BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pangan yang memiliki peranan penting setelah padi dan gandum yang berperan besar dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional adalah Jagung *(Zea mays).* Tanaman jagung memerlukan suplai fosfor (P) yang cukup besar agar pertumbuhan dan produksinya dapat berlangsung secara optimal. Salah satu varietas jagung yang banyak dikembangkan adalah jagung pulut *(Zea mays* ceratina*).* Biji jagung ini memiliki tekstur yang lengket dan pulen seperti ketan, sehingga sering disebut jagung ketan. Jagung pulut memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan termasuk komoditas khusus yang semakin diminati, baik oleh konsumen maupun industri. Popularitasnya terus meningkat, dan dalam lima tahun terakhir permintaan terhadap jagung pulut menunjukkan peningkatan yang signifikan (Hanik & Machfudz, 2021). Meningkatnya permintaan jagung pulut menuntut upaya peningkatan produktivitasnya, salah satunya melalui perbaikan kesuburan tanah dan optimalisasi penyerapan hara, terutama fosfor (P), yang sangat berperan dalam mendukung pertumbuhan serta hasil tanaman.

Salah satu cara yang bisa diterapkan untuk mendukung upaya tersebut adalah penggunaan bakteri pelarut fosfat (BPF) yang mampu mengubah fosfat terikat menjadi bentuk tersedia bagi tanaman melalui produksi asam-asam organik dan enzim fosfatase (Putri *et al.,* 2024). Mekanisme utama pelarutan mineral fosfat dilakukan melalui sekresi asam organik serta enzim fosfatase yang berperan dalam

proses mineralisasi fosfat organik di dalam tanah (Mahmudah *et al.,* 2022). Pelepasan ion fosfat dari ikatan aplikasi Al, Fe^{3+}, maupun Ca^{2+} terjadi seiring penurunan pH zona rizosfer yang dipicu oleh ekskresi asam-asam organik (misalnya glukonat, laktat, dan sitrat) hasil sekresi BPF dan tersedia bagi tanaman. Selain itu, aktivitas enzim fosfatase yang dihasilkan BPF mampu menghidrolisis senyawa fosfat organik kompleks menjadi bentuk ortofosfat yang dapat langsung diserap oleh akar tanaman. Pemanfaatan BPF tidak hanya meningkatkan ketersediaan P dalam tanah, tetapi juga berkontribusi terhadap perbaikan sifat biologi tanah dan efisiensi pemupukan, sehingga mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

Selain mikroorganisme, bahan alami lain juga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kondisi tanah. Salah satunya adalah cangkang kepiting yang memiliki kandungan kalsium karbonat ($CaCO_3$) cukup tinggi dan berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti kapur pada tanah. Kandungan kalsium karbonat tersebut berperan penting dalam menetralisir keasaman tanah, terutama pada tanah masam yang umumnya memiliki tingkat pH rendah. Dengan meningkatnya pH tanah, aktivitas mikroorganisme tanah menjadi lebih optimal, dan tersedianya unsur hara makro seperti fosfor (P), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) dapat meningkat. Selain itu, pemberian tepung cangkang kepiting juga mampu meningkatkan unsur hara kalsium yang diperlukan tanaman serta memperbaiki struktur tanah melalui peningkatan agregasi partikel-partikel tanah.

Bakteri pelarut fosfat (BPF) dan tepung cangkang kepiting berpotensi meningkatkan ketersediaan serta serapan fosfor (P) oleh tanaman melalui

mekanisme yang saling melengkapi. BPF menghasilkan asam organik, enzim fosfatase, dan senyawa pengkelat yang mampu melepaskan P dari ikatan mineral maupun organik, sehingga lebih mudah diserap oleh akar. Tepung cangkang kepiting mengandung kalsium karbonat ($CaCO_3$) dan senyawa kitin, yang selain berfungsi memperbaiki pH dan sifat kimia tanah, juga dapat merangsang aktivitas mikroba tanah, termasuk BPF. Dengan demikian, pemanfaatan kombinasi BPF dan tepung cangkang kepiting tidak hanya mampu meningkatkan ketersediaan dan penyerapan fosfor (P) oleh tanaman, tetapi juga berkontribusi pada perbaikan kesuburan tanah secara berkelanjutan serta mengurangi ketergantungan pada pupuk fosfat sintetis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Tepung Cangkang Kepiting berinteraksi terhadap Serapan Fosfor (P), Pertumbuhan dan hasil tanaman Jagung Pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.
2. Berapakah dosis Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Tepung Cangkang Kepiting terbaik untuk Serapan Fosfor (P), Pertumbuhan dan Hasil tanaman Jagung Pulut *(Zea mays* L.var. ceratina*)*.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui interaksi aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Tepung Cangkang Kepiting terhadap Serapan Fosfor (P), Pertumbuhan dan Hasil tanaman Jagung Pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.
2. Mengetahui dosis terbaik Bakteri Pelarut Fosfat dan Tepung Cangkang Kepiting untuk Serapan Fosfor (P), Pertumbuhan dan Hasil tanaman Jagung Pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara ilmiah, penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai interaksi antara Bakteri Pelarut Fosfat dan Tepung Cangkang Kepiting dalam meningkatkan Serapan Fosfor, Pertumbuhan dan Hasil tanaman Jagung Pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi petani dan peneliti dalam memanfaatkan sumber bahan alami seperti cangkang kepiting dan BPF sebagai alternatif pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung pulut secara ramah lingkungan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Salah satu varietas jagung yang banyak dibudidayakan saat ini adalah jagung pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*, yang dikenal juga sebagai jagung ketan. Jagung pulut memiliki tekstur lengket dan pulen menyerupai beras ketan, yang disebabkan oleh tingginya kandungan amilopektin, yaitu sekitar 95,75%, sedangkan kandungan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

amilosanya relatif rendah, sekitar 4,25%. Perbandingan komponen pati tersebut menyebabkan sifat amilograf dan karakter fisikokimia jagung pulut berbeda dibandingkan varietas jagung lainnya. Selain itu, jagung pulut memiliki daya tarik visual karena bijinya berwarna belang dengan kombinasi putih dan ungu dalam satu tongkol (Nuranisa *et al*., 2019).

Dalam upaya meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung pulut, ketersediaan unsur hara menjadi faktor yang sangat penting, terutama unsur fosfor (P). Fosfor berperan dalam proses respirasi, transfer dan pemanfaatan energi melalui senyawa ATP, ADP, dan AMP, pembelahan sel, pertumbuhan jaringan meristem, serta pembentukan organ generatif seperti bunga dan biji (Wahyudin *et al*., 2017). Selain itu, fosfor berfungsi dalam pembentukan asam nukleat, fosfolipid, serta mendukung pertumbuhan akar muda yang berperan penting dalam penyerapan unsur hara secara optimal. Dalam fase generatif, ketersediaan fosfor yang cukup berkontribusi terhadap pembentukan tongkol dan biji, mempercepat pemasakan, serta meningkatkan kualitas dan bobot hasil panen (Putra & Maizar, 2023). Namun demikian, ketersediaan fosfor di dalam tanah sering kali menjadi kendala, terutama pada tanah masam. Tanah masam adalah tanah yang memiliki pH rendah, umumnya di bawah 5,5, sehingga kondisinya kurang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Tanah masam secara umum memiliki konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang tinggi sehingga tanah bereaksi masam. Kondisi ini tidak hanya dipengaruhi oleh bahan induk yang bersifat masam, tetapi juga oleh tingkat pelapukan yang lanjut, yang menyebabkan kation-kation asam lebih dominan, terutama aluminium (Al) dan besi (Fe), sehingga tanah semakin masam (Sonia & Setiawati, 2022). Tingginya kandungan Al dan Fe

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

pada tanah masam berhubungan erat dengan rendahnya ketersediaan unsur fosfor (P), karena anion fosfat mudah terikat oleh Al dan Fe membentuk senyawa $AlPO_4$ dan $FePO_4$ yang sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman (Sonia & Setiawati, 2022). Kondisi ini dapat menghambat pertumbuhan akar, menurunkan penyerapan hara, serta berdampak pada penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk pada tanaman jagung pulut, Penelitian Edy dan Ibrahim (2022) menunjukkan bahwa ketersediaan fosfor yang rendah menyebabkan pembentukan tongkol jagung tidak optimal, yang ditandai dengan ukuran tongkol lebih kecil dan pengisian biji yang kurang sempurna.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi rendahnya ketersediaan fosfor pada tanah masam adalah melalui pemanfaatan bakteri pelarut fosfat (BPF) sebagai pupuk hayati. Bakteri Pelarut Fosfat merupakan kelompok bakteri yang mampu melarutkan fosfat yang terikat dalam bentuk sukar larut, baik yang berasal dari mineral tanah maupun dari pupuk fosfat, sehingga dapat tersedia dan diserap oleh tanaman (Putri *et al.,* 2024). Mekanisme pelarutan fosfat oleh BPF terjadi melalui produksi asam-asam organik dan aktivitas enzim fosfatase yang berperan dalam proses mineralisasi fosfat organik di dalam tanah (Mahmudah *et al.,* 2022). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aplikasi BPF dapat meningkatkan serapan fosfor dan mendukung pertumbuhan tanaman. Hidayat *et al,* (2023) melaporkan bahwa pemberian inokulasi BPF sebanyak 20 ml tanaman^{-1} mampu meningkatkan ketersediaan fosfor, memperbaiki kandungan C-organik tanah, serta memberikan pertumbuhan yang lebih baik pada tanaman jagung. Oleh karena itu, penggunaan

BPF diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan fosfor sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut dapat meningkat secara optimal.

Selain penggunaan bakteri pelarut fosfat (BPF), perbaikan kondisi tanah masam juga dapat dilakukan melalui penambahan bahan amelioran, salah satunya adalah tepung cangkang kepiting. Tepung cangkang kepiting mengandung kalsium karbonat ($CaCO_3$) yang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur dalam meningkatkan pH tanah masam. Pemberian tepung cangkang kepiting dapat menurunkan kemasaman tanah, meningkatkan pH, serta menambah unsur hara kalsium (Ca) yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Penelitian Daryanti *et al,* (2023) menunjukkan bahwa pemberian tepung cangkang kepiting sebanyak 3,2 g mampu meningkatkan pH tanah dan ketersediaan fosfor pada tanah Latosol, dengan peningkatan P-tersedia mencapai 138,79% dibandingkan kontrol. Peningkatan tersebut terjadi karena $CaCO_3$ dalam cangkang kepiting mampu menurunkan aktivitas Al^{3+} dan Fe^{3+}, sehingga mengurangi fiksasi fosfor. Selain itu, kandungan kitin pada cangkang kepiting juga berfungsi sebagai sumber bahan organik dan mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, termasuk bakteri pelarut fosfat. Menurut Fan *et al*. (2022) kitin yang kaya karbon dan nitrogen dapat menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah sehingga mampu meningkatkan aktivitas mikroba. Penambahan kitin juga dapat meningkatkan keberadaan mikroorganisme yang menguntungkan, termasuk mikroorganisme yang berperan dalam melarutkan fosfat.

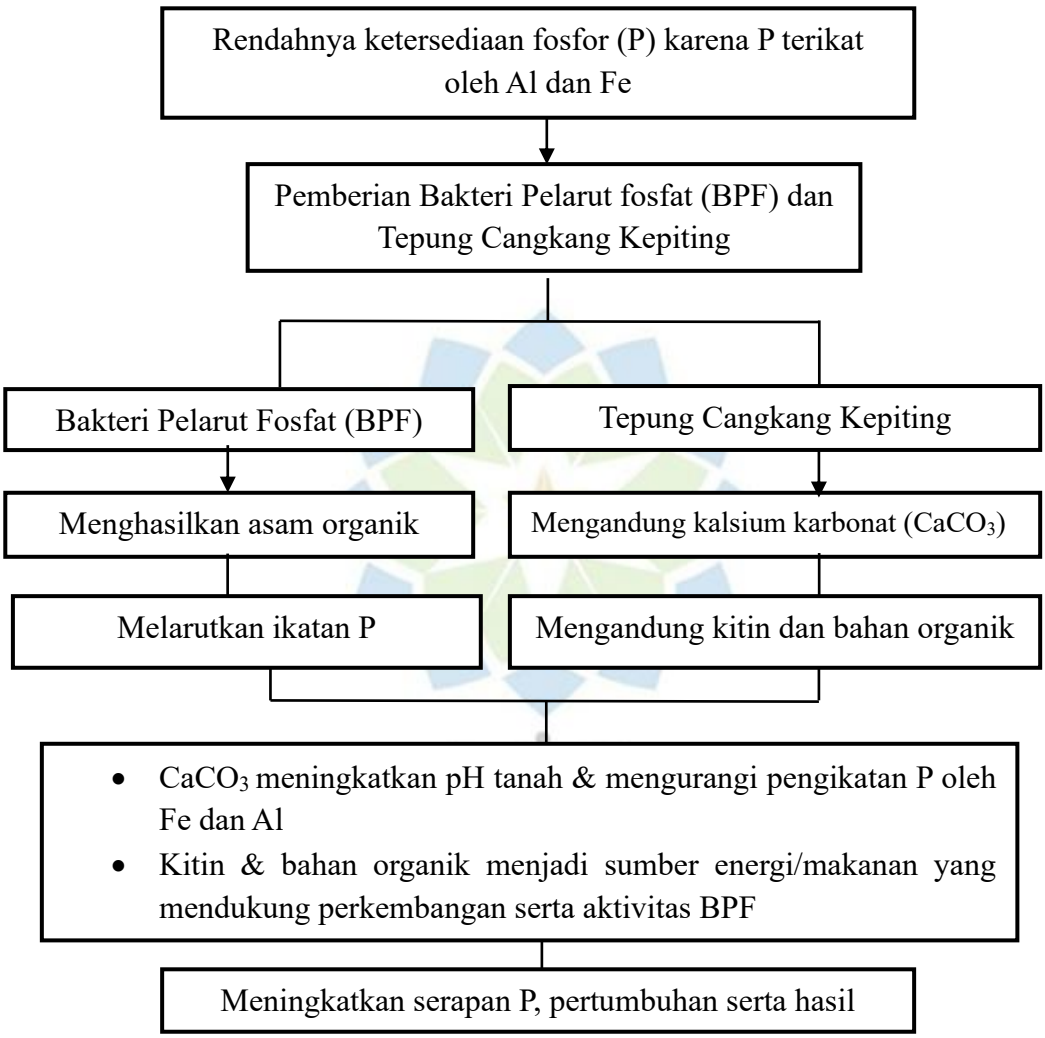
Berdasarkan uraian tersebut, pemberian Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan tepung cangkang kepiting berpotensi dalam memperbaiki sifat kimia tanah masam dan

meningkatkan ketersediaan fosfor. Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) menghasilkan asam organik yang dapat membantu melepaskan P yang terikat oleh Al dan Fe sehingga lebih tersedia bagi tanaman. Di sisi lain, tepung cangkang kepiting yang mengandung kalsium karbonat ($CaCO_3$) dapat meningkatkan pH tanah dan mengurangi pengikatan P oleh Al dan Fe. Selain itu, kandungan kitin dan bahan organik pada tepung cangkang kepiting dapat menjadi sumber bahan organik yang mendukung aktivitas dan perkembangan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di dalam tanah.

Dengan demikian, tepung cangkang kepiting dapat menyediakan kondisi tanah dan sumber bahan organik yang mendukung aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat (BPF), sedangkan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) membantu meningkatkan ketersediaan P melalui pelarutan P yang terikat di dalam tanah. P yang lebih tersedia selanjutnya dapat diserap oleh tanaman dan dimanfaatkan dalam berbagai proses pertumbuhan, seperti perkembangan akar, pembentukan daun, dan pembelahan sel. Interaksi antara kedua bahan tersebut diharapkan dapat meningkatkan serapan fosfor, memperbaiki pertumbuhan akar dan bagian vegetatif, serta meningkatkan pembentukan tongkol dan biji tanaman jagung pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)* secara optimal.

Meskipun Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan tepung cangkang kepiting terbukti mampu meningkatkan ketersediaan fosfor dan memperbaiki tanah masam, informasi mengenai dosis optimal dan interaksi keduanya pada tanaman jagung pulut masih terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh pemberian Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan tepung cangkang kepiting

terhadap ketersediaan fosfor, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung pulut *(Zea mays* L. var. ceratina).



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1.6 Hipotesis

1. Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Tepung Cangkang Kepiting berpengaruh baik secara mandiri maupun interaksi terhadap serapan fosfor (P), Pertumbuhan dan Hasil tanaman jagung pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.

2. Terdapat dosis aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Tepung Cangkang Kepiting tertentu yang memberikan pengaruh terbaik terhadap serapan P, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung pulut *(Zea mays* L. var. ceratina*)*.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG