

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Pengembangan sektor pertanian di Indonesia yang semakin luas mengakibatkan diperlukannya peningkatan komponen-komponen penting pada produksi komoditas pertanian, yang mana salah satunya ialah pupuk. Penggunaan pupuk saat ini sangat tidak efisien, menyebabkan limbah serta polusi air dan udara. Nitrogen adalah salah satu kandungan pupuk yang paling banyak digunakan. Namun, karena hilangnya nitrogen dalam jumlah besar saat proses pengairan tanah, tingkat pemanfaatannya hanya 30-50%. Pada akhirnya menyebabkan hilangnya pupuk secara drastis dan pencemaran lingkungan (Zhang et al., 2023).

Mengutip dari Eddarai et al., (2023) pupuk lepas lambat (*Slow Release Fertilizer/SRF*) digunakan untuk memperlambat, atau bahkan mengontrol laju pelepasan nitrogen ke dalam tanah agar lebih sesuai dengan serapan tanaman dan menurunkan tingkat kehilangan nutrisi bagi tanaman. Studi sebelumnya telah menunjukkan betapa pentingnya fosfor (P), kalium (K), dan nitrogen (N) untuk kualitas vegetasi dan kesuburan tanah. Selain itu, SRF menghindari penggunaan pupuk yang berlebihan dan meningkatkan jumlah ketersediaannya untuk tanaman.

Jika dibandingkan dengan struktur anorganik lainnya dengan sifat serupa, bahan silika mesopori lebih memiliki banyak manfaat, seperti luas permukaan yang besar, topologi yang dapat diubah, dan ukuran pori yang dapat diatur. Oleh karena itu, silika mesopori sangat bermanfaat dalam berbagai bidang kimia dan dapat diaplikasikan secara beragam (Abburi et al., 2020). Karena banyak memiliki sifat

yang menarik, seperti ukuran partikel, struktur pori yang teratur, volume pori yang tinggi, rendah toksisitas, dan biokompatibilitas yang baik, bahan silika mesopori telah banyak digunakan sebagai *nanocarrier* untuk pestisida di bidang pertanian (Yang et al., 2020). Namun, *nanocarrier* belum terdegradasi sepenuhnya, yang berarti mereka tidak dapat memaksimalkan tingkat pemanfaatan bahan aktif pestisida dalam bidang pertanian sehingga penerapannya dapat menyebabkan sisa pestisida berlebihan dan pencemaran lingkungan (Lu et al., 2020). Dalam penelitiannya de Silva et al., (2020), melakukan sintesis silika *nanohybrid* pupuk urea dengan potensi aplikasi *slow release* nitrogen dimana diperoleh kandungan urea yang tinggi sebesar 36% (b/b) dan efisiensi pemuatan ~83%. Hasil dari sintesis ini dilanjutkan dengan karakterisasi yang mana diperoleh keberhasilan berupa penggabungan dan pembentukan ikatan yang kuat antara nanopartikel dan molekul urea. Hasil ini diperkuat dengan perilaku lepas lambat berkelanjutan yang ditunjukkan oleh nanohibrida dalam air lebih dari sepuluh hari. Kesimpulannya ialah nanohybrid urea-silika berpotensi untuk pupuk *slow release* nitrogen.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai *slow release fertilizer* dengan sintesis mesopori silika. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan *template* berupa surfaktan CTAB yang membuat silika menjadi dua lapis yaitu lapisan pertama surfaktan CTAB, kemudian lapisan kedua ialah silika gel-CTAB. Surfaktan CTAB berfungsi sebagai pengarah pori-pori pada silika. Dalam penelitian Wang et al., (2011) menunjukkan penambahan konsentrasi CTAB meningkatkan hasil luas permukaan dari mesopori silika.

Sementara menurut Vazquez et al., (2017) penambahan konsentrasi CTAB akan meningkatkan volume total pori mesopori silika.

Pada proses pembuatan *slow release fertilizer* melalui sintesis silika mesopori, penelitian dilakukan dengan memperhatikan efisiensi dari pengujian lepas lambat. Dalam hal ini, pembentukan rongga dan ukurannya akibat pengaruh kalsinasi dapat menentukan tingkat desorpsi dan adsorpsi. Silika mesopori memiliki ciri permukaan yang kaya gugus silanol, yang dianggap lemah untuk adsorpsi ketika terkalsinasi. Adanya surfaktan (bentuk non-kalsinasi) di dalam pori-pori silika mesopori membuat sifat adsorpsi yang menarik karena molekul CTA<sup>+</sup> berpartisipasi dalam adsorpsi. Sebagai bahan yang sangat baik untuk adsorpsi, interaksi CTA<sup>+</sup> dengan kerangka mesopori silika persis dengan gugus siloksi  $\equiv\text{SiO}-$  menghasilkan permukaan yang sangat basa (Nagappan et al., 2019). Hal ini juga didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Borówka & Skrzypiec, (2021) bahwa penggunaan temperature kalsinasi yang tinggi dapat membentuk struktur material pori yang terbaik.

Pada penelitian ini dilakukan variasi temperatur kalsinasi yaitu 350°C, 450°C, 550°C, dan 650°C. Tujuan dari variasi temperatur ini untuk menentukan pengaruh temperatur kalsinasi dalam pembentukan rongga atau pengerutan terhadap kemampuan lepas lambat nitrogen hasil sintesis Silika Mesopori-Urea-Glutaraldehyd. Nantinya, dalam penelitian ini, pupuk *slow release* yang dihasilkan akan diinkubasikan ke dalam tanah dengan jangka waktu yang telah ditentukan untuk menentukan kemampuan pelepasan unsur hara berupa nitrogen dalam pupuk.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Berikut tujuan dari penelitian ini.

1. Memperoleh silika mesopori dengan pengaruh pori CTAB dan variasi temperatur kalsinasi 350°C, 450°C, 550°C, dan 650°C.
2. Menentukan kemampuan lepas lambat nitrogen dari masing-masing silika mesopori-urea-glutaraldehyd hasil sintesis.