

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuaca ekstrim dan musim kemarau berkepanjangan menjadi salah satu masalah yang menyebabkan terjadinya kekeringan di Indonesia. Masalah ini menjadi suatu tantangan besar, terutama di sektor pertanian pada daerah-daerah dengan curah hujan yang rendah. Kondisi tanah yang kering tidak hanya mengganggu siklus air, tetapi juga berdampak langsung pada penurunan hasil tanaman. Hal ini dapat memicu terjadinya kerugian ekonomi khususnya di wilayah pedesaan yang bergantung pada hasil pertanian. Oleh karena itu, pentingnya menjaga kelembaban tanah agar tanaman tetap tumbuh optimal karena kualitas tanah yang tetap terjaga [1].

Salah satu cara efektif untuk menjaga kelembaban tanah ialah dengan menggunakan material berpori. Zeolit terbentuk dari kerangka tetrahedral yang terdiri dari silika dan alumina, dimana kerangka tersebut memiliki ukuran pori cukup besar dan dapat disesuaikan oleh ukuran partikelnya, sehingga memiliki tempat untuk menyimpan air didalamnya. Selain itu, zeolit juga dapat melepaskan air secara perlahan sesuai dengan kebutuhan tanaman, hal ini dikarenakan zeolit memiliki situs aktif pada permukaannya yang dapat mengurangi laju penguapan. Maka dari itu, dari sifat-sifat tersebutlah zeolit dapat berfungsi sebagai media penyimpanan air pada tanah [2].

Berdasarkan sifat-sifat zeolit yang bervariasi, zeolit dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Kedua zeolit ini memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda sehingga memiliki keunggulannya masing-masing. Seperti halnya zeolit alam yang banyak digunakan karena harganya yang relatif murah dan dapat ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia. Selain itu, telah ada penelitian yang menunjukkan bahwa zeolit alam memiliki efektivitas sebagai media penyimpanan air pada tanah. Salah satu penelitian ini dilakukan oleh Ibrahim dan Alghamdi (2021) yang memanfaatkan zeolit alam tipe klinoptilolit untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan air pada tanah. Penelitian ini melakukan variasi ukuran partikel pada zeolit alam klinoptilolit sehingga hasilnya menunjukkan

ukuran partikel yang lebih kecil mampu meningkatkan kapasitas penyimpan air pada tanah lempung berpasir [3].

Meskipun zeolit alam klinoptilolit memiliki kemampuan yang baik dalam penyimpan air pada tanah, zeolit sintetis juga dapat menjadi alternatif yang tak kalah menjajikan, dimana zeolit tersebut juga menawarkan keunggulan yang tak kalah penting. Zeolit sintetis memiliki struktur yang lebih murni dan dapat direkayasa secara khusus untuk memperoleh sifat fisik dan kimia yang sesuai dengan kebutuhan. Keunggulan ini dapat menjadikan zeolit sintetis sebagai alternatif yang menarik dalam pengembangan teknologi pertanian modern terhadap adanya perubahan iklim dan keterbatasan air. Menariknya, sintesis zeolit dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah anorganik [4].

Beberapa contoh limbah anorganik yang sering digunakan dalam sintesis zeolit diantaranya *flay ash* dari hasil pembakaran batu bara, abu sekam padi, pecahan kaca, kaleng aluminium atau aluminium dari kemasan. Limbah-limbah tersebut pada dasarnya memiliki kandungan silika dan alumina yang merupakan bahan utama dalam sintesis zeolit. Dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan baku, dapat menekan biaya produksi dari sintesis zeolit sehingga lebih ekonomis. Selain itu, pemanfaatan ini juga mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan karena limbah yang sebelumnya tidak terpakai bisa di olah kembali menjadi material yang lebih bermanfaat [4].

Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa sintesis zeolit yang dibuat dari bahan limbah memiliki manfaat yang tak kalah bagus dengan zeolit alam. Bahkan, dalam beberapa hal, fungsinya dapat lebih unggul dari zeolit alam. Berdasarkan beberapa penelitian tentang sintesis zeolit, hasilnya menunjukkan bahwa zeolit sintetis Linde Type-A (LTA) dikenal memiliki sifat hidrofilik yang tinggi sehingga dapat mengeluarkan air sesuai kebutuhan tanaman. Hal ini juga diperkuat dengan hasil penelitian Sazali (2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan zeolit sintetis LTA berbahan limbah secara signifikan dapat memperoleh hasil tanaman yang lebih baik serta meningkatkan kelembaban tanah di daerah kering [5].

Jika dilihat dari hasil penelitian pada kedua jenis zeolit tersebut, keduanya sama-sama terbukti dapat menjaga kelembaban tanah sehingga dapat mendukung untuk praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Selain itu, pengembangan zeolit

sintetik berbahan limbah juga dapat memberi nilai tambah karena tidak hanya membantu masalah kekeringan tetapi juga menjadi salah satu alternatif untuk memanfaatkan limbah anorganik yang jumlahnya semakin banyak. Oleh karena itu, kajian perbandingan antara zeolit alam klinoptiloolit dengan zeolit sintetik LTA berbahan limbah menjadi sangat penting dalam upaya merumuskan strategi pengelolaan air dalam tanah yang lebih efisien dan berwawasan lingkungan, khususnya untuk menghadapi suatu tantangan di wilayah-wilayah yang rawan kekeringan [6].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kristalinitas dan bentuk morfologi zeolit sintetik LTA dan zeolit alam klinoptilolit berdasarkan karakterisasi XRD dan SEM?
2. Seberapa efektif zeolit sintetik LTA dan zeolit alam klinoptilolit dalam meningkatkan kapasitas penyimpan air pada tanah?
3. Bagaimana pengaruh ukuran partikel dan sifat hidrofilik zeolit sintetik LTA dan zeolit alam klinoptilolit terhadap kemampuan penyerapan dan pelepasan air pada tanah?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah sebagai berikut:

1. Tanah yang digunakan adalah tanah salah satu kebun yang berada di daerah Pandeglang-Banten.
2. Zeolit alam yang digunakan adalah zeolit alam yang berasal dari PT. Minerindo Trifa Buana Bayah, Lebak, Banten.
3. Limbah yang digunakan untuk zeolit sintetik LTA yaitu abu sekam padi sebagai penghasil silika dan aluminium kemasam sebagai penghasil alumina.
4. Sumber kation yang digunakan dalam zeolit sintetik LTA adalah natrium (Na^+) dari larutan NaOH teknis.
5. Suhu yang digunakan pada saat sintesis zeolit LTA diinkubasi pada suhu 90°C .

6. Waktu inkubasi yang digunakan pada sintesis zeolit LTA yaitu selama 18 jam.
7. Uji kristalin dan morfologi pada zeolit alam, zeolit sintetis dan tanah dilakukan dengan menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh kristalinitas 60-90% dan bentuk morfologi kubus pada zeolit sintetis LTA dan lembaran pipih pada zeolit alam klinoptilolit berdasarkan karakterisasi XRD dan SEM.
2. Memperoleh hasil efektif 50-65% pada zeolit sintetis LTA dengan zeolit alam klinoptilolit dalam aplikasi penyimpanan air pada tanah.
3. Memperoleh ukuran partikel 350-500 nm dan menentukan sifat hidrofilik pada zeolit alam klinoptilolit dan zeolit sintetis LTA terhadap hasil penyerapan dan pelepasan air pada tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki potensi dalam mengoptimalkan penggunaan limbah sebagai bahan baku sintesis zeolit LTA, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam dan memberikan solusi berkelanjutan untuk pengelolaan limbah. Selain itu, penelitian ini dapat membandingkan efektivitas zeolit alam dan sintetis dalam meningkatkan daya simpan air yang penting untuk kualitas tanah dan pertanian berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu membantu penggunaan air agar menjadi lebih efisien, lalu dapat menekan biaya produksi sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan. Dengan begitu, penelitian ini dapat mendukung pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan dalam bidang pertanian sekaligus menambah wawasan ilmiah mengenai pemanfaatan zeolit untuk mendukung pertanian berkelanjutan.