BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Pupuk

Pupuk adalah bahan yang digunakan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman guna mendukung pertumbuhannya. Pupuk dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik berasal dari bahan-bahan alami seperti kotoran hewan, sisa tanaman, atau limbah organik lainnya yang telah mengalami proses dekomposisi. Pupuk anorganik, di sisi lain, merupakan pupuk yang mengandung unsur hara dalam bentuk senyawa kimia yang sudah diproses secara industri. Kedua jenis pupuk ini memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dan hasil pertanian. Pupuk organik, seperti kompos, pupuk kandang, dan pupuk hijau, menawarkan keuntungan dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, dan mendukung kehidupan mikroorganisme tanah yang bermanfaat. Selain itu, pupuk organik lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan kimia sintetis yang dapat mencemari tanah dan air. Pupuk organik juga cenderung memberikan hasil yang lebih berkelanjutan dalam jangka panjang karena secara perlahan memberikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Dewi dan Afrida, 2022).

Di sisi lain, pupuk anorganik atau kimia sering digunakan untuk memberikan hasil yang cepat karena kandungan unsur hara yang tinggi dan mudah diserap oleh tanaman. Pupuk jenis ini biasanya mengandung unsur-unsur utama seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta berbagai elemen mikro lainnya. Namun, penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat

menyebabkan pencemaran lingkungan, penurunan kualitas tanah, serta ketergantungan yang tinggi pada bahan kimia sintetis, yang dalam jangka panjang dapat merugikan ekosistem. Penggunaan pupuk yang tepat, baik organik maupun anorganik, memerlukan perhatian khusus terhadap dosis, waktu aplikasi, dan jenis tanaman yang akan dipupuk. Pemilihan jenis pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah sangat penting untuk mendukung pertanian yang efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai karakteristik pupuk dan pengaruhnya terhadap tanaman dan lingkungan sangat diperlukan agar dapat mencapai hasil pertanian yang optimal tanpa merusak ekosistem (Yusworo, 2023).

2.2.Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami seperti sisa tanaman, kotoran hewan, kompos, atau limbah organik lainnya yang telah mengalami proses dekomposisi atau penguraian oleh mikroorganisme. Salah satu keunggulan utama pupuk organik adalah kemampuannya untuk meningkatkan kesuburan tanah secara alami. Pupuk organik tidak hanya menyediakan unsur hara penting bagi tanaman, tetapi juga berperan dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air, serta mendukung keberagaman dan aktivitas mikroorganisme tanah yang mendukung kesehatan tanah. Proses dekomposisi yang terjadi dalam pupuk organik berperan dalam melepaskan unsur hara secara perlahan, sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi secara berkesinambungan. Unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik termasuk nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta berbagai unsur mikro yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan optimal. Selain itu,

pupuk organik juga meningkatkan daya serap tanah terhadap air, yang sangat bermanfaat terutama di daerah dengan curah hujan rendah atau tanah yang mudah kering(Agustine, 2023).

Pupuk organik juga mendukung keberlanjutan pertanian dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Penggunaan pupuk organik yang berkelanjutan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah dan air akibat penggunaan pupuk kimia berlebih. Selain itu, pupuk organik cenderung lebih aman bagi kesehatan manusia karena tidak mengandung bahan kimia sintetis yang dapat terakumulasi dalam hasil pertanian dan membahayakan konsumen. Penggunaan pupuk organik juga mendukung praktik pertanian ramah lingkungan yang lebih berkelanjutan. Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, penggunaan pupuk organik juga memiliki beberapa tantangan. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik cenderung lebih rendah dan tidak seragam dibandingkan pupuk kimia, sehingga dibutuhkan aplikasi dalam jumlah lebih besar untuk mencapai hasil yang optimal. Selain itu, proses dekomposisi bahan organik memerlukan waktu, sehingga pupuk organik tidak langsung memberikan dampak yang cepat terhadap pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, untuk hasil yang optimal, penggunaan pupuk organik sering kali harus dikombinasikan dengan pengelolaan tanah yang baik dan praktik pertanian yang tepat (Marwantika, 2020).

2.3.Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah jenis pupuk organik yang telah diproses menjadi bentuk cair melalui fermentasi atau ekstraksi bahan-bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, air cucian beras, atau limbah organik lainnya. Pupuk ini

mengandung unsur hara yang mudah diserap oleh tanaman karena dalam bentuk cair, sehingga dapat langsung diserap oleh akar maupun daun tanaman. Selain itu, pupuk organik cair juga dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, dan mendukung kehidupan mikroorganisme tanah yang bermanfaat, sehingga memberikan efek positif bagi pertumbuhan tanaman dalam jangka panjang. Salah satu keuntungan utama dari pupuk organik cair adalah kemampuannya untuk memberikan nutrisi yang cepat tersedia bagi tanaman. Karena bentuknya cair, pupuk ini mudah diserap oleh tanaman, baik melalui akar maupun daun. Pupuk ini juga sangat praktis untuk digunakan, terutama dalam sistem pertanian yang intensif atau di lahan terbatas. Penggunaan pupuk organik cair juga lebih efisien dalam hal distribusi unsur hara yang merata ke seluruh bagian tanaman, yang dapat meningkatkan hasil pertanian dengan cara yang lebih terkontrol dan ramah lingkungan (Laginda, 2017).

Pupuk organik cair dapat dibuat dengan berbagai bahan baku, seperti air cucian beras, limbah sayuran, atau kotoran hewan yang difermentasi menggunakan mikroorganisme seperti EM_4 (Effective Microorganisms). Proses fermentasi ini memungkinkan bahan organik terurai menjadi unsur hara yang lebih mudah tersedia bagi tanaman. Beberapa jenis pupuk organik cair juga dapat diperkaya dengan bahan tambahan seperti zeolit atau asam humat, yang berfungsi untuk memperlambat pelepasan unsur hara, sehingga membuatnya lebih efisien dalam jangka panjang. Selain itu, pupuk ini memiliki dampak positif terhadap kesehatan tanah dan tanaman karena tidak mengandung bahan kimia berbahaya. Meskipun memiliki banyak manfaat, penggunaan pupuk organik cair juga membutuhkan perhatian khusus, terutama dalam hal dosis dan waktu aplikasi.

Penggunaan pupuk organik cair yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, seperti pembakaran akar atau daun. Oleh karena itu, pengaturan dosis yang tepat sangat penting untuk memastikan efisiensi penggunaan pupuk ini. Selain itu, proses pembuatan pupuk organik cair memerlukan waktu dan keterampilan tertentu dalam fermentasi, serta pemilihan bahan baku yang sesuai agar nutrisi yang terkandung dalam pupuk dapat optimal. Seiring dengan berkembangnya teknologi pertanian, pemahaman yang lebih mendalam mengenai cara pembuatan dan aplikasi pupuk organik cair akan semakin membantu dalam mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Rohmadi *et al*., 2022).

2.4.Cucian Beras

Cucian beras adalah air yang dihasilkan dari proses mencuci beras sebelum dimasak. Air cucian beras mengandung sejumlah nutrisi dan zat organik yang berasal dari lapisan luar biji beras, seperti pati, vitamin, mineral, dan asam amino. Meskipun sering dianggap sebagai limbah rumah tangga yang tidak berguna, cucian beras sebenarnya memiliki berbagai manfaat, terutama dalam dunia pertanian. Air cucian beras mengandung unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah jika digunakan sebagai pupuk alami. Selain mengandung unsur hara, cucian beras juga mengandung senyawa organik seperti asam amino dan zat pengatur tumbuh yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Kandungan pati dalam cucian beras dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan peningkatan kualitas tanah. Karena sifatnya yang alami dan ramah lingkungan,

cucian beras dapat digunakan sebagai pupuk cair organik yang murah dan mudah diperoleh, serta memberikan manfaat bagi pertanian tanpa menambah beban polusi (Octavia & Wahidah, 2020).

Air cucian beras mengandung berbagai unsur hara penting yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman. Di antaranya adalah nitrogen (N), yang berperan dalam pembentukan protein dan pertumbuhan vegetatif; fosfor (P), yang mendukung perkembangan akar dan pembentukan energi dalam tanaman; serta kalium (K), yang membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan dan penyakit. Selain itu, air cucian beras juga mengandung magnesium (Mg), yang berperan dalam pembentukan klorofil, serta sejumlah mikroelemen seperti kalsium (Ca), besi (Fe), dan boron (B), yang mendukung berbagai proses fisiologis tanaman. Dengan kandungan tersebut, air cucian beras memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku pupuk organik cair yang ramah lingkungan (Simbolon *et al*., 2024).

Cucian beras juga dapat digunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara lebih efektif apabila dikombinasikan dengan bahan lain seperti EM4 (Effective Microorganisms) atau zeolit. Penambahan bahan-bahan tersebut dapat membantu mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan ketersediaan unsur hara yang terkandung dalam cucian beras, sehingga tanaman dapat lebih cepat menyerap nutrisi. Selain itu, cucian beras dapat digunakan untuk menyuburkan tanah secara alami, karena dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Namun, meskipun cucian beras memiliki banyak manfaat, penggunaan yang berlebihan juga perlu diwaspadai.

Cucian beras yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan penumpukan pati yang dapat mengurangi kadar oksigen dalam tanah, sehingga berpotensi merusak mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan cucian beras dalam jumlah yang tepat dan memadukannya dengan bahan lain agar manfaatnya maksimal dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi tanaman dan tanah (Sifaunajah *et al*., 2022).

Penggunaan pupuk organik cair memiliki banyak keuntungan, terutama dalam mendukung pertanian yang ramah lingkungan. Pupuk ini mengandung nutrisi yang mudah diserap oleh tanah dan mikroorganisme, sehingga meningkatkan kesuburan tanah secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya. Selain itu, pupuk organik cair membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi air, dan memperkaya tanah dengan mikroorganisme bermanfaat. Proses pembuatannya yang sederhana dan bahan baku yang mudah didapat, seperti limbah organik rumah tangga, menjadikannya solusi ekonomis bagi petani. Penggunaan pupuk organik cair juga mendukung keberlanjutan lingkungan karena mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan memanfaatkan limbah organik secara efektif(Sulfianti *et al*., 2021).

Zeolit berperan penting dalam perbaikan kimia tanah dengan kemampuannya sebagai penyerap dan penyangga ion nutrisi. Struktur berpori zeolit memungkinkan material ini menyerap dan menyimpan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam bentuk ion, kemudian melepaskannya secara perlahan sesuai kebutuhan tanaman. Hal ini membantu mengurangi kehilangan nutrisi akibat pencucian oleh air hujan atau irigasi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Selain itu, zeolit juga berfungsi sebagai penyeimbang

pH tanah dengan menyerap ion-ion hidrogen berlebih, menciptakan lingkungan yang lebih stabil bagi mikroorganisme tanah dan akar tanaman. Dengan kemampuannya ini, zeolit menjadi bahan alami yang efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung keberlanjutan pertanian(Sari, *et al* 2023).

2.5.Bioaktifator EM_4

Bioaktifator EM_4 (Effective Microorganisms 4) adalah larutan yang mengandung campuran mikroorganisme bermanfaat seperti bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, dan aktinomisetes. Mikroorganisme ini memiliki peran penting dalam mempercepat dekomposisi bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanah. EM_4 banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pertanian, perikanan, peternakan, dan pengelolaan limbah karena kemampuannya dalam meningkatkan kualitas dan kesuburan tanah serta mengurangi polusi lingkungan. Dalam pengolahan bahan organik, EM_4 membantu mempercepat proses fermentasi dengan menguraikan bahan organik menjadi unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Mikroorganisme dalam EM_4 bekerja secara sinergis untuk memecah senyawa kompleks seperti selulosa dan lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses ini menghasilkan humus berkualitas tinggi yang kaya akan nutrisi untuk tanaman. Selain itu, EM_4 juga membantu mengurangi bau yang dihasilkan selama proses fermentasi sehingga ramah digunakan di lingkungan sekitar (Nur *et al*., 2018).

EM_4 berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui aktivitas mikroorganismenya. Dengan meningkatkan populasi mikroorganisme bermanfaat di dalam tanah, EM_4 mampu memperbaiki struktur tanah,

meningkatkan daya serap air, dan menjaga keseimbangan nutrisi. Selain itu, EM_4 juga membantu menetralkan pH tanah yang terlalu asam atau basa, sehingga menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan EM_4 secara rutin juga dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian tanpa ketergantungan pada pupuk kimia. EM_4 sangat mudah diaplikasikan, baik dalam pembuatan pupuk organik cair, kompos, maupun langsung pada tanah atau tanaman. Dengan harga yang terjangkau dan cara penggunaan yang sederhana, EM_4 menjadi pilihan yang efektif bagi petani untuk meningkatkan hasil panen secara alami. Selain itu, penggunaan EM_4 mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi dampak negatif dari pupuk dan pestisida kimia. Dengan manfaatnya yang multifungsi, EM_4 menjadi solusi inovatif dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan menjaga keseimbangan ekosistem (Sundari *et al*., 2019).

2.6.Zeolit

Zeolit adalah mineral alami yang memiliki struktur kristal berpori dan sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, industri, dan lingkungan. Zeolit terbentuk melalui proses alam yang melibatkan reaksi antara abu vulkanik dan air laut, sehingga menghasilkan bahan yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap air dan ion-ion tertentu. Keunggulan utama zeolit adalah kemampuannya untuk menukar ion, yaitu pertukaran ion positif dengan unsur hara yang terkandung di dalam tanah, menjadikannya bahan yang sangat bermanfaat dalam pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah. Dalam bidang pertanian, zeolit digunakan sebagai bahan tambahan untuk pupuk, terutama dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Zeolit dapat menyerap unsur hara seperti nitrogen, kalium, dan kalsium, yang kemudian dilepaskan perlahan ke dalam tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Keunggulan ini membuat zeolit sangat berguna untuk menjaga keseimbangan nutrisi dalam tanah, serta memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (CEC) yang memungkinkan tanah menyimpan lebih banyak unsur hara yang tersedia untuk tanaman.

Selain meningkatkan kualitas tanah, zeolit juga berfungsi sebagai bahan yang dapat menyerap air dalam jumlah besar, yang membantu tanah untuk mempertahankan kelembapan lebih lama. Hal ini sangat bermanfaat terutama di daerah yang rawan kekeringan, di mana tanaman dapat mengakses kelembapan yang tersimpan dalam pori-pori zeolit. Dengan demikian, zeolit membantu tanaman bertahan dalam kondisi lingkungan yang lebih sulit dan mendukung pertumbuhannya secara berkelanjutan. Namun, penggunaan zeolit juga perlu dilakukan dengan hati-hati dan dalam dosis yang tepat. Penggunaan zeolit yang berlebihan dapat menyebabkan penumpukan unsur tertentu di dalam tanah yang dapat mengganggu keseimbangan nutrisi. Oleh karena itu, penting untuk memantau kondisi tanah secara rutin dan menggabungkan penggunaan zeolit dengan teknik pertanian lainnya, seperti penggunaan pupuk organik dan pengelolaan irigasi yang baik, untuk mencapai hasil yang optimal dan menjaga keberlanjutan pertanian.

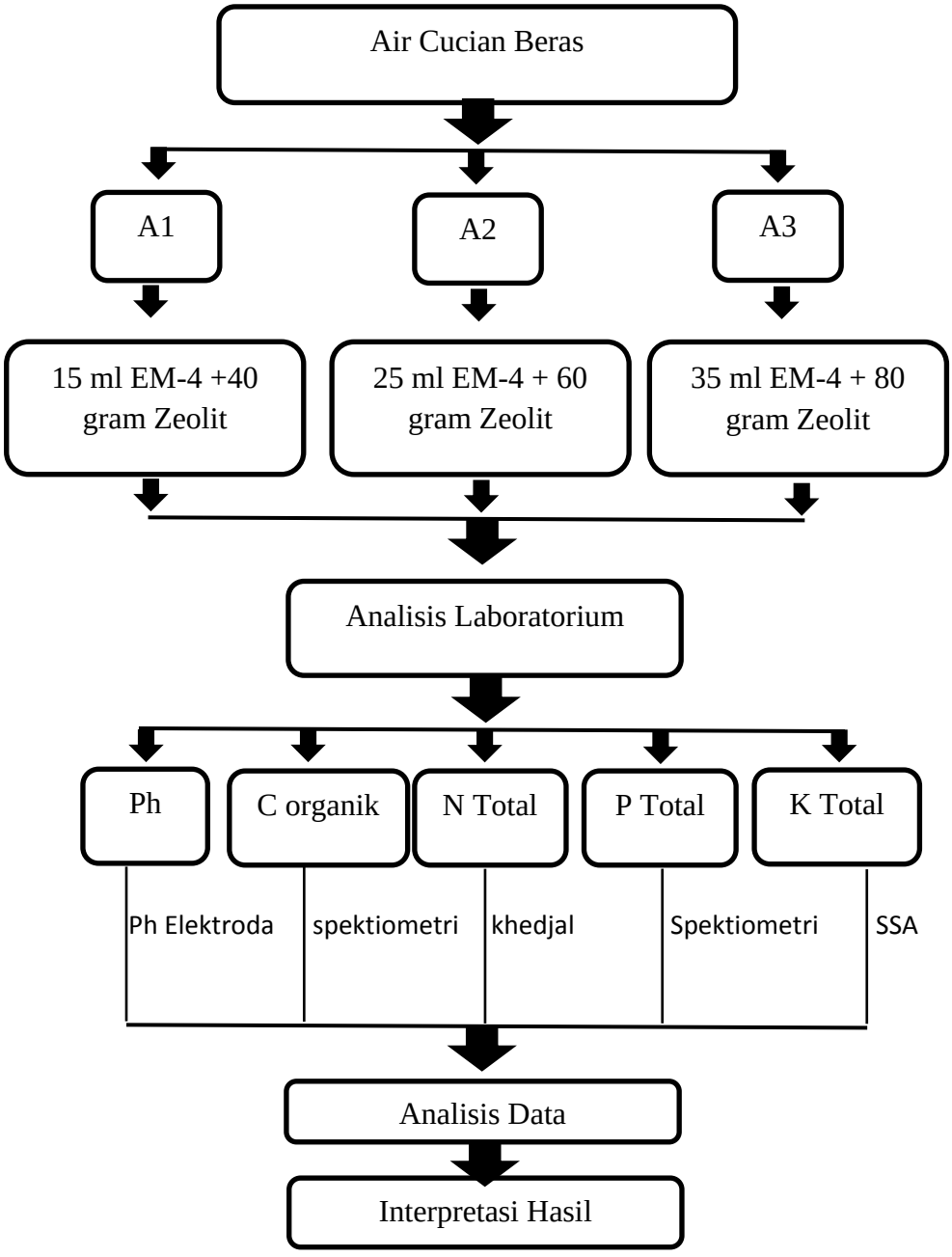
2.7.Penelitian Terdahulu

Menurut (Syuhriatin & Juniawan, 2019)peningkatan aktivitas manusia yang menghasilkan limbah domestik, termasuk limbah sayuran, dapat diatasi dengan mengolahnya menjadi kompos cair melalui fermentasi. Penelitian ini

memanfaatkan EM_4 sebagai starter fermentasi dan zeolit berukuran 80-100 mesh sebagai pengikat unsur hara dalam kompos cair. Dengan tiga variasi perlakuan, yakni penambahan EM_4 sebanyak 10 g, 20 g, dan 30 g serta zeolit sebanyak 40 g, 60 g, dan 80 g, proses fermentasi berlangsung selama 40 hari. Analisis terhadap pH, C-organik, N-total, P-total, dan K-total menunjukkan bahwa kombinasi terbaik adalah penambahan 30 g EM_4 dan 80 g zeolit, menghasilkan kandungan hara tertinggi berupa 0,27% C-organik, 0,07% N-total, 0,04% P-total, dan 0,46% K-total. Penelitian ini membuktikan bahwa metode ini efektif untuk meningkatkan kandungan hara dalam kompos cair, memberikan solusi inovatif untuk pengelolaan limbah sayuran.

Hasil penelitian (Sulfianti *et al*., 2021) ini menunjukkan bahwa fermentasi anaerob lebih efektif dalam meningkatkan kandungan hara pupuk organik cair (POC) dibandingkan fermentasi aerob, meskipun hasilnya belum sepenuhnya memenuhi standar. Dari berbagai jenis air cucian beras yang digunakan, perlakuan dengan air cucian beras ketan putih (B2F2) menghasilkan kandungan nitrogen (N) dan kalium (K) tertinggi masing-masing sebesar 0,33% dan 0,26%. Sementara itu, air cucian beras ketan merah (B4F2) menghasilkan kandungan fosfor (P) tertinggi sebesar 0,0195%. Temuan ini mempertegas potensi penggunaan limbah air cucian beras sebagai bahan baku pupuk organik cair melalui fermentasi anaerob.

Hasil penelitian (Indriani, 2021) ini mengevaluasi efektivitas pupuk organik cair (POC) yang mengkombinasikan kotoran kelinci dan air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Menggunakan metode eksperimen semu dengan rancangan perlakuan lima dosis POC (10 ml hingga 50 ml) dan dianalisis menggunakan One Way ANOVA, hasil menunjukkan bahwa pemberian POC 40

ml menghasilkan pertumbuhan terbaik, dengan tinggi rata-rata tanaman 10,06 cm dan jumlah daun rata-rata 6,83 helai. Temuan ini menunjukkan potensi kombinasi kotoran kelinci dan air cucian beras sebagai bahan dasar POC yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, sekaligus memberikan peluang untuk penelitian lebih lanjut terkait kandungan nutrisi dan pengaplikasiannya pada jenis tanaman lain.

2.8.Kerangka Berfikir