

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pupuk diammonium fosfat (DAP) merupakan pupuk yang banyak digunakan dalam bidang pertanian karena tinggi akan kandungan unsur hara makro esensial, seperti nitrogen dan fosfor. Nadarajan dan Sukuraman (2021) menyatakan bahwa kandungan nitrogen pada pupuk DAP sebesar 18%, sedangkan fosfor dalam bentuk P_2O_5 sebesar 46%. Nitrogen terlibat langsung dalam pembentukan protein, yang mana merupakan material penyusun utama sel. Nitrogen bagi tanaman juga berperan dalam sintesis klorofil dan proses metabolisme. Sementara itu, fosfor merupakan komponen penyusun ADP, ATP, NAD, dan NADH yang digunakan dalam proses transfer energi. Fosfor juga berperan dalam proses fotosintesis dan metabolisme karbohidrat sebagai regulator kunci dalam pendistribusian hasil fotosintesis antara sumber energi dan organ reproduksi tanaman (Albari dkk., 2018).

Namun demikian, pupuk DAP diketahui sangat mudah larut (588 g/L pada 20°C), sehingga nitrogen dan fosfor kurang tersedia bagi tanaman. Berdasarkan Adhikari dkk. (2023), estimasi efisiensi penggunaan nitrogen dan fosfor oleh tanaman secara berturut-turut hanya sekitar 30–50% dan 15–20%. Rendahnya efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman ini salah satunya dapat diakibatkan oleh pencucian (*leaching*). Pencucian merupakan hilangnya unsur hara yang disebabkan oleh proses pelarutan unsur hara terbawa oleh aliran air ke lapisan tanah yang lebih dalam (Li dan Chen, 2020). Pencucian berpotensi menyebabkan eutrofikasi, sehingga dapat berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Selain itu, fiksasi unsur hara seperti fosfor dengan ion logam tanah menjadi senyawa fosfat yang tidak larut mengakibatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman menjadi terbatas.

Upaya untuk meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman dapat dilakukan melalui formulasi pupuk lepas lambat. Pupuk lepas lambat merupakan pupuk generasi baru dengan penambahan material tertentu seperti matriks atau pelapis yang memungkinkan pelepasan unsur hara secara perlahan

sesuai dengan kebutuhan tanaman (Ghosh dkk., 2024). Salah satu material yang banyak digunakan sebagai matriks dalam pupuk lepas lambat adalah silika. Silika merupakan material anorganik berpori dengan struktur yang dapat disesuaikan untuk membentuk jaringan yang mampu menjebak unsur hara di dalamnya. Unsur hara kemudian dapat dilepaskan secara perlahan melalui proses difusi (Li dan Chen, 2020). Selain berperan sebagai matriks, silika secara agronomis juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres abiotik, seperti kekeringan. Penelitian oleh Pimchan dkk. (2021), menunjukkan bahwa penggunaan silika dapat menghasilkan pelepasan unsur hara secara bertahap dan konsisten, serta mampu mempertahankan stabilitas bentuk matriks selama 30 hari. Akan tetapi, dalam penggunaannya sebagai matriks untuk fosfor pada pupuk diammonium fosfat, silika kurang efektif akibat gaya tolak-menolak antara silika dan fosfat yang sama-sama memiliki muatan negatif. Akibatnya, hal ini dapat mempengaruhi retensi dan pelepasan fosfor.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan material tambahan pada matriks silika agar dapat meningkatkan retensi sekaligus dapat mengontrol pelepasan fosfor pada pupuk diammonium fosfat dengan baik. Salah satu material yang berpotensi sebagai kombinasi matriks silika adalah kitosan. Kitosan merupakan polimer alami yang memiliki gugus aktif amina (—NH_2) yang dalam keadaan asam dapat terprotonasi menjadi —NH_3^+ , sehingga penggabungannya dengan silika yang dapat memiliki muatan negatif akan menghasilkan interaksi elektrostatik yang kuat dan meningkatkan kestabilan matriks (Budnyak dkk., 2015). Muatan positif dari amina kitosan terprotonasi juga dapat meningkatkan retensi fosfor dalam matriks akibat interaksinya dengan muatan negatif dari fosfat (Solis dkk., 2023). Berdasarkan penelitian Mushtaq dkk. (2018), penambahan kitosan pada silika sebagai matriks pupuk NPK menghasilkan profil pelepasan unsur hara yang lambat dan dapat bertahan selama enam bulan dalam suhu ruang. Hal ini menunjukkan adanya sinergi antara kedua material tersebut dalam mengendalikan profil pelepasan unsur hara. Selain itu, kitosan memiliki sifat biodegradabel, biokompatibel, serta tidak beracun terhadap membran tanaman

sehingga mendukung aplikasinya dalam sistem pertanian yang ramah lingkungan (Mangallo dkk., 2020).

Meskipun demikian, kajian literatur mengenai formulasi pupuk lepas lambat berbasis kombinasi silika dan kitosan sebagai matriks masih terbatas, terutama untuk aplikasi pada pupuk berbasis nitrogen dan fosfor, seperti diammonium fosfat. Selain itu, sebagian besar penelitian sering kali menggunakan bahan komersial sebagai sumber unsur hara. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pupuk lepas lambat secara menyeluruh, dimulai dari sintesis pupuk diammonium fosfat sebagai sumber unsur hara, penggabungannya dengan matriks silika dan silika-kitosan, serta untuk menentukan persentase massa total pelepasan unsur hara pada pupuk hasil sintesis. Pada penelitian ini, diharapkan pupuk yang dihasilkan dapat mengoptimalkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman dengan memanfaatkan peran silika sebagai kerangka matriks serta penambahan kitosan untuk mengoptimalkan retensi unsur hara, memperkuat struktur matriks, serta mengendalikan pelepasan unsur hara secara lebih terkontrol dan berkelanjutan.

I.2 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian ini.

1. Memperoleh pupuk diammonium fosfat (DAP).
2. Memperoleh pupuk lepas lambat diammonium fosfat dengan penambahan matriks silika (DAP@SG) dan silika-kitosan (DAP@SG/CTS).
3. Menentukan persentase massa total pelepasan fosfor pada pupuk lepas lambat DAP@SG dan DAP@SG/CTS.