

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kualitas tanah merupakan faktor kunci dalam menentukan keberhasilan budidaya tanaman. Namun, pada tanah bekas sawah, berbagai kendala sering ditemukan. Kendala tersebut meliputi masalah fisik seperti drainase yang buruk dan pemadatan (Bama *et al.*, 2024), masalah kimia seperti perubahan redoks, kehilangan nitrogen, mobilisasi Fe dan P (Patra *et al.*, 2024), serta masalah biologis berupa meningkatnya aktivitas anaerob dan metanogenesis yang secara keseluruhan menurunkan efisiensi nutrisi dan hasil tanaman. Salah satu upaya pemanfaatan lahan bekas sawah adalah budidaya bawang merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*), yang dapat menjadi solusi untuk memperbaiki struktur tanah bekas sawah secara bertahap karena aktivitas akar bawang merah yang pendek dan bercabang dapat menembus tanah dan memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga meningkatkan daya mengikat air tanah dan porositas (Pakpahan *et al.*, 2024).

Bawang merah merupakan komoditas sayuran unggulan, sehingga berkontribusi cukup besar terhadap perkembangan ekonomi wilayah. Tanaman bawang merah membutuhkan tanah yang berstruktur remah, bertekstur sedang hingga liat, dengan drainase dan aerasi yang baik, kandungan bahan organik yang cukup, serta pH netral (5,6–6,5) (Noor *et al.*, 2024). Produktivitas tanaman ini tidak hanya ditentukan oleh kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan tempat tumbuhnya (Marpaung, 2022).

Secara umum, potensi hasil panen bawang merah di lahan bekas sawah dapat mencapai 10–27 ton per hektare, tergantung varietas, pengelolaan lahan, dan praktik budidaya (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2022). Pemanfaatan lahan bekas sawah untuk bawang merah dilakukan guna meningkatkan nilai produksi, namun memerlukan perlakuan khusus agar hasil tanaman dapat dimaksimalkan.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini, seperti penambahan kapur, bahan organik, dan pemupukan. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah *biochar*, yaitu arang kaya karbon yang dibuat dari pembakaran biomassa tidak sempurna (Muriadin *et al.*, 2023). *Biochar* termasuk dalam golongan bahan organik yang sangat tahan terhadap dekomposisi, sehingga dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah secara berkelanjutan sehingga mampu mendukung pertumbuhan serta meningkatkan hasil tanaman (Hermawan *et al.*, 2025). *Biochar* efektif memperbaiki sifat fisik tanah, seperti struktur dan aerasi (Safitri *et al.*, 2018). *Biochar* juga berperan sebagai penstabil unsur hara dalam tanah, peningkat kadar bahan organik, serta pengurang risiko erosi. (Bawamenewi *et al.*, 2025). *Biochar* berasal dari material ramah lingkungan yang didapat dari limbah agroindustri yang melimpah. Tempurung kelapa misalnya, limbah kelapa seperti sabut dan tempurungnya dapat digunakan untuk menghasilkan *biochar* yang pada tanah bermanfaat untuk perbaikan tanah, meningkatkan adsorpsi air serta stabilisasi tanah, dan imobilisasi logam dalam tanah (da Silva, Napoleo Evangelista Pereira *et al.*, 2024). Namun, *biochar* tidak dapat langsung menyediakan unsur hara, sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain agar efektivitasnya meningkat (Hermawan *et al.*, 2025).

Sementara asam humat, bagian dari fraksi humat yang membawa muatan negatif akibat disosiasi ion  $H^+$  dari beragam gugus fungsionalnya. Hal ini menghasilkan kapasitas tukar kation (KTK) yang sangat tinggi, melebihi 200 meq per 100 g, secara efektif, fraksi humat mencegah terjadinya kehilangan unsur hara dari tanah akibat pelindian (leaching), sehingga secara langsung meningkatkan retensi dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. (Nuraini & Zahro, 2020). Keunggulan asam humat diantaranya memiliki kemampuan yang lebih cepat dan efisien dibandingkan pupuk organik lainnya dalam menyuburkan tanah, serta dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara penting seperti Fosfor (P), Zinc (Zn), dan Besi (Fe) bagi tanaman (Mindari *et al.*, 2018).

Kombinasi keduanya diharapkan menciptakan efek ganda (*synergistic effect*): *Biochar* menyediakan permukaan yang luas dan stabil untuk mencegah pencucian asam humat, sementara asam humat memperkaya situs pertukaran hara pada *biochar* dan merangsang aktivitas biologis. Kompleks jerapan yang dibentuk oleh asam humat mampu menahan unsur hara yang hilang seperti nitrogen (Aprilia *et al.*, 2024). Oleh karena itu, aplikasi bersama asam humat dan *biochar* tempurung kelapa diprediksi mampu secara optimal memperbaiki sifat fisik tanah sekaligus menjamin ketersediaan hara yang berkelanjutan, yang pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan dan hasil umbi tanaman bawang merah.

## 1.2 Rumusan Masalah

- 1) Apakah aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat berpengaruh terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah?

- 2) Adakah dosis aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat yang memberikan pengaruh terbaik untuk sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah?

### 1.3 Tujuan

- 1) Untuk mengetahui pengaruh aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat baik secara mandiri ataupun interaksi terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.
- 2) Untuk mengetahui dosis aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat yang memberikan pengaruh terbaik untuk sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah

### 1.4 Kegunaan

- 1) Secara ilmiah, hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi mengenai pengaruh kombinasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat terhadap perbaikan sifat fisik tanah bekas sawah serta peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.
- 2) Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan acuan bagi petani dalam menentukan dosis optimal *biochar* tempurung kelapa dan asam humat untuk meningkatkan produktivitas bawang merah secara efisien dan ramah lingkungan.

### 1.5 Kerangka Pemikiran

Tanah dengan kandungan liat tinggi atau bertekstur lempung seperti tanah bekas sawah cenderung memiliki pori drainase makro yang sedikit, sehingga mudah mengalami pemadatan akibat penggunaan alat dan mesin pertanian secara berulang (Ploschuk *et al.*, 2018). Kondisi tersebut menyebabkan infiltrasi

air menurun dan meningkatkan risiko genangan, yang pada akhirnya menjadi tekanan lingkungan yang merugikan dan menurunkan hasil berbagai jenis tanaman (Bama *et al.*, 2024).

Budidaya bawang merah pada tanah yang didominasi lempung menghadapi kendala utama pada struktur tanah dan bahan organik yang rendah. Tanah lempung cenderung memiliki porositas yang rendah, sehingga pengelolaan harus berfokus pada peningkatan porositas, stabilitas agregat, dan kandungan karbon (C) tanah untuk mendukung aerasi dan perakaran yang optimal (Nuru *et al.*, 2024). Upaya untuk meningkatkan kesesuaian lahan bagi budidaya bawang merah dapat dicapai melalui pengelolaan lingkungan tumbuh yang tepat. Salah satu faktor kunci yaitu melalui penambahan bahan organik, yang sangat penting dalam memperbaiki tekstur dan struktur tanah, meningkatkan ketersediaan oksigen, serta memperbaiki kapasitas tanah dalam menyediakan unsur hara (Sutardi *et al.*, 2022)

Sejalan dengan pentingnya bahan organik, budidaya bawang merah pada tanah lempung dengan pengayaan *biochar* merupakan strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen. *Biochar* adalah material karbon hitam yang sangat berpori, ringan, dan memiliki luas permukaan yang besar (Kusman *et al.*, 2024). *Biochar* sebagai bahan perbaikan sifat fisik tanah, *biochar* efektif memperbaiki tanah melalui peningkatan kekokohan agregat, permeabilitas, aerasi, kadar karbon organik, serta kemampuan menahan nutrisi dan air untuk ketersediaan tanaman (Safitri *et al.*, 2018).

Secara fisik, tekstur *biochar* yang sangat berpori berfungsi sebagai agen penggembur. Ketika dicampurkan ke dalam tanah liat, pori-pori besar *biochar* memecah struktur padat tanah, yang secara langsung menurunkan bobot isi (*bulk density*) (Nurida, 2014). Penurunan kepadatan ini krusial karena ia meningkatkan total porositas tanah, yang berdampak pada perbaikan aerasi (pertukaran udara) dan drainase (kemampuan menyerap dan melewatkan air) (Muriadin *et al.*, 2023). Luas permukaan *biochar* yang besar juga menambah lokasi penyimpanan air, yang meningkatkan kapasitas menahan air tanah (Kusman *et al.*, 2024). Perbaikan struktur fisik ini kemudian mendukung mekanisme kimiawi dan biologis *biochar*, seperti meningkatkan nilai pH dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) untuk retensi nutrisi yang lebih baik, serta menyediakan habitat yang optimal bagi perkembangan mikroorganisme tanah (Nurida, 2014).

Jerami dan sisa tanaman pertanian yang dijadikan bahan dasar arang umumnya memiliki perbandingan karbon/nitrogen yang besar ( $>20$ ). Sementara itu, *biochar* tempurung kelapa mencapai tingkat rasio C/N yang luar biasa yakni 122 (Rifki *et al.*, 2022). Melalui penelitiannya, (Siregar *et al.*, 2023) menyatakan bahwa perlakuan pemberian *biochar* dengan dosis 60 g *polybag*<sup>-1</sup> dan 90 g *polybag*<sup>-1</sup> memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

Asam humat merupakan bahan organik kompleks yang berperan penting dalam meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman. Secara kimia, asam humat memiliki struktur molekul yang besar dan mengandung berbagai

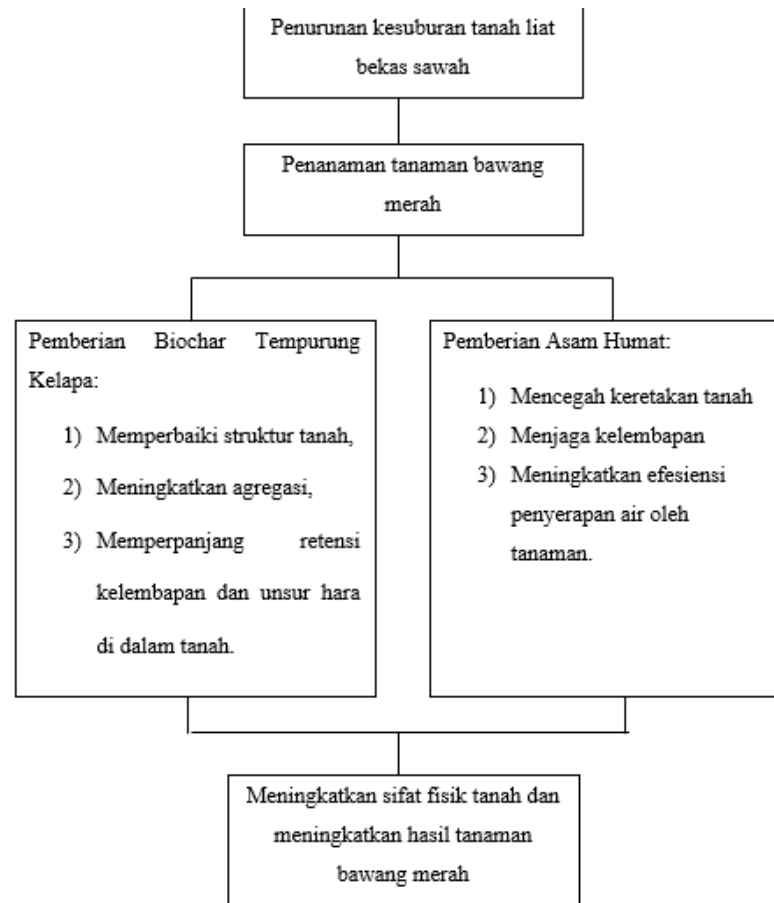
gugus aktif yang dapat memperbaiki serta memodifikasi sifat kimia dan fisik tanah (Djufry *et al.*, 2014). Senyawa ini mampu meningkatkan kapasitas tukar kation, retensi air, dan aerasi tanah, sehingga kondisi tanah menjadi lebih baik untuk pertumbuhan akar (Indiarto *et al.*, 2022). Selain itu, secara fisik asam humat juga membantu mencegah keretakan tanah, menjaga kelembapan, serta meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh tanaman (Kurniawan *et al.*, 2024).

Asam humat memiliki kaitan erat dengan sifat fisik tanah dalam aspek kesuburan, yang sangat penting untuk budidaya tanaman seperti bawang merah di lahan bekas sawah. Asam humat membantu memperbaiki struktur fisik tanah dengan menggemburkan tanah sehingga meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air dan nutrisi, (Januardi *et al.*, 2016) serta meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KTK) yang membuat nutrisi esensial seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), besi (Fe), dan seng (Zn) lebih tersedia dan mudah diserap oleh akar tanaman. (Kurniawan *et al.*, 2024). Kandungan karbon organik yang tinggi dalam asam humat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang meningkatkan aktivitas biologis tanah, sehingga tanah menjadi lebih subur dan produktif (Setiawati *et al.*, 2023). Selain itu, penggunaannya dapat memperkuat ketahanan alami tanaman terhadap hama dan penyakit (Kurniawan *et al.*, 2024). Untuk memperoleh hasil yang optimal, efektivitas asam humat sangat dipengaruhi oleh dosis aplikasinya. Berdasarkan hasil penelitian, dosis asam humat yang efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman umumnya berada pada kisaran 4–12 g per *polybag*, tergantung pada jenis tanaman dan kondisi tanah (T. Setiawati *et al.*,

2024). Selain itu menurut penelitian Kurniawan *et al.* (2024) dosis asam humat sebanyak 6 kg/ha dan NPK 125 kg/ha merupakan dosis efektif, karena dapat mengurangi penggunaan NPK yang merupakan pupuk kimia dan mengurangi biaya produksi dalam pembelian pupuk.

Asam humat secara langsung berkontribusi dalam memperbaiki sifat fisik tanah dengan meningkatkan agregasi tanah, sehingga tanah menjadi lebih gembur dan struktur tanah menjadi lebih stabil (Saptiningsih *et al.*, 2024), asam humat juga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi pemupukan fosfor (P) (Indiarto *et al.*, 2022). Sementara itu, *biochar* berfungsi memodifikasi sifat fisik tanah lempung yang padat dengan meningkatkan porositas, retensi air, dan kapasitas tukar kation, sehingga lingkungan perakaran menjadi lebih baik untuk penyerapan hara. Kombinasi keduanya menunjukkan efek sinergis dalam memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara (Lehman dan Joseph, 2024). Asam humat dapat mempercepat proses pelapukan *biochar* di dalam tanah, memperkuat aktivitas biologis tanah, dan meningkatkan mobilitas hara, sedangkan *biochar* membantu menstabilkan asam humat serta mengurangi kehilangan unsur hara melalui pencucian (Indiarto *et al.*, 2022). Dengan demikian, interaksi antara asam humat dan *biochar* berpotensi menciptakan kondisi tanah yang lebih subur dan efisien dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

## 1.6 Hipotesis



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

- 1) Aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat berpengaruh baik secara mandiri ataupun interaksi terhadap perbaikan sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
- 2) Terdapat dosis aplikasi *biochar* tempurung kelapa dan asam humat tertentu yang memberikan pengaruh terbaik terhadap perbaikan sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.