

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya buncis kenya masih bergantung pada pupuk kimia karena kandungan haranya tinggi, cepat diserap tanaman, mudah digunakan, dan relatif murah. Namun, penggunaan yang terus menerus dapat menimbulkan masalah jangka panjang berupa menurunnya kualitas tanah, ketidakseimbangan unsur hara, serta meningkatnya keasaman tanah (Panjaitan *et al.*, 2023). Kondisi ini membuat tanah mengeras dan porositasnya berkurang, sementara asam dari pupuk dapat melarutkan agregat tanah yang kaya mineral sehingga pergerakan air dan udara terganggu (Widowati *et al.*, 2022). Akibatnya, ketersediaan hara menurun dan pertumbuhan serta produktivitas buncis kenya ikut terhambat.

Mencegah kerusakan tanah jangka panjang akibat penggunaan pupuk kimia dapat dilakukan dengan menerapkan sistem pertanian organik yang memanfaatkan bahan-bahan alami tanpa meninggalkan residu berbahaya. Salah satu bahan organik yang berpotensi digunakan adalah pupuk kasgot yang kaya akan unsur hara sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah secara lebih alami. Bekas kotoran manggot (Kasgot) merupakan hasil biokonversi limbah organik oleh larva *Black Soldier Fly* (BSF). Kandungan unsur hara dalam pupuk kasgot cukup tinggi dengan nitrogen (N) sebesar 2,86%, fosfor (P) sebesar 2,27%, kalium (K) sebesar 3,43%, dan C-Organik sebesar 34,99% (Hannisa, 2025). Meskipun kandungan hara pada pupuk kasgot dapat bervariasi tergantung pakan maggot yang digunakan.

Nitrogen dalam kasgot berperan dalam dekomposisi bahan organik dan mendukung pertumbuhan akar, batang, serta daun. Fosfor membantu pembentukan perakaran dan proses pembungaan, pembuahan, serta pematangan biji, meskipun kadarnya relatif rendah karena telah dimanfaatkan maggot selama pertumbuhannya (Agustin *et al.*, 2023). Kalium membantu distribusi hasil fotosintesis, meningkatkan pembentukan buah, serta memperkuat ketahanan tanaman dan struktur tanah, sekaligus menjaga keseimbangan pH (Larasati *et al.*, 2024). Selain itu, tingginya kandungan C-Organik pada kasgot dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah (Pandi *et al.*, 2023).

Pupuk kasgot merupakan pupuk *slow release* yang melepaskan unsur hara secara bertahap. Pelepasan hara pada pupuk organik bergantung pada aktivitas mikroorganisme sehingga diperlukan penambahan mikroba untuk mempercepat perombakan kasgot agar hara lebih mudah diserap tanaman (Sihombing *et al.*, 2016). Kandungan C-Organik kasgot yang tinggi juga menjadi sumber energi bagi mikroba sehingga meningkatkan aktivitas humifikasi dan mineralisasi hara (Jufri *et al.*, 2024). *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu menjadi salah satu sumber mikroorganisme yang potensial karena tidak hanya mengandung bakteri penambat N dan bakteri pelarut P, tetapi juga kelompok bakteri perombak bahan organik yang berperan langsung dalam mempercepat dekomposisi kasgot (Sari *et al.*, 2024).

PGPR akar bambu mampu memfiksasi N, dimana N melimpah di udara namun tidak tersedia langsung bagi tanaman sehingga diperlukan mikroorganisme untuk mengubahnya ke bentuk yang dapat diserap. PGPR akar bambu juga berperan

dalam melarutkan P yang umumnya terikat kuat pada mineral liat tanah. Mikroorganisme pelarut P dapat memutus ikatan tersebut dan menyediakan P bagi tanaman dan mikroba dengan kemampuan tinggi melarutkan P biasanya juga mampu melarutkan K (Wibowo *et al.*, 2012). PGPR akar bambu tali memiliki populasi bakteri pelarut fosfat (BPF) sebesar $1,02 \times 10^8$ CFU mL⁻¹ sesuai dengan standar mutu kandungan bakteri cair menurut Kementerian Pertanian RI (Kustriadireza, 2024).

Interaksi antara kasgot dan PGPR akar bambu berpotensi meningkatkan ketersediaan hara. Kasgot membutuhkan mikroorganisme untuk mempercepat dekomposisi, kemudian PGPR menyediakan bakteri perombak, penambat N, dan pelarut P yang mempercepat pelepasan hara. Kasgot juga menyediakan sumber energi bagi mikroba tersebut sehingga aktivitasnya meningkat dan hara menjadi lebih cepat tersedia bagi tanaman. Namun, penelitian mengenai interaksi keduanya masih terbatas karena umumnya dikaji secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji interaksi pupuk kasgot dan PGPR akar bambu serta dosisnya terhadap pertumbuhan dan hasil buncis kenya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana interaksi antara pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya.

2. Dosis pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu berapa yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui interaksi antara pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya.
2. Untuk mengetahui dosis pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu yang memberikan pengaruh terbaik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Secara ilmiah untuk mengetahui interaksi antara pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya.
2. Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam pengembangan budidaya tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas kenya melalui pemanfaatan pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu sebagai alternatif pemupukan yang ramah lingkungan, serta memberikan rekomendasi dosis pupuk kasgot dan PGPR akar bambu yang paling terbaik.

1.5 Kerangka Pemikiran

Pupuk kimia banyak digunakan pada budidaya buncis kenya karena mampu meningkatkan produksi tanaman, tetapi penggunaan berulang menurunkan kesuburan tanah dan mengganggu pertumbuhan. Untuk menjaga produktivitas berkelanjutan diperlukan sistem budidaya yang memperbaiki kesuburan tanah dan efisiensi penyerapan hara. Salah satunya melalui pertanian organik yang memanfaatkan bahan-bahan organik untuk memperbaiki sifat tanah dan menjaga keseimbangan mikroorganisme (Warintan *et al.*, 2021).

Sejalan dengan upaya menjaga produktivitas berkelanjutan dapat melalui pendekatan organik, salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan adalah pupuk kasgot. Kasgot memiliki karakteristik mirip kompos dengan kandungan N, P, dan K yang cukup tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai amelioran untuk memperbaiki kualitas tanah (Sari *et al.*, 2024).

Tingginya nitrogen pada kasgot berasal dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang mengubah amonia menjadi bentuk nitrat. Mikroorganisme menggunakan sebagian nitrogen tersebut untuk proses pertumbuhan, sedangkan sisanya menjadi sumber hara bagi tanaman. Nitrogen merupakan unsur esensial yang mendukung perkembangan vegetatif tanaman, meliputi pertumbuhan akar, batang, daun, dan percabangan (Larasati *et al.*, 2024). Ketersediaan nitrogen yang cukup juga mendukung pembentukan asam amino dan protein sehingga proses pembentukan biji dan pengisian polong dapat berlangsung optimal. Oleh karena itu, pemupukan nitrogen pada fase reproduktif sangat

berpengaruh terhadap jumlah polong, tingkat pengisian, serta bobot hasil tanaman (Angraini *et al.*, 2025).

Hasil penelitian Putri *et al.* (2024), menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kasgot sebanyak 15 t ha⁻¹ berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada merah *Lollorosa* meliputi tinggi tanaman, jumlah dan ukuran daun, bobot segar, serta indeks panen pada tanah dengan kadar C-Organik tanah 5,40%. Kandungan nitrogen yang tinggi pada kasgot sangat dibutuhkan karena berperan dalam pembesaran sel, peningkatan tinggi tanaman, serta pembentukan daun dengan kandungan klorofil tinggi yang mendukung fotosintesis dan pembentukan asimilat. Selain itu, nitrogen juga berperan dalam sintesis protein dan peningkatan kualitas tanaman.

Unsur fosfor memiliki peran penting dalam fase pertumbuhan generatif tanaman, terutama pada proses pembungaan, pembuahan, serta pemasakan biji dan buah. Fosfor juga mendukung proses asimilasi dan respirasi sehingga dapat mempercepat terjadinya pembungaan. Kekurangan unsur ini akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Zahrah *et al.*, 2024).

Hasil penelitian Hannisa (2025) mendukung penjelasan tersebut, di mana perlakuan pupuk kasgot dengan dosis 20 t ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan 50% NPK menghasilkan jumlah bunga tertinggi, yaitu 48,5 dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Kombinasi unsur hara N, P, dan K yang tersedia dari tanah serta pupuk kasgot mampu memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman selama fase generatif sehingga mendorong pembentukan bunga yang lebih maksimal pada tanaman buncis.

Kalium merupakan unsur penting yang terkandung dalam pupuk kasgot dan memberikan manfaat baik bagi tanah maupun tanaman. Peran kalium pada tanaman, yaitu meningkatkan toleransi terhadap stres, mendukung fotosintesis, membantu pembentukan protein, memperlancar distribusi unsur hara, serta meningkatkan kualitas hasil panen. Sementara itu dalam tanah, kalium membantu memperbaiki struktur tanah, merangsang aktivitas mikroba, dan menjaga kestabilan pH (Larasati *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil penelitian Mirwan dan Rizki (2025), kadar kalium dalam kompos hasil biokonversi maggot BSF berkisar antara 1,22% hingga 2,81% yang menunjukkan bahwa kompos yang dihasilkan mengandung kalium dalam jumlah yang cukup tinggi, melebihi batas minimum yang disyaratkan oleh Keputusan Menteri Pertanian RI, yaitu minimal 2%, maka penggunaan pupuk kasgot dapat memenuhi kebutuhan kalium tanaman.

Ketersediaan unsur hara makro tersebut terbukti memberikan dampak nyata terhadap pertumbuhan dan hasil berbagai tanaman yang diberi kasgot. Pada hasil penelitian Purwanto *et al.* (2024), pemberian pupuk kasgot 15 t ha⁻¹ pada tanaman jagung manis varietas Secada F1 mampu meningkatkan pertumbuhan pada fase vegetatif dan komponen hasil sebesar 11,99 t ha⁻¹ pada kondisi C-Organik tanah sebesar 1,2%. Peningkatan hasil jagung manis dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro yang diperoleh dari aplikasi pupuk organik dengan kandungan C-Organik pada kasgot sebesar 5,5%, kadar N 0,4 %, kadar P 3,1%, dan Kadar K 2,4%. Ketersediaan N dalam tanah mendukung pembesaran biji, pembentukan tongkol, dan sintesis protein sehingga meningkatkan bobot tongkol segar.

Peningkatan dosis kasgot juga meningkatkan ketersediaan P dan K, di mana P berperan dalam pengisian biji, sedangkan K berfungsi dalam aktivasi enzim dan proses metabolisme tanaman.

Hasil penelitian Tanga *et al.* (2022), menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi pupuk kasgot sebesar 5 t ha⁻¹ dengan pupuk NPK 294 kg ha⁻¹ pada tanaman jagung mampu meningkatkan hasil biji secara signifikan. Perlakuan kombinasi tersebut menghasilkan produksi biji sekitar 68% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk lainnya. Selain itu, penggunaan pupuk kasgot secara tunggal juga menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam meningkatkan hasil biji jagung dibandingkan dengan pupuk organik komersial. Hasil ini mengindikasikan bahwa pupuk kasgot memiliki potensi sebagai sumber hara yang efektif, baik digunakan secara mandiri maupun dikombinasikan dengan pupuk anorganik dalam mendukung peningkatan produktivitas tanaman jagung.

Berdasarkan hasil penelitian Kantikowati *et al.* (2024), pemberian pupuk kasgot dosis 10 t ha⁻¹ meningkatkan jumlah daun tanaman buncis pada umur 42 HST dibandingkan tanpa kasgot. Peningkatan ini berkaitan dengan kandungan N dalam pupuk kasgot sebesar 2,04% yang berperan dalam pertumbuhan daun. Namun, hasil uji F menunjukkan bahwa perlakuan tanpa kasgot dan dosis 5 t ha⁻¹ menghasilkan jumlah daun yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dosis 10 t ha⁻¹. Selain itu, dosis 10 t ha⁻¹ pupuk kasgot juga meningkatkan jumlah polong per tanaman sebesar 27,56% dibandingkan tanpa perlakuan. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh kandungan P 5,34% dan K 3,47% dalam pupuk kasgot, serta

tingginya kandungan P dan K pada lahan penelitian yang mendukung pembentukan polong.

Hasil penelitian Sugianto *et al.* (2022), mengemukakan bahwa aplikasi pupuk kasgot pada dosis 10 t ha⁻¹ memberikan respons paling optimal pada tanaman kedelai hitam. Perlakuan tersebut menghasilkan peningkatan pada jumlah cabang primer serta berkontribusi terhadap hasil produksi per tanaman, produksi per petak, dan bobot 100 biji dibandingkan perlakuan lainnya.

Kandungan C-Organik pada kasgot umumnya relatif tinggi dan sangat dipengaruhi oleh jenis, variasi, serta ukuran substrat yang diberikan sebagai pakan maggot. Proses dekomposisi bahan organik oleh maggot pada dasarnya serupa dengan aktivitas bakteri sehingga kualitas kasgot sangat bergantung pada jenis dan jumlah bahan organik yang dikonsumsi. Kondisi tersebut menentukan biomassa larva, tingkat konsumsi substrat, kemampuan reduksi sampah, serta karakteristik residu yang dihasilkan (Sari *et al.*, 2024).

Hasil penelitian Sari *et al.* (2024), menunjukkan bahwa kualitas dan karakteristik kasgot dipengaruhi oleh jenis substrat organik dan lama proses biokonversi oleh maggot. Hari ke-7, kandungan P pada sampah organik dapur (2,48%), sisa sayuran (2,44%), dan campuran keduanya (2,00%) sudah memenuhi standar minimal sebesar 2% namun K hanya memenuhi standar pada substrat sisa sayuran (2,30%). Kandungan C-Organik pada semua substrat awalnya tinggi pada hari ke-7 kemudian menurun pada hari ke-14 dan hari ke-21. Penurunan terbesar terjadi pada sampah organik dapur (22,07%) dan campuran keduanya (20,66%), sedangkan pada sisa sayuran lebih kecil (8,67%). Nilai N-total juga menurun dari

hari ke-7 ke hari ke-21, yaitu sampah organik dapur dari 2,24% menjadi 1,28%, sisa sayuran dari 1,33% menjadi 0,74%, dan campuran keduanya dari 2,80% menjadi 0,98%. Penurunan nitrogen ini berkaitan dengan pemanfaatan N oleh maggot untuk kebutuhan metabolisme selama proses biokonversi.

Pupuk kasgot memiliki sifat *slow release* yang menyebabkan pelepasan unsur hara berlangsung secara bertahap dalam jangka waktu dua minggu hingga beberapa bulan sehingga unsur hara tidak langsung tersedia bagi tanaman dan tanah. Oleh karena itu, diperlukan bahan organik yang mengandung mikroorganisme perombak untuk mempercepat proses dekomposisi. Pupuk kasgot juga dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme sehingga aktivitas perombakan meningkat dan unsur hara dapat lebih cepat tersedia bagi tanaman. Mikroorganisme perombak seperti *Trichoderma harzianum*, *Penicillium*, *Streptomyces*, *Thermospora*, *Aspergillus terreus*, *T. reesei*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Aspergillus niger*, *T. koningii*, dan *Phanerochaeta cryosporium* yang mampu menguraikan lignin, selulosa, dan senyawa organik lainnya (Saraswati dan Praptana, 2017).

Mikroorganisme tersebut dapat diperoleh dari *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu yang diketahui mengandung bakteri perombak bahan organik seperti *Aspergillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp., (Adinurani *et al.*, 2020). Selain itu, PGPR akar bambu juga mengandung bakteri penambat N seperti dan *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp., bakteri pelarut P seperti *Pseudomonas* sp., *Aspergillus* sp., dan *Bacillus* sp., (Sari *et al.*, 2024). Bakteri dalam PGPR tidak hanya membantu menyediakan N dan melarutkan P,

tetapi juga berperan dalam mempercepat penguraian bahan organik tersebut sehingga unsur hara dari kasgot lebih cepat tersedia bagi tanaman.

PGPR juga berperan sebagai *biofertilizer* dengan memfiksasi nitrogen bebas (N_2) dari udara menjadi bentuk nitrat (NO_3^-) yang tersedia sehingga tanaman lebih mudah memanfaatkan nitrogen untuk pertumbuhan dan meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman dengan mengubah fosfor organik yang tidak tersedia menjadi bentuk anorganik yang mudah diserap tanaman melalui pembentukan khelat dan produksi berbagai asam organik, seperti asam asetat, format, laktat, dan glikolat (Sumarna *et al.*, 2024).

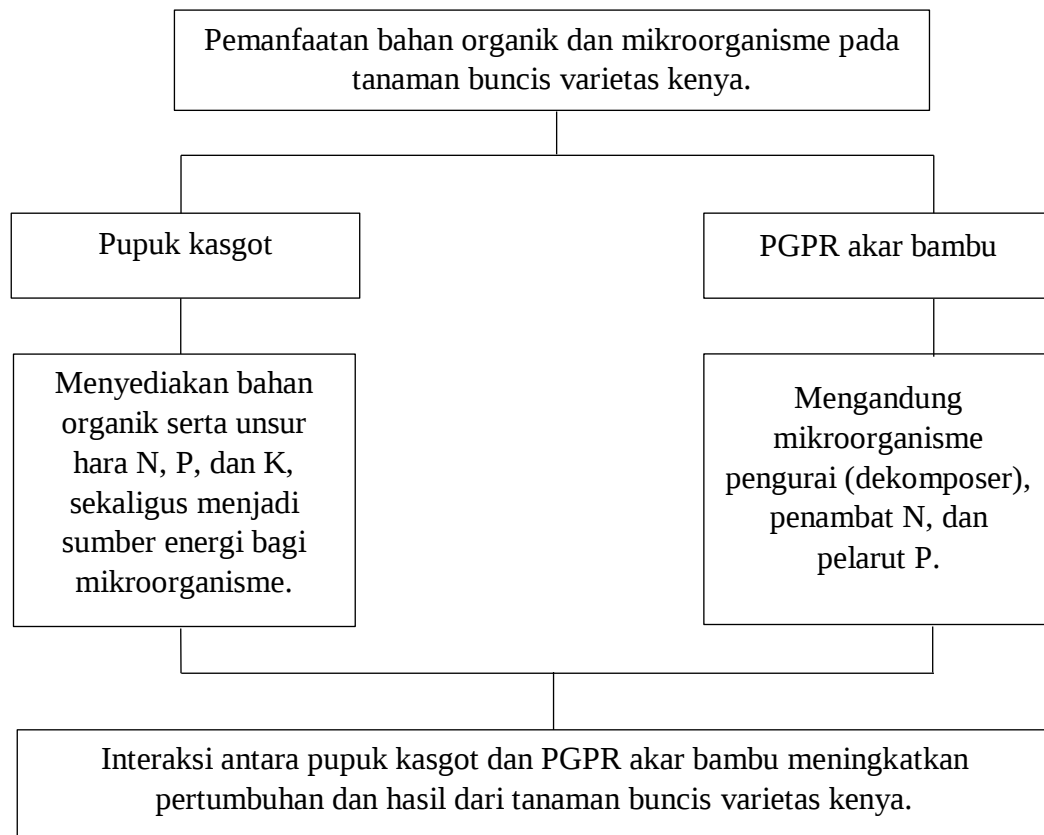
Hasil penelitian Walida *et al.* (2018), menunjukkan bahwa pemberian PGPR akar bambu pada terung ungu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah dan lebar daun, serta bobot buah awal dengan hasil terbaik pada dosis 20 mL tanaman⁻¹ karena PGPR berperan sebagai *biofertilizer* sekaligus biostimulan yang menyediakan unsur hara dan hormon pertumbuhan sehingga mendukung pembentukan batang, daun, dan buah. Sedangkan pada penelitian Mustafa *et al.* (2023) pemberian PGPR akar bambu dengan dosis 20 mL tanaman⁻¹ sudah mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai, meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah bintil akar.

Hasil penelitian Sopialena *et al.* (2023) menunjukkan bahwa PGPR yang ditemukan pada perakaran bambu teridentifikasi sebagai bakteri dari famili *Bacillaceae*. Berdasarkan karakter koloni pada media nutrient agar, bakteri ini tampak berwarna putih kekuningan dengan pinggiran koloni bergerigi, permukaan koloni berbentuk bulat tidak teratur, serta teksturnya tipis. Pengamatan mikroskopis

juga memperlihatkan bahwa bakteri ini merupakan Gram positif dengan bentuk basil. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, bakteri tersebut diprediksi termasuk dalam genus *Bacillus*. Penelitian Hardiansyah *et al.* (2020) juga mendukung hasil tersebut, di mana mereka menemukan bahwa perakaran bambu mengandung berbagai jenis bakteri, seperti *Enterobacteriaceae* (*E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*) dan *Pseudomonas*. Selain itu, pada rizosfer bambu terdapat pula bakteri PGPR yang bersifat Gram positif dan tidak berlendir, di antaranya *Bacillus* dan *Enterococcus*.

Hasil penelitian Faesal *et al.* (2017) menunjukkan bahwa berdasarkan rasio C/N terdapat enam isolat bakteri perombak yang mampu menguraikan limbah batang dan daun jagung lebih cepat dibandingkan EM4. Isolat tersebut yaitu *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Escherichia* sp., dan *Micrococcus* sp. Beberapa mikroorganisme seperti bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* mampu memecah lignin dan selulosa, suatu fungsi penting dalam menjaga keberlangsungan proses biogeokimia serta mempertahankan kesuburan tanah (Ziliwu dan Lase, 2025).

Interaksi kasgot dan PGPR akar bambu berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil buncis Kenya yang tercantum dalam Gambar 1. Kasgot menyediakan bahan organik dan unsur hara makro, terutama N, P, dan K yang dibutuhkan tanaman, meskipun pelepasannya berlangsung secara bertahap. PGPR akar bambu yang mengandung mikroba dekomposer, penambat N, dan pelarut P, mempercepat penguraian kasgot dan meningkatkan ketersediaan hara. Interaksi keduanya memastikan tanaman memperoleh suplai hara yang stabil dan efisien, mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif secara maksimal.



Gambar 1. Alur Kerangka Pemikiran.

1.6 Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis varietas kenya.
2. Terdapat dosis pupuk kasgot dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis varietas kenya.