

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan elemen penting dalam setiap kegiatan konstruksi teknik sipil karena berfungsi sebagai media penyalur beban struktur ke lapisan di bawahnya. Namun, di Indonesia banyak dijumpai jenis tanah lempung yang memiliki daya dukung rendah, plastisitas tinggi, serta perubahan volume yang besar akibat fluktuasi kadar air. Sifat tersebut menyebabkan tanah lempung rentan mengalami kembang-susut dan penurunan (*settlement*) yang dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan, pondasi bangunan, maupun struktur lainnya. Oleh karena itu, diperlukan metode stabilisasi untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanis tanah lempung agar dapat memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar yang stabil dan kuat.



Gambar 1.1 Abu Daun Bambu
(Sumber: Purwasuka.viva.co.id)

Berbagai metode telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung, mulai dari cara mekanis seperti pemadatan hingga penggunaan bahan kimiawi seperti semen, kapur, dan fly ash. Namun, penggunaan bahan-bahan tersebut sering menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan serta biaya produksi yang tinggi. Perkembangan teknologi ramah lingkungan mendorong munculnya alternatif baru yang menggunakan bahan alami atau limbah organik yang memiliki sifat pozolan. Salah satu bahan yang potensial adalah abu daun bambu, hasil pembakaran daun bambu kering yang kaya akan silika (SiO_2) dan kalsium oksida (CaO) yang dapat berperan sebagai bahan pengikat alami dalam tanah.

Berdasarkan penelitian Harley Tamme, Raudah Ahmad, dan Kukuh Prihatin (2023) dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda, penambahan abu daun bambu pada tanah lempung mampu memperbaiki sifat fisik dan mekanis tanah. Variasi abu daun bambu sebesar 2% dari berat tanah kering menghasilkan nilai kuat tekan bebas tertinggi sebesar 2,516 kg/cm² dan nilai CBR tidak rendaman mencapai 12% setelah pemeraman selama 21 hari. Selain itu, nilai indeks plastisitas menurun hingga 15,89% pada penambahan 10% abu daun bambu. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan silika dan kapur pada abu daun bambu berperan dalam meningkatkan kekuatan dan mengurangi sifat plastis tanah, sehingga material ini berpotensi digunakan sebagai bahan stabilisasi alami yang efisien dan berkelanjutan.

Selain pendekatan kimiawi, perkembangan terbaru di bidang geoteknik memperkenalkan metode stabilisasi biologis (biosementasi) dengan memanfaatkan mikroorganisme, salah satunya bakteri *Bacillus subtilis*. Bakteri ini mampu menghasilkan endapan kalsium karbonat (CaCO₃) melalui proses metabolisme yang mengikat partikel tanah sehingga meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah. Penelitian oleh Andi Marini Indriani, Gunaedy Utomo, dan M. Ryan Syahputra (2023) menunjukkan bahwa penambahan *Bacillus subtilis* sebanyak 6% dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung hingga lima kali lipat pada kondisi soaked dan tiga kali lipat pada kondisi unsoaked. Hal ini membuktikan bahwa metode biosementasi mampu memperbaiki karakteristik tanah lempung secara signifikan dan ramah lingkungan.

Walaupun kedua metode tersebut telah terbukti efektif secara individual, penelitian mengenai kombinasi abu daun bambu dengan bakteri *Bacillus subtilis* masih sangat terbatas. Abu daun bambu yang mengandung

senyawa silika dan kalsium berpotensi memperkuat proses pembentukan kalsit dari aktivitas bakteri melalui reaksi biosementasi, sementara bakteri mempercepat proses pengikatan partikel tanah secara biologis. Kombinasi ini diharapkan menghasilkan material tanah yang lebih padat, kuat, dan stabil terhadap perubahan kadar air, serta mampu menahan siklus basah-kering yang umum terjadi di iklim tropis Indonesia. Pendekatan kombinasi kimia-biologis ini juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan efisiensi sumber daya serta pengurangan dampak lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan abu daun bambu dan bakteri *Bacillus subtilis* terhadap karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi stabilisasi tanah yang ramah lingkungan dan ekonomis. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam penerapan metode stabilisasi kombinasi kimia-biologis pada proyek konstruksi jalan maupun pondasi bangunan di wilayah dengan kondisi tanah lempung bermasalah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

1. Tanah lempung adalah salah satu jenis tanah yang sering dijumpai, namun memiliki karakteristik yang kurang menguntungkan seperti plastisitas tinggi, daya dukung rendah, dan kecenderungan penyusutan atau pembengkakan ketika kondisi kelembaban berubah.
2. Abu daun bambu diketahui mengandung silika dan kalsium yang potensial meningkatkan sifat tanah lempung, namun efektivitas dan mekanisme kerjanya dalam stabilisasi tanah lempung masih perlu dikaji lebih mendalam.
3. *Bacillus subtilis* sebagai mikroorganisme berperan dalam mengikat partikel tanah secara biologis, namun pemanfaatan dan pengaruhnya untuk stabilisasi tanah lempung juga masih minim diteliti terutama dalam kombinasi dengan bahan stabilisator alami.
4. Penelitian terdahulu biasanya mengkaji abu daun bambu dan *Bacillus subtilis* secara terpisah, sehingga terdapat kekurangan kajian yang membahas efek sinergis keduanya dalam proses stabilisasi tanah lempung.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Apa pengaruh bakteri *Bacillus subtilis* terhadap peningkatan sifat fisik dan mekanik tanah lempung?
2. Berapa besar pengaruh *Bacillus subtilis* terhadap peningkatan daya dukung & kualitas tanah lempung?
3. Berapa besar pengaruh abu daun bambu dan bakteri *Bacillus subtilis* terhadap peningkatan daya dukung & kualitas tanah lempung?
4. Pada kadar berapa kombinasi abu daun bambu & bakteri *Bacillus subtilis* yang mampu memperbaiki sifat tanah lempung secara maksimal?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperoleh hasil yang lebih spesifik dan terukur, penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengujian yang dilakukan di laboratorium.
2. Penelitian difokuskan pada pengaruh penambahan campuran abu daun bambu dan bakteri *Bacillus subtilis* sebagai bahan stabilisasi tanah, dengan persentase penambahan abu daun bambu 0%, 6%, dan 9% terhadap campuran berat tanah lempung dan bakteri dengan MICP 6%.
3. Penelitian dibatasi untuk menganalisis besarnya pengaruh abu daun bambu terhadap peningkatan daya dukung dan kualitas tanah lempung melalui pengujian laboratorium.
4. Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pemeraman secara bersamaan pada seluruh sampel, baik sampel tanah yang dicampur abu daun bambu maupun sampel tanah yang dicampur abu daun bambu dan bakteri *Bacillus subtilis*. Setelah proses pemeraman, seluruh sampel dilakukan pemadatan, kemudian diuji pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari.
5. Penelitian ini dibatasi pada proses pembakaran daun bambu secara konvensional hingga menghasilkan abu. Analisis emisi, optimasi suhu, dan studi skala industri berada diluar cakupan penelitian ini.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa sejauh mana pengaruh abu daun bambu terhadap sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
2. Untuk mengetahui besarnya pengaruh penambahan abu daun bambu terhadap peningkatan daya dukung dan kualitas tanah lempung.
3. Untuk mengetahui besarnya pengaruh penambahan abu daun bambu dan bakteri *Bacillus subtilis* terhadap peningkatan daya dukung serta kualitas tanah lempung.
4. Menentukan kadar optimum kombinasi abu daun bambu dan bakteri

Bacillus subtilis yang paling efektif dalam memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan ilmiah mengenai penerapan abu daun bambu dalam memperbaiki sifat tanah lempung.
2. Memberikan alternatif solusi pemanfaatan limbah daun bambu sebagai bahan stabilisasi tanah yang ramah lingkungan.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang perbaikan tanah menggunakan metode biologis.
4. Mendukung penerapan teknologi berkelanjutan di bidang teknik sipil, khususnya dalam upaya peningkatan daya dukung tanah.