

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian menyumbang 10-14% emisi gas rumah kaca antropogenik secara global (Smith et al., 2014). Sektor pertanian di Indonesia memiliki kontribusi besar dalam menghasilkan emisi. Terdapat peningkatan tiap tahunnya yaitu pada tahun 2019 sebesar 105,303 Gigagram (Gg) CO₂e jika dibandingkan pada tahun 2000 sebesar 84,537 Gigagram (Gg) CO₂e (Minister of Environment and Forestry, 2021). Penambahan nitrogen dalam pertanian merupakan sumber utama dari emisi gas rumah kaca nitro oksida (N₂O) yaitu sebesar 70% dan 30,20% masing-masing dari emisi N₂O antropogenik secara global dan di Indonesia (Tian et al., 2020; Minister of Environment and Forestry, 2021). Penggunaan pupuk berlebih dalam pertanian menjadi penyebab dalam emisi gas rumah kaca. Saat pemberian pupuk nitrogen (N), tanah tidak menyerap nutrisi dalam jumlah banyak melainkan terserap oleh organisme tanah yang dapat menghasilkan N₂O sebagai produk sampingan dari metabolisme (Menegat et al., 2022). Peningkatan emisi N₂O pada pemupukan kalium disebabkan oleh peningkatan aktivitas mikroorganisme denitrifikasi dan mikroorganisme nitrifikasi tahan asam yang disebabkan oleh konsentrasi K⁺ yang lebih tinggi dan pH tanah yang lebih rendah (Li et al., 2020). Ion K⁺ dapat memainkan peran penting dalam meningkatkan emisi N₂O karena konsentrasi K⁺ dapat mempengaruhi pertumbuhan dan penghilangan banyak bakteri yang terlibat dalam nitrifikasi dan denitrifikasi (Wang et al., 2020)

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah mempelajari karakter material hidrogel pada keperluan pupuk sebagai *slow controlled-release* sehingga nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman terpenuhi. *Slow controlled release fertilizer* (S-CRF) telah banyak dipelajari karena lebih ekonomis dan efisien dalam pemberian nutrisi di mana unsur hara dapat dilepaskan secara bertahap. S-CRF memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan efisiensi pemupukan (Vejan et al., 2021). S-CRF memiliki kekurangan diantaranya kekuatan mekanik yang rendah dan kerapuhan yang tinggi untuk mempertahankan fisik hidrogel (Singhal, R. dan Gupta, K., 2016). Sementara hidrogel berbasis sintetik seperti asam akrilat dan

polikrilamida lebih sulit terdegradasi di dalam tanah, pada jumlah yang banyak di dalam tanah akan melepaskan residu beracun di lingkungan (Song et al., 2020). Pada studi sebelumnya, telah mempelajari penggunaan hidrogel untuk S-CRF khususnya pada bahan PVA/GA/POM/CNT (Haryati, 2016)

Penggunaan PVA sebagai presurkor hidrogel dipilih karena karakternya yang hidrofilik dan ikatan hidrogen yang kuat karena mengandung gugus hidroksi di setiap unit berulang sehingga memiliki kemampuan dalam menyerap air dengan mudah (Butylina et al., 2016). PVA adalah polimer sintetik hidrofilik, biokompatibel, dan tahan terhadap degradasi pada tanah (Abraham et al., 2016; Aslam et al., 2018). Namun, hidrogel PVA saja menunjukkan kekuatan mekanik yang lemah dan *swelling* yang kurang maksimal (Gao et al., 2019; Hago dan Li, 2013). Glutaraldehida sebagai agen *crosslinker* mampu menurunkan kelarutan hidrogel dalam air dan meningkatkan kemampuan *swelling* (Shivakumara dan Demappa, 2019; Betriani et al., 2023). *Premna oblongifolia Merr* (POM) adalah jenis tanaman yang mudah dibudidayakan, tersedia melimpah di alam, dan memiliki sifat *biodegradable*. Selain itu, pembentukan gel POM yang baik juga menjanjikan sifat yang dapat diaplikasikan sebagai prekursor pada pembuatan komposit polimer. Hal ini dikarenakan POM sebagian besar mengandung gugus –OH yang berkontribusi terhadap karakter hidrofilik, POM dapat memainkan peran penting dalam kapasitas penyerapan air pada hidrogel (Hendrawan et al., 2019). Namun, polimer alami memiliki kekuatan mekanik yang buruk (Puertas et al., 2021). Penambahan *carbon nano tube* (CNT) pada hidrogel digunakan untuk meningkatkan sifat fisikokimia, mekanik, luas permukaan yang efektif, dan konduktivitas listrik yang tinggi (Guo et al., 2020; Zueva et al., 2019; Vashist et al., 2018).

Aplikasi hidrogel sudah banyak digunakan dalam pertanian, penghantaran obat, pembalut obat, dan rekayasa jaringan, pembuatan kontak lensa (Liu et al., 2022; Cascone dan Lamberti, 2020). Kajian secara fundamental jarang ditemukan khususnya mempelajari hubungan nutrisi terhadap *release*. Penelitian terdahulu telah sintesis dan menguji hidrogel berbasis PVA/GA/POM serta PVA/GA/POM/CNT dengan hasil kinerja yang baik untuk dijadikan material CRF terhadap nutrisi KCl (Hendrawan et al., 2023). Namun, penelitian sebelumnya

belum mempelajari hubungan aspek difusi nutrisi garam NaCl dan KCl terhadap impregnasi dan *release*. Maka penelitian ini akan mempelajari aspek tersebut terhadap jenis dan konsentrasi garam nutrisi NaCl dan KCl. Pupuk kalium biasanya ditambahkan ke lahan pertanian untuk meningkatkan hasil dan kualitas tanaman yang tumbuh di tanah yang kekurangan pasokan nutrisi penting ini. Kalium (K) adalah makronutrien tanaman esensial ketiga setelah nitrogen (N) dan fosfor (P) dan memiliki peran yang penting untuk proses fisiologis tanaman termasuk fotosintesis dan penyerapan air serta nutrisi. Hampir semua pupuk kalium (K) larut dalam air (Nadarajan dan Sukumaran, 2021). Natrium biasanya tidak digunakan sebagai nutrisi karena dapat bersifat toksik, meskipun sebagai unsur non esensial bagi sebagian besar tumbuhan, tetapi natrium menjadi elemen penting untuk hewan dan pengurai (Kaspari, 2020). Kadar yang rendah pada Na^+ tidak berbahaya dan sangat berguna untuk penyerapan air pada tumbuhan (Maathuis, 2014). Berdasarkan acuan dari penelitian sebelumnya (Hendrawan et al., 2023), penelitian ini akan melakukan modifikasi optimasi pada sintesis serta melakukan pencucian, mempelajari karakteristik, dan uji kinerja, salah satunya impregnasi dan *release* dari hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT pada nutrisi KCl dan NaCl.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penyajian latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi komposisi optimum dan kondisi pencucian?
2. Bagaimana karakteristik hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi penentuan gugus fungsi, morfologi, dan hidrofilitas?
3. Bagaimana kinerja hidrogel PVA/GA/POM, dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi *swelling ratio*, *water retention*, porositas, serta absorpsi dan desorpsi terhadap nutrisi NaCl dan nutrisi KCl?

1.3 Tujuan

Berdasarkan penyajian latar belakang dan rumusan masalah, maka diperoleh tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan sintesis hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi komposisi optimum dan kondisi pencucian;

2. Menentukan karakteristik hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi penentuan gugus fungsi, morfologi, dan hidrofilitas; dan
3. Menentukan kinerja hidrogel PVA/GA/POM, dan PVA/GA/POM/CNT yang meliputi *swelling ratio*, *water retention*, porositas, serta absorpsi dan desorpsi terhadap nutrisi NaCl dan nutrisi KCl.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan tentang material *slow controlled release fertilizer* (S-CRF) dalam meningkatkan efektivitas pertanian melalui hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT; dan
2. Memberikan pengetahuan kemampuan impregnasi dan pelepasan NaCl dan KCl terhadap hidrogel PVA/GA/POM dan PVA/GA/POM/CNT.

1.5 Struktur Organisasi

Penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab dengan penjelasan singkat tiap bab sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan struktur organisasi skripsi yang akan dilakukan;
2. BAB II Tinjauan Pustaka, berisi teori dan konsep yang berkaitan penelitian yang akan dilakukan;
3. BAB III Metode Penelitian, berisi informasi prosedural yang terdiri atas waktu, lokasi, alat, bahan, bagan alir, dan tahapan penelitian;
4. BAB IV Hasil dan Pembahasan, berisi hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan dari penemuan; dan
5. BAB V Kesimpulan dan Saran, berisi rangkuman terhadap temuan hasil kajian dan rekomendasi.