

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan eutrofikasi dan efisiensi pemakaian pupuk yang kurang baik menjadi tantangan yang harus dihadapi. Eutrofikasi adalah keadaan di mana perairan mengalami peningkatan kadar nutrisi, yang ditandai dengan pertumbuhan fitoplankton yang lebih banyak serta peningkatan pertumbuhan tumbuhan air (Simbolon, 2016). Salah satu sumber utama dari meningkatnya kadar unsur hara di perairan berasal dari penggunaan pupuk yang berlebih atau tidak efisien pada sektor pertanian (Alvarez-Vázquez *et al.*, 2014). Keberhasilan sektor pertanian tidak luput dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya tingkat kesuburan tanaman untuk menyediakan unsur hara (Susanti *et al.*, 2021). Pemakaian pupuk menjadi hal yang penting dalam meningkatkan hasil pertanian agar memberikan nutrisi yang optimal kepada tanaman. Menurut Semangun (2000), pupuk merupakan bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan. Bahan ini bisa berupa mineral atau organik, yang dapat terbentuk secara alami atau diproduksi secara industri oleh manusia. Tanaman yang ditanam tanpa pupuk dan hanya mengandalkan bibit unggul, air, serta tenaga kerja akan memberikan manfaat yang sedikit, karenanya produktivitas pertanian akan lebih rendah (Rosmarkam, 2002).

Salah satu pupuk yang umum digunakan adalah pupuk kalium. Pupuk kalium sendiri dapat ditemukan dalam model kalium klorida (KCl). Pupuk kalium berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena kandungan kaliumnya yang esensial untuk berbagai proses fisiologis tanaman. Residu pupuk kalium pada musim tanam mempengaruhi perbaikan sifat kimia tanah, namun tidak berdampak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman (Fitriadi *et al.*, 2013). Pada kenyataannya, efisiensi penggunaan pupuk konvensional di Indonesia hanya 30-50% yang diserap oleh tanaman dan sisanya akan terlepas ke perairan. Penggunaan pupuk yang berlebih ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan (Chien *et al.*, 2009). Oleh sebab itu, diperlukan suatu sistem agar penggunaan pupuk menjadi terkontrol dan tidak mencemari perairan atau lingkungan.

Penggunaan *Slow/Controlled-Release Fertilizer* (S/CRF) dapat menjadi solusi untuk membantu mengontrol pupuk secara efisien untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan mencegah pencemaran lingkungan. S/CRF sendiri merupakan sistem yang membuat pupuk dapat secara bertahap lepas ke dalam tanah untuk menyelaraskan kebutuhan unsur hara dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman (Ganetri *et al.*, 2021). Keuntungan penggunaan S/CRF meliputi biaya yang rendah karena tidak memerlukan peralatan rumit, tidak menggunakan pelarut, dan beroperasi pada suhu rendah (Prakarsa *et al.*, 2017). S/CRF dapat mengurangi jumlah penggunaan pupuk, karena S/CRF dapat meningkatkan efisiensi pemupukan sebesar 50-60% (Wigena *et al.*, 2006). Salah satu bentuk S/CRF yang saat ini sedang dikembangkan adalah penggunaan hidrogel yang ramah lingkungan.

Penelitian mengenai hidrogel menjadi salah satu topik riset yang menarik dan diteliti secara serius dalam beberapa tahun belakangan. Hidrogel adalah gel yang dimana agen pengembangnya adalah air (PAC, 2007). Hidrogel sendiri adalah polimer yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air secara reversibel berdasarkan Hidrogel adalah polimer yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air secara bolak-balik tergantung pada rangsangan eksternal yang diterima, seperti perubahan suhu, pH, atau tingkat kelembapan pada media tempatnya diaplikasikan (Zamani *et al.*, 2010). Hidrogel memiliki struktur silang yang memungkinkan pembentukan jaringan makromolekul tiga dimensi saat terpapar air. Struktur ini memungkinkan hidrogel menyerap air dalam jumlah yang sangat besar, melebihi berat atau volumenya sendiri (Zohuriaan-Mehr & Kabiri, 2008). Hidrogel dapat menyerap air terdistilasi hingga 500% dari berat keringnya. Dalam kondisi tertentu, hidrogel juga bisa melepaskan air yang telah diserapnya dan mengembalikannya ke media asalnya, seperti tanah (Wang & Gregg, 1990). Hidrogel dapat disintesis menggunakan beberapa material seperti pati, xantan, polivinil alkohol, poli (vinil metil eter), poli (N-isopropil akrilamida), kitosan, *carboxymethyl cellulose* (Aouada *et al.*, 2011; Rehman *et al.*, 2011; Chatterjee *et al.*, 2010).

Polivinil alkohol (PVA) merupakan salah satu bahan yang berpotensi besar untuk dijadikan sebagai bahan dasar hidrogel. PVA adalah polimer sintesis yang aman dan larut dalam air. PVA telah diproduksi secara komersial dalam jumlah besar dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk serat kain, film, hidrogel, dan

perekat (Bolto *et al.*, 2009). Keunggulan PVA meliputi kemampuannya yang mudah menyerap air, sifatnya yang tidak beracun, dan dapat terurai secara biologis (Abidin *et al.*, 2012). PVA dapat larut dalam air setelah jangka waktu tertentu karena merupakan polimer berantai linier, yang membuatnya kurang efektif untuk penggunaan langsung. Untuk mengatasi hal ini, PVA dapat dipolimerisasi dengan polimer atau monomer lain menggunakan agen pengikat silang (Erizal *et al.*, 2018).

Hidrogel yang dibuat dengan menggunakan PVA dan Borat sebagai agen pengikat silang sudah dikembangkan dan memiliki potensi dalam meningkatkan kekuatan mekanik hidrogel secara nyata (Huang *et al.*, 2017). Penambahan natrium borat sebagai agen penyilang pada PVA menunjukkan indikasi kuat bahwa hidrogel yang terbentuk memiliki peningkatan stabilitas yang tinggi (Wang *et al.*, 2021). Namun, penelitian Lestari (2021) menunjukkan bahwa hidrogel PVA/Borat memiliki sifat mekanik yang rendah, sehingga mudah hancur.

Kemampuan stabilitas mekanik hidrogel berbasis PVA/Borat, serta potensinya sebagai S/CRF ramah lingkungan, dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan seperti *Premna oblongifolia* Merr. (POM) (Putri, 2013). Komponen utama dalam ekstrak POM yang berperan dalam pembentukan gel adalah pektin polisakarida dengan kadar metoksi yang rendah (Artha, 2001). Pektin adalah bahan fungsional bernilai tinggi yang sering digunakan untuk membentuk gel dan sebagai penstabil dalam pembuatan gel. Konsentrasi pektin dapat mempengaruhi pembentukan gel, menentukan tingkat kekenyalan, dan meningkatkan kekuatannya (Futra *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah dilakukan sintesis hidrogel untuk S/CRF dalam bentuk lembaran (Hendrawan *et al.*, 2023). Pada penelitian ini, S/CRF dalam bentuk lembaran hidrogel ditingkatkan kemampuannya untuk mengendalikan pelepasan pupuk melalui pembentukan granula yang dilapisi oleh hidrogel. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan POM pada hidrogel PVA/Borat dan menyisipkan granula CaCO_3 -KCl ke dalam hidrogel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi optimum pada sintesis lembaran hidrogel PVA/Borat/POM?
2. Bagaimana karakteristik lembaran hidrogel PVA/Borat/POM?
3. Bagaimana performa agrokimia lembaran hidrogel PVA/Borat/POM?
4. Bagaimana performa agrokimia granula PVA/Borat/POM/CaCO₃-KCl?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komposisi optimum pada sintesis lembaran hidrogel PVA/Borat/POM ditinjau dari *swelling ratio*, *water retention*, dan *water contact angle*.
2. Mengetahui karakteristik struktur, morfologi, dan hidrofilisitas lembaran hidrogel PVA/Borat/POM.
3. Mengetahui performa agrokimia lembaran hidrogel PVA/Borat/POM berdasarkan parameter *swelling ratio*, *water retention*, biodegradabilitas, dan perilaku pelepasan.
4. Mengetahui performa agrokimia granula PVA/Borat/POM/CaCO₃-KCl berdasarkan perilaku pelepasan.

1.4 Manfaat

Harapannya, hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Alternatif material ramah lingkungan untuk kemajuan teknologi dan praktik pertanian di Indonesia, terutama dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan pupuk.
2. Alternatif teknologi dalam pengolahan POM sehingga dapat meningkatkan manfaat dan nilai ekonominya.