat tidak hanya menawarkan solusi terhadap masalah efisiensi pupuk, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap konservasi sumber daya air dan pengurangan dampak lingkungan.

Mempertimbangkan tantangan dan peluang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap produktivitas tanaman selada. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung pertanian yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, sekaligus memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian di tengah permasalahan global saat ini.

B. Identifikasi Masalah

Penelitian ini berfokus pada formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman selada (*Lactuca sativa*). Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Pupuk NPK sering mengalami kehilangan nutrisi akibat pencucian, penguapan, atau ikatan kimia di tanah, sehingga tidak sepenuhnya diserap oleh tanaman. Hal ini menyebabkan pemborosan sumber daya dan peningkatan biaya produksi.
2. Belum banyak inovasi dalam formulasi pupuk yang efisien dan ramah lingkungan, khususnya yang berbasis biopolimer alami seperti Natrium Alginat untuk meningkatkan efisiensi pelepasan nutrisi.
3. Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.), sebagai salah satu komoditas hortikultura penting, sering menghadapi kendala produktivitas akibat ketidakstabilan pasokan nutrisi di tanah, terutama pada lahan-lahan marginal.
4. Kurangnya Penelitian terkait penggunaan Hidrogel berbasis Biopolimer
Masih terbatasnya penelitian mengenai efektivitas hidrogel berbasis Natrium Alginat untuk pupuk NPK, khususnya dalam kaitannya dengan peningkatan produktivitas tanaman hortikultura seperti selada.

C. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah yaitu “Bagaimana formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)?”

Untuk menjabarkan rumusan masalah tersebut, maka rumusan masalah dirinci ke dalam pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dibandingkan dengan pupuk konvensional?
2. Pada konsentrasi berapakah formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)?
3. Apakah faktor lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)?

D. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan pertanyaan penelitian tersebut, maka batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini hanya mencakup sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada formulasi pupuk berbasis hidrogel yang mengandung unsur hara makro, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (pupuk NPK).
2. Hidrogel yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya menggunakan Natrium Alginat sebagai polimer utama dalam kombinasi dengan metode gelasi ionotropik eksternal, tanpa membandingkan dengan polimer sintetik atau biopolimer lainnya.
3. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode gelasi ionotropik eksternal, tanpa membandingkannya dengan metode pembentukan hidrogel lainnya seperti gelasi internal atau fotopolimerisasi.

4. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu jenis tanaman hortikultura, yaitu selada (*Lactuca sativa* L.), sehingga hasil penelitian tidak secara langsung dapat digeneralisasikan untuk tanaman lain.
5. Variasi konsentrasi pupuk NPK dalam hidrogel dibatasi pada beberapa tingkat tertentu untuk mengamati pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman diantaranya 5 perlakuan (2%, 3%, 4%, 5%, dan 6%) dengan 2 kontrol.
6. Evaluasi efektivitas hidrogel pupuk NPK terhadap tanaman selada dilakukan dengan mengukur beberapa parameter pertumbuhan seperti: jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, jumlah akar.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi hidrogel berbasis Natrium Alginat yang mengandung pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman selada. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas hidrogel dalam meningkatkan ketersediaan air dan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman, serta membandingkan pertumbuhan dan hasil panen selada yang menggunakan hidrogel dengan metode pemupukan konvensional. Selain itu, penelitian ini juga berupaya menentukan dosis optimal hidrogel yang dapat mendukung pertumbuhan maksimal tanpa memberikan efek negatif terhadap tanaman atau lingkungan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan ilmiah mengenai potensi penggunaan hidrogel berbasis Natrium Alginat sebagai teknologi inovatif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk di sektor pertanian, khususnya untuk tanaman hortikultura seperti selada.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis: Menambah wawasan dalam bidang ilmu material berbasis biopolimer, khususnya dalam pengembangan hidrogel sebagai pembawa pupuk yang lebih efisien. Memberikan kontribusi ilmiah terkait mekanisme pelepasan nutrisi secara bertahap oleh hidrogel berbasis Natrium Alginat dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Memperkaya kajian dalam bidang pertanian berkelanjutan dengan mengeksplorasi inovasi pupuk yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam penyerapan unsur hara.

2. Manfaat dari segi Kebijakan: Menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah dan pembuat kebijakan dalam mendorong penggunaan pupuk yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Membantu dalam perumusan regulasi atau kebijakan terkait pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia konvensional yang memiliki risiko pencemaran lingkungan.
3. Manfaat Praktis: Meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK dengan meminimalkan pencucian unsur hara. Menyediakan teknologi pupuk berbasis hidrogel yang mampu mempertahankan kelembaban tanah lebih lama, terutama untuk lahan pertanian dengan ketersediaan air yang terbatas. Mempermudah aplikasi pupuk dengan sistem pelepasan nutrisi yang lebih lambat dan terkontrol, sehingga mengurangi frekuensi pemupukan dan tenaga kerja.
4. Manfaat dari segi Isu: Membantu mengatasi masalah degradasi lahan akibat penggunaan pupuk kimia berlebih dengan menawarkan alternatif pupuk berbasis hidrogel yang lebih ramah lingkungan. Berkontribusi dalam pengurangan pencemaran lingkungan, terutama pencemaran air akibat pencucian pupuk NPK yang berlebihan. Menawarkan solusi bagi tantangan perubahan iklim dengan membantu petani mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk dalam kondisi lingkungan yang tidak menentu.

G. Definisi Operasional

Adapun definisi operasional yang dimaksud pada penelitian ini untuk mengemukakan pembatasan dari istilah-istilah yang diberlakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penggunaan Formulasi Hidrogel Pupuk NPK

Penggunaan formulasi hidrogel pupuk NPK adalah pengaplikasian formulasi hidrogel pupuk NPK bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan serta mendukung pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). Pupuk NPK yang diberikan penyalut Natrium Alginat 2 gram menggunakan metode gelasi ionotropik eksternal guna mengoptimalkan pelepasan unsur hara secara bertahap dan meningkatkan pertumbuhan tanaman selada.

2. Pupuk NPK Bersalut

Pupuk NPK bersalut adalah pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara utama, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), yang dilapisi Natrium Alginat menggunakan metode gelasi ionotropik eksternal. Penyalutan ini bertujuan untuk mengatur pelepasan unsur hara secara bertahap dan meningkatkan pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.).

3. Gelasi Ionotropik Eksternal

Metode gelasi ionotropik eksternal digunakan untuk membentuk struktur hidrogel melalui interaksi ionik antara Natrium Alginat dan ion tertentu, seperti kalsium atau natrium. Proses ini dilakukan di luar larutan matriks Natrium Alginat, sehingga menghasilkan hidrogel dengan stabilitas mekanik dan efisiensi pelepasan hara yang lebih baik. Metode ini dimulai dengan melarutkan 2 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam 100 mL, kemudian teteskan campuran dispersi ke dalam larutan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ menggunakan pipet tetes, dengan hasil akhir akan menghasilkan kapsul yang terbentuk.

4. Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa*)

Pertumbuhan tanaman selada merupakan peningkatan ukuran tanaman yang diukur melalui pengukuran parameter pertumbuhan mencakup jumlah daun, tinggi tanaman, diameter tanaman, panjang akar, dan berat basah.

5. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan kondisi eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Faktor lingkungan yang diukur mencakup media tanam, intensitas cahaya, suhu, kelembapan, dan pH tanah.

H. Sistematika Skripsi

Sistematika skripsi terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu bagian pembuka, isi, dan penutup.

1. Bagian Pembuka

Bagian pembuka skripsi biasanya berisi informasi tentang siapa penulisnya, halaman sampul, halaman pengesahan, halaman moto dan persembahan, kata pengantar, halaman ucapan terimakasih, abstrak, daftar isi, tabel, gambar, dan lampiran.

2. Bagian Isi

Pada bagian isi terdiri dari lima Bab yaitu Bab I hingga V, yang berisikan mengenai:

a. Bab I Pendahuluan

Bab I menjelaskan latar belakang penelitian. Pada bagian ini terdapat beberapa hal yaitu identifikasi masalah, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, dan sistematika penulisan skripsi.

b. Bab II Kajian Teori

Bab II berisi teori-teori yang mendukung penjelasan penelitian untuk memperkuat argumentasi tentang formulasi hidrogel pupuk NPK berbasis Natrium Alginat dengan metode gelasi ionotropik eksternal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). Teori-teori yang dibahas di bab ini meliputi teori tentang nutrisi tanaman, pupuk, pemupukan, pupuk NPK, hidrogel, natrium alginat, gelasi ionotropik eksternal, pelepasan terkendali, serta pertumbuhan tanaman selada. Selain itu, ada hubungan antara penelitian dengan pendidikan dan temuan penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai referensi untuk pelaksanaan penelitian ini.

c. Bab III Metode Penelitian

Bab III adalah cara kerja yang ditulis secara sistematis dan logis untuk menjawab pertanyaan penelitian yang tertera pada Bab I. Bab III berisikan metode penelitian, desain penelitian, subjek dan objek penelitian, populasi dan sampel penelitian, lokasi dan waktu penelitian, pengumpulan data dan instrument penelitian, teknik analisis data, serta prosedur penelitian.

d. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab IV membahas hasil dari pengumpulan, pengolahan, dan analisis data yang didapatkan dilapangan sehingga menjadi sebuah pembahasan dari penelitian tersebut. Pembahasan ini didukung oleh pendapat dan teori yang dikemukakan pada Bab II.

e. Bab V Simpulan dan Saran

Bab V berisi simpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan untuk menjawab pertanyaan rumusan masalah. Di bagian saran, peneliti memberikan saran untuk meningkatkan penelitian berikutnya.

1. Bagian Penutup

Bagian penutup ini mencakup daftar pustaka dan lampiran. Daftar pustaka terdiri dari referensi dari berbagai sumber yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan skripsi ini. Sedangkan lampiran berisi informasi tambahan seperti dokumentasi, riwayat hidup, dan persuratan yang diperlukan selama penelitian.