

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk adalah sebuah nutrisi yang sering diberikan pada tanaman disaat masa pertumbuhan berlangsung, memiliki fungsi atau peranan sebagai unsur hara yang diperlukan tanaman agar mendukung pertumbuhan tanaman dan perkembangan tanaman secara menyeluruh. Pupuk ini keberadaannya sangatlah penting, dikarenakan dalam tanah unsur hara yang diperlukan tanaman itu kadang tidak memenuhi kebutuhan, oleh karena itu pupuk dapat membantu menyokong unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhannya (Rahmadi *et al.*, 2025). Dapat dibuktikan juga bahwa pemberian pupuk pada tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan secara vegetatif ataupun generatif, hal ini didapatkan karena dalam pupuk mengandung unsur hara makro yaitu nitrogen, fosfor, serta kalium (Afrilia *et al.*, 2023). Pemupukan pada tanaman dalam masa pertumbuhan dapat meningkat unsur hara yang mampu menjadikan tanaman tumbuh lebih maksimal serta dapat menghasilkan hasil panen yang bagus. Pupuk dibagi menjadi dua jenis yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk berbahan dasar organik seperti sayuran, buah-buahan, dan kotoran hewan, sedangkan pupuk anorganik berasal dari bahan kimia. Dalam perkembangan jaman yang ada pupuk pada saat ini banyak sekali inovasinya salah satunya adalah pupuk organik cair (Triana *et al.*, 2019)

Pupuk organik cair adalah salah satu alternatif pemberian nutrisi pada tanaman, memiliki fungsi sebagai mekanisme daur ulang nutrisi serta sebagai pengurangan ketergantungan terhadap pupuk anorganik atau pupuk mineral sintetis yang berkelanjutan. Dalam identifikasi pupuk organik cair memiliki dampak yang signifikan pada tanaman yang dapat mempengaruhi kualitas dan hasil panen (Alneyadi *et al.*, 2024). Pupuk organik cair merupakan pupuk yang berbahan dasar dari sisa-sisa tanaman, pertanian dan hewan memiliki fungsi sebagai meningkatkan menyokong pertumbuhan tanaman dan kesuburan tanah. Limbah organik merupakan bahan baku yang penting dalam pembuatan pupuk

organik cair (POC) yang dapat menunjang komposisi nutrisi dan efektivitas pupuk organik cair. Limbah dari kotoran ayam dan limbah udang memiliki kandungan N, P, K untuk unsur pembuatan pupuk organik cair yang dapat meningkatkan pertumbuhan dari sawi (Dewanti *et al.*, 2023). Pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sayuran contohnya yaitu sawi dan pakcoi hal ini dikarenakan POC itu dibuat dari bahan organik yang dapat diambil dari limbah pertanian, limbah rumah tangga, dan limbah ternak yang mampu meningkatkan unsur hara pada tanah (Sukma Winata *et al.*, 2025).

Hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Karlitus *et al.* (2024), mengemukakan bahwa pemberian pupuk organik cair berbasis eceng gondok dalam pertumbuhan pada tanaman bayam berpengaruh secara signifikan dalam parameter pengamatan dari jumlah daun, tinggi tanaman, dan berat segar tanaman. Penelitian yang dilaksanakan oleh Afriditya *et al.* (2025), menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman bayam yang diberikan pupuk organik cair berbahan dasar pupuk tanah serta pupuk ayam yang dicampurkan, efektif untuk pertumbuhan yang optimal pada konsentrasi pupuk organik cair sebanyak 30 l/ha. Penelitian Rahmat Ashar *et al.* (2023), menyatakan bahwa perlakuan pupuk organik cair konsentrasi 100 ml (K0C2) mendapatkan hasil signifikan untuk pertumbuhan pada tanaman bayam dengan parameter pertumbuhan jumlah helai daun dan tinggi tanaman tersebut.

a. EM4 (*Effective Microorganisms-4*)

EM4 (*Effective Microorganisms-4*) adalah kultur campuran dari beberapa mikroorganisme yang merupakan bioaktivator yang mempunyai peranan untuk mempercepat laju dalam penguraian berbau organik menjadikan kompos. EM4 biasanya memiliki formulasi berbentuk cairan berbau asam, dengan pH 3,5 dan berwarna kuning kecokelatan (Sitinjak *et al.*, 2024). Manfaat dari penggunaan EM4 untuk mempercepat penguraian bahan organik pada saat fermentasi dengan adanya mikroorganisme yang menguntungkan dalam EM4 seperti *actinomycetes*, *fotosintetik*, *yeast*, dan bakteri asam laktat ini menjalankan tugas sebagai pengurai dari bahan organik sehingga unsur hara nitrogen, fosfor, serta kalium dapat tersedia dengan baik untuk tanaman (Setyoningrum & Nisa, 2024). Dalam kegiatan pertanian EM4 ini tidak hanya untuk pembuatan pupuk saja, melainkan mampu

digunakan dalam meningkatkan mikroorganisme yang menguntungkan bagi penyerapan unsur hara tanaman (Julia *et al.*, 2025).

Daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) mengandung unsur hara makro berupa nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair (Govindasamy *et al.*, 2023). Setelah POC daun singkong diaplikasikan ke tanah, bahan organik yang terkandung di dalamnya harus mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi oleh mikroorganisme tanah sebelum dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Govindasamy *et al.*, 2023). Unsur nitrogen hasil mineralisasi tersedia dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+), yang merupakan bentuk utama nitrogen yang dapat diserap oleh akar tanaman (Aluko *et al.*, 2023). Fosfor diserap tanaman dalam bentuk ion dihidrogen fosfat (H_2PO_4^-) dan hidrogen fosfat (HPO_4^{2-}), sedangkan bentuk ion yang dominan dipengaruhi oleh pH tanah (Loudari *et al.*, 2022). Kalium tersedia di dalam larutan tanah sebagai ion K^+ yang kemudian masuk ke jaringan akar melalui protein transporter dan kanal ion yang terdapat pada membran plasma sel akar (Hao *et al.*, 2023).

Tanaman bayam hijau hanya mampu menyerap unsur hara dalam bentuk ion karena membran plasma sel akar bersifat semipermeabel dan memiliki protein transporter yang secara spesifik mengangkut ion-ion mineral ke dalam sel akar (Hao *et al.*, 2023). Senyawa organik penyusun daun singkong seperti protein, asam amino, maupun senyawa kompleks lainnya tidak dapat langsung melewati membran sel sehingga harus diubah terlebih dahulu menjadi bentuk ion anorganik melalui proses mineralisasi (Govindasamy *et al.*, 2023). Setelah berubah menjadi NO_3^- atau NH_4^+ , H_2PO_4^- atau HPO_4^{2-} , serta K^+ , unsur hara dapat diserap melalui mekanisme transpor aktif maupun transpor pasif sesuai kebutuhan fisiologis tanaman (Aluko *et al.*, 2023). Proses perubahan bahan organik menjadi ion membutuhkan waktu karena dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme, suhu, kelembapan, pH, dan aerasi tanah (Govindasamy *et al.*, 2023). Oleh sebab itu, pupuk organik cair berbahan daun singkong melepaskan unsur hara secara bertahap (*slow release*), sehingga efisiensi penyerapan hara menjadi lebih tinggi dan kehilangan unsur hara akibat pencucian dapat dikurangi (Buet *et al.*, 2022).

2. Daun Singkong

Daun singkong sendiri adalah sebuah organ utama pada tanaman singkong, yang merupakan organ vegetatif, untuk menyokong dalam proses fotosintesis sebagai produsen energi utama serta untuk keberlangsungan tanaman singkong. Dalam morfologinya daun singkong mempunyai bentuk palmate (menjari), memiliki jumlah lobus 5-9 helai yang meruncing ke arah ujung daun (Siswanto *et al.*, 2023). Pada daun singkong memiliki anatomi yaitu xilem dan floem atau jaringan pengangkut, epidermis serta jaringan mesofil tanaman, yang memiliki peranan sebagai penyalur hasil dari fotosintesis, mineral, dan air kebagian-bagian pada tanaman (Khastini *et al.*, 2024). Daun singkong merupakan salah satu bagian dari tanaman singkong, tanaman ini berasal dari Amerika Selatan yang saat ini tanaman tersebut tersebar di wilayah-wilayah tropis dan subtropis (S. Lestari *et al.*, 2025). Daun singkong memiliki kandungan dari berbagai unsur kimia termasuk scopoletin, tanin, dan balanophonin yang dapat menunjukan sifat anti proliferratif, anti oksidan, serta anti inflamasi dan juga memiliki berbagai unsur nitrogen (N), Fosfor (P), serta kalium (K) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk organik cair (Mohidin *et al.*, 2023).



Gambar 2. 1 Tanaman singkong

(sumber : <https://www.kompas.com/homey/read/2022/08/01/134000976/4-ciri-ciri-tanaman-singkong-dari-batang-sampai-umbi>, 2023)

Klasifikasi dari tanaman singkong menurut Herbarium Medanense (2016) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Subdivisi : Spermatophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Subkelas : Rosidae
 Ordo : Malpighiales
 Family : Euphorbiaceae
 Genus : *Manihot*
 Spesies : *Manihot esculenta* Crantz

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Suwanto *et al.*, (2023), mengemukakan hasil bahwa kandungan nutrisi N, P, K pada tanaman singkong dalam biomassa bagian tanaman daun singkong memiliki kandungan N, P, K tertinggi dibandingkan bagian dari tanaman singkong lainnya, dimana diikuti dengan bagian tangkai daun, batang dan terakhir pada umbi. Kandungan yang tinggi dalam daun singkong adalah kandungan nitrogen (N), nitrogen memiliki peranan sebagai pembentukan klorofil dan dapat berfungsi untuk perangsangan pertumbuhan secara vegetatif pada bagian tanaman yaitu, batang serta daun yang dapat mempercepat pertumbuhan serta daun pada tanaman lebih hijau (Siswanto *et al.*, 2023). Unsur hara lainnya yaitu fosfor (P) berfungsi sebagai penyusun sistem perakaran pada tanaman agar kuat, dan juga mendukung dalam proses transfer energi pada sel yang ada dalam tanaman dengan adanya perantara senyawa adenosin triposfat (ATP). Kalium juga memiliki fungsi penting dalam pertumbuhan tanaman yaitu sebagai ketahanan tubuh pada tanaman dalam melawan penyakit serta dapat mengatur keseimbangan air dan juga dapat membantu stres lingkungan pada tanaman (Khastini *et al.*, 2024).

Daun singkong memiliki kandungan protein yang berupa sumber nitrogen organik yang mampu dilepaskan selama proses ekstraksi atau fermentasi, dan beberapa unsur yang lain ini dapat mempercepat ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Dalam beberapa studi pemanfaatan dari limbah berbau dasar organik termasuk daun singkong memperlihatkan bahwa material organik yang difermentasi tersebut mempunyai potensi sebagai nutrisi dalam penyediaan berupa unsur hara yang dapat diserap, hal ini dapat meningkatkan pertumbuhan dari tanaman berupa sayuran hijau (Tampil *et al.*, 2024). Kandungan nutrisi makro dalam daun singkong berupa

kalium, nitrogen, dan fosfor yaitu tiga unsur hara utama yang sangat menentukan keberhasilan dalam pertumbuhan tanaman sayuran. (Nur wanti *et al.*, 2025). Limbah pertanian organik salah satunya yang dapat dimanfaatkan untuk bahan pupuk organik cair yaitu daun singkong (*Manihot esculenta crantz*) dimana pada saat panen singkong sekaligus di daerah yang biasanya panen singkong secara besar-besaran banyak sekali yang tidak memanfaatkan daun singkong tersebut hal ini menjadi limbah pertanian (Fernández-Delgado *et al.*, 2022).

3. Pertumbuhan Tanaman

Dalam pertumbuhan tanaman memiliki konsep pertumbuhan serta perkembangan, dimana dua hal ini merupakan proses secara biologis dapat berlangsung secara beriringan tetapi mempunyai perbedaan yang mendasar. Pertumbuhan adalah proses dari perubahan volume, diameter tinggi batang, berat tanaman, jumlah helai daun dan ukuran pada tanaman bersifat *irreversibel* (tidak dapat kembali seperti semula) disebabkan dari adanya pembesaran serta pembelahan sel itu sendiri. Perkembangan adalah sebuah perubahan yang mencakup perubahan kualitatif diaman struktur serta fungsi organ didalam tanaman tersebut berubah menuju tanaman yang dewasa dengan optimal (Ardiansyah, 2023) Dalam pertumbuhan tanaman adanya faktor internal serta eksternal yang mampu mempengaruhi dalam proses perkecambahan tanaman hingga tahap tanaman dewasa (Paiman, 2022). Faktor internal dalam pertumbuhan yaitu sebuah faktor yang langsung berasal dari bibit atau benih. Sedangkan faktor eksternal yang ini berasal dari luar bibit atau benih pada tanaman (Mariana, 2023)

a. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang muncul dari tanaman itu sendiri seperti hormon pada tanaman serta genetik pada tanaman tersebut. Dalam pertumbuhan genetik ini akan menentukan bentuk, ukuran, daya tahan terhadap stres, dan mampu beradaptasi dalam lingkungan yang beda, hal ini bisa dikarenakan gen yang mampu mengontrol aktivitas metabolisme serta sistesis protein didalam tanaman (Nurafifah *et al.*, 2024). Sedangkan hormon ini meliputi sitokinin, auksin, asam absisat, giberelin, dan etilen memiliki peranan sebagai pengatur perkembangan dan pertumbuhan (Alamsyah *et al.*, 2024). Genetik dan hormon memiliki keterkaitan

antar satu sama lain terhadap kondisi tanaman, gen dalam tanaman dapat mempengaruhi hormon dan hal ini akan menetapkan bagaimana hasil tanaman secara maksimal (Salsabilah & Syafli, 2025).

1). Faktor internal pada tanaman berdasarkan genetika

Faktor genetika pada tanaman merupakan salah satu yang dapat menentukan pertumbuhan pada tanaman tersebut, dikarenakan tanaman yang sedang bertumbuh atau berkembang ini memiliki susunan gen berbeda-beda, dengan demikian mampu mempengaruhi kecepatan dalam pertumbuhan seperti bentuk dari tanaman dan tinggi pada tanaman (Susanto *et al.*, 2018). Pada faktor genetika memiliki fungsi untuk mengontrol pembelahan sel pada tanaman serta pemanjangan sel untuk awal dari pertumbuhan tinggi tanaman (Oktavia, 2020). Genetika pada tanaman juga memberikan pengaruh terhadap respons hormon didalam tanaman (Riak *et al.*, 2024).

Genetika tanaman dapat memberi pengaruh terhadap pertumbuhan yaitu dengan cara menentukan ekspresi gen untuk mengelola enzim, sintesis protein, dan jalan dari metabolisme yang menentukan pemanjangan, diferensiasi sel, pembelahan. Dalam hal ini gen mempunyai tugas lewat jaringan kompleks yaitu, modifikasi epigenetik, transkrip, mikroRNA, bersama-sama mengelola pada fase pertumbuhan tanaman (Wandri & Syafi'i, 2025). Faktor genetika ini dapat memutuskan bagaimana sifat-sifat dari tanaman dengan melewati interaksi gen yang mampu berpengaruh terhadap ukuran daun, tinggi tanaman, serta hasil yang kerap kali dapat dimodifikasi dan mampu diwariskan dengan cara pemuliaan ataupun rekayasa genetika (Darmawati *et al.*, 2025). Genetika juga mampu dimanipulasi dengan cara transformasi genetika yang dapat memodifikasi maupun menyisipkan gen tertentu agar hasil pertumbuhan lebih optimal (Burhanuddin Irsyadi *et al.*, 2022)

2). Faktor internal pada tanaman berdasarkan hormon

Hormon dapat memberi pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, dimana hormon secara fisiologis mempunyai peran menjadi molekul sinyal yang mampu mengontrol aktivitas yang ada secara seluler yaitu dalam pemanjangan, diferensiasi, serta pembelahan. Peran hormon auksin ini sebagai indikator untuk merangsang

pemanjangan sel dengan cara menaikkan plastisitas dinding sel. Giberelin mempunyai peranan yaitu dalam hal perkecambahan serta penambahan panjang batang tanaman dengan cara aktivitas enzim pertumbuhan yang dapat mengoptimalkan tinggi dari tanaman dan ukuran tanaman (Andianingsih *et al.*, 2021) Interaksi yang cukup kompleks antar hormon yang dapat menyeimbangkan respons stres serta pertumbuhan tanaman, dalam hal ini konsentrasi antar hormon dapat mengubah aktivitas fisiologi distribusi dari hasil fotosintesis, pembukaan stomata, dan pembentukan akar pada tanaman. Hormon yang bekerja dalam hal ini yaitu auksin, asam absisat, dan sitokinin (Wulandari & Syafi'i, 2025). Pembentukan organ dan diferensiasi jaringan ini dilakukan dengan mengatur dari adanya aktivitas meristem serta gen terkait perkembangan dengan demikian akan menetapkan arah pertumbuhan dari tahap vegetatif sampai generatif pada tanaman, hormon yang bekerja pada tahap ini yaitu giberelin serta sitokinin (Utari & Syafi'i Wan, 2025).

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal pada tanaman merupakan sebuah faktor yang berasal dari luar yaitu lingkungan (Adisti & Vauzia, 2025). Faktor eksternal ini dapat mempengaruhi proses fisiologis dari tanaman yaitu, aktivitas enzim, penyerapan unsur hara, fotosintesis, dan penyerapan air, hal ini akan dapat mempengaruhi bagaimana pertumbuhan serta perkembangan pada tanaman. Pada umumnya faktor eksternal yang mempengaruhi yaitu air, pH tanah, suhu, cahaya, dan unsur hara yang baik dan cukup bagi tanaman (Riak *et al.*, 2024). Dalam pertumbuhan tanaman ketersediaan nutrisi serta air ini memiliki peranan untuk material dasar reaksi dari biokimia dan untuk menjaga desakan turgor sel yang mengakibatkan kekurangannya dapat memperlambat pertumbuhan. Faktor eksternal pada dasarnya dapat mengakibatkan salah satu pemicu dalam respons fisiologi serta morfologi dalam tanaman contohnya, dalam segi bentuk dan ukuran yang dapat membuktikan bahwa pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal yang ada (Adisti & Vauzia, 2025).

1). Air

Faktor eksternal salah satunya adalah air, dalam hal ini air dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dengan berbagai cara dalam mekanisme fisiologis,

seperti perannya dalam pelarut unsur hara yang ada di tanah. Hal ini dapat berpengaruh karena air akan membantu akar dalam menyerap nutrisi secara maksimal karena unsur hara telah di larutkan oleh air (Mahardika & Simanjuntak, 2022). Air memiliki peranan juga sebagai proses dari metabolisme yaitu, respirasi dan fotosintesis hal ini karena bahan dasar yang utama pada reaksi biokimia dan juga media transport zat yang dihasilkan fotosintesis dari semua bagi pada tanaman, oleh karena itu menjadi penentu produktivitas suatu tanaman dan laju pertumbuhan tanaman (Alfarisy *et al.*, 2024). Konsentrasi air yang seimbang yang ada didalam tanah serta di dalam tanaman dapat berpengaruh terhadap mekanisme fisiologis yakni evapotranspirasi serta transpirasi yang memiliki fungsi sebagai pengatur suhu tanaman, melindungi dalam keseimbangan energi pada tanaman, dan menjaga aktivitas enzim sampai tanaman dapat dipanen (Barokah *et al.*, 2024).

2). pH tanah

pH tanah dalam pertumbuhan tanaman dapat menetapkan ketersediaan unsur hara esensial yaitu nitrogen, fosfor serta kalium yang hanya mampu diserap secara maksimal pada kisaran pH 6-7. pH ini dapat melalui mekanisme kimia dan biologis pada tanaman yang sangat kompleks, sehingga pH yang terlalu asam maupun terlalu basa akan mengakibatkan unsur hara yang ada akan terikat ataupun bisa tidak tersedianya unsur hara bagi tanaman yang pada ujungnya dapat menghambat pertumbuhan (Karoba *et al.*, 2015). pH juga dapat berpengaruh terhadap aktivitas dari organisme didalam tanah, yang memiliki fungsi dalam dekomposisi bahan organik serta siklus nutrisi tanaman, kondisi pH yang tidak seimbang dapat mengakibatkan penurunan populasi mikroorganisme tanah yang menguntungkan, hal ini dapat menurunkan kesuburan tanah serta dapat menghambat pertumbuhan (Irawan *et al.*, 2025). Pada perubahan pH tidak tepat mampu mengakibatkan keseimbangan dari ion dan potensi toksisitas unsur tertentu contohnya besi dan aluminium yang dapat bertambah dalam tanah masam, hal inipun dapat merusak sistem dalam perakaran tanaman serta menghalangi penyerapan air dan juga nutrisi yang pada ujungnya dapat menurunkan produktivitas tanaman secara menyeluruh (Kusumawardana *et al.*, 2025).

3). Suhu

Faktor eksternal selanjutnya yaitu suhu, suhu dapat menetapkan dari adanya laju pertumbuhan karena dalam hal ini secara langsung menjadi penentu aktivitas enzim, respirasi, fotosintesis, dan menentukan keseimbangan fisiologis sel. Suhu yang maksimal kisaran 25-30°C akan menentukan peningkatan enzim, dengan demikian proses metabolisme tanaman yaitu pemanjangan sel serta pembelahan sel dapat berproses dengan optimal, dan apabila suhu terlalu rendah ini akan mengakibatkan aktivitas enzim melambat serta jika suhunya terlalu tinggi terhadap tanaman maka akan timbulnya denaturasi pada enzim yang mampu berujung pada gangguan metabolisme tanaman dalam pertumbuhannya (Budiarti & Bintang, 2022). Suhu juga dapat mempengaruhi dalam mengatur proses fisiologis tanaman contohnya proses fotosintesis, serta pembentukan klorofil di bagian daun, penyerapan air dan unsur hara bagi tanaman, suhu yang berubah pada perakaran akan dapat menentukan status klorofil serta pertumbuhan vegetatif tanaman secara maksimal (Faisal *et al.*, 2024). Dalam suhu yang panas ekstrem tanaman akan mengalami gangguan, dimana tanaman akan stres mengakibatkan penurunan fertilitas polen dan penurunan hasil panen tanaman, karena suhu yang terlalu panas proses fisiologis pada fase generatifnya terganggu (Jaisyurahman *et al.*, 2020).

4). Cahaya matahari

Cahaya matahari termasuk kedalam faktor eksternal yang dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman dalam mekanisme utama yaitu fotosintesis, cahaya matahari yang dipantulkan akan diserap oleh klorofil dibagian kloroplas serta digunakan juga sebagai pengubah CO₂ (karbon dioksida) dan H₂O (air) dijadikan glukosa dan oksigen. Glukosa yang didapatkan dalam proses ini akan menjadi sumber energi untuk bahan pembangun jaringan yang baru untuk membantu pertumbuhan seperti pembentukan akar, daun, dan batang pada tanaman (Maftukhah *et al.*, 2023). Cahaya matahari yang maksimal akan membantu peningkatan siklus calvin dan laju reaksi terang didalam fotosintesis, oleh karena itu kekurangan ataupun kelebihan cahaya matahari itu akan mengakibatkan penurunan efisiensi tersebut dan menghalangi pertumbuhan, dikarenakan adanya gangguan dalam sistem foto sistem I dan II (Nur *et al.*, 2024). Peranan cahaya

matahari yang selanjutnya yaitu untuk sinyal lingkungan dalam pengendalian proses fisiologis yakni diferensiasi sel, fototropisme, dan pembentukan klorofil. Tanaman yang mendapatkan cahaya matahari yang maksimal akan terlihat hijau segar, dan kokoh tidak layu, sedangkan yang kekurangan cahaya matahari biasanya akan mengalami batang memanjang lemah dan daun terlihat pucat (etiolasi), efek rendahnya aktivitas dari fotosintesis dan hasil produksi dari klorofil (Rizwanda *et al.*, 2024).

5). Unsur hara

Unsur hara adalah sebuah zat yang dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhan, unsur hara dibagi menjadi 2 yaitu unsur hara makro yaitu nitrogen (N), fosfor (P), serta kalium (K), sedangkan unsur hara mikro terdiri dari kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), semua unsur hara yang ada akan diserap oleh akar dalam wujud ion terlarut yang akan ditranslokasikan ke bagian tanaman secara keseluruhan untuk penyokong dalam proses metabolisme tanaman. Unsur hara akan mempengaruhi proses pembentukan sintesis protein, pembentukan klorofil, dan aktivitas enzim (Fikri, 2022). Tercukupinya unsur hara bagi tanaman akan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang baik, dari setiap unsur hara yang ada memiliki fungsi yang spesifik bagi pertumbuhan tanaman (Y. Lestari *et al.*, 2024). Ketersediaan unsur hara yang baik dan cukup bagi tanaman dan interaksi antara unsur hara, ini akan mempengaruhi efisiensi penggunaan nutrisi serta penyerapan tanaman secara baik. Pemupukan yang baik sanggup meningkatkan penyerapan hara N, P, K yang bagus untuk kemajuan pertumbuhan seperti jumlah daun, tinggi dari tanaman, perkembangan akar, dan hasil panen yang diinginkan (Saifulloh & Suntari, 2022).

Unsur hara nitrogen (N) adalah salah satu unsur hara makro yang memiliki fungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pada bagian vegetatif yaitu batang, akar, dan daun pada peningkatan kualitas tanaman daun. Nitrogen juga komponen utama dalam penyusun klorofil, dimana klorofil memiliki peranan dalam proses fotosintesis, semakin tercukupinya unsur hara nitrogen ini akan mempercepat pertumbuhan tanaman serta memiliki daun yang hijau dan baik bagi tanaman. Fosfor (P) merupakan unsur esensial untuk tanaman, karena fosfor

mempunyai fungsi untuk proses transfer energi terutama dalam pembentukan *adenosin trifosfat* (ATP) dalam tanaman, pada pembelahan serta dalam perkembangan sel di tanaman. Tercukupinya fosfor akan membantu pertumbuhan awal semakin cepat pada tanaman dan kandungan fosfor yang cukup dapat merangsang pertumbuhan akar dengan demikian tanaman dapat menyerap air dengan baik serta unsur hara yang lainnya dapat diserap dengan optimal (Maulidan & Putra, 2024). Kandungan kalium (K) memiliki peranan untuk memperlancar dalam proses fotosintesis, untuk katalisator pada transformasi tanaman, mempercepat dalam pertumbuhan jaringan meristem, mengaktifkan berbagai enzim dan memiliki peranan sebagai pengatur keseimbangan air didalam sel. Dalam hal ini walaupun peranan kalium tidak secara langsung membuat jaringan, tetapi menyokong pertumbuhan tanaman agar dapat tumbuh stabil, tidak mudah mengalami gangguan, dan bisa tumbuh secara optimal (Arum Kinanti, 2024).

4. Tanaman Bayam Hijau

Bayam hijau adalah tanaman dengan famili dari *Amaranthaceae*, memiliki perakaran tunggang dan cabang akar yang lateral relatif pendek, akan tetapi akarnya menyebar dengan luas untuk penyerapan unsur hara dan air pada media tanamnya. Tanaman bayam ini mempunyai batang silindris berwarna hijau, lunak serta berair, batangnya tidak berkayu dengan ukuran tingginya dari sentimeter hingga mencapai satu meter lebih. Daun dari tanaman bayam hijau ini memiliki bentuk yang oval serta ada juga yang lonjong, daunnya tersusun bersilangan dengan bentuk tulang daunnya menyirip, dan memiliki kandungan klorofil yang cukup tinggi, hal ini dapat menyebabkan daun dari tanaman bayam hijau memiliki warna hijau cerah untuk fotosintesisnya (rizwanda *et al.*, 2024). Tanaman bayam hijau adalah salah satu sayuran yang sering dibudidayakan karena memiliki banyak kandungan gizi seperti vitamin serta mineral didalamnya. Tanaman bayam sendiri dapat di tanam atau di budidayakan pada daerah dataran tinggi maupun dataran rendah, ditempat yang dingin ataupun yang panas dengan ketinggian 100-1000 mdpl dengan pengairan cukup baik (Manggis *et al.*, 2021). Bayam hijau diketahui sebagai tanaman yang masa panen cepat, sehingga ini dapat menjadi alternatif budidaya sayuran yang dapat dikonsumsi secara singkat dibandingkan sayuran yang lainnya,

dengan pembudidayaannya dengan lahan yang relatif sempit juga bisa dilakukan (Ritonga *et al.*, 2022).



Gambar 2. 2 Tanaman Bayam

(sumber : <https://jagadtani.com/> 2023)

Siklus hidup tanaman bayam hijau biasanya memiliki waktu yang singkat, bayam hijau juga merupakan tanaman *annual* (semusim). Pertumbuhan bayam hijau ini dimulai dari biji dengan keadaan yang bagus akan menyerap air, hingga biji tersebut akan mengalami aktivitas enzim sampai dengan radikula yang akan muncul selaku akar yang pertama, selanjutnya akan diikuti oleh plumula yang berkembang menjadi daun serta batang yang masih muda. Proses dalam pembibitan tanaman bayam berjalan sekitar 2–7 hari tergantung kondisi lingkungan yang ada pada saat itu seperti kelembaban, kualitas media tanam, suhu, dan bisa dipengaruhi oleh kualitas dari bijinya sendiri. Pada fase vegetatif bayam hijau dapat dilihat dari adanya pertumbuhan daun yang sangat cepat, lebar helai daun yang ada, pemanjangan sel pada bayam hijau, pembelahan sel, dan aktivitas fotosintesis dari tanaman bayam hijau. Pada tahapan awal pertumbuhan tanaman bayam ini hari ke 7- 21 sangat memerlukan unsur hara yang cukup contohnya nitrogen, fosfor, serta kalium untuk menunjang pertumbuhan tanaman kedepannya seperti pembentukan jaringan yang baru dan pembentukan klorofil untuk fotosintesis, siklus hidup tanaman bayam sekitar 30-45 hari tergantung dari varietas setiap tanamannya (Kharisma Puspita Absari *et al.*, 2023). Dalam pertumbuhan bayam faktor eksternal juga dapat mempengaruhi yaitu faktor lingkungan seperti air, cahaya matahari, unsur hara, dan pH tanah, hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman bayam dalam proses metabolisme serta fotosintesisnya secara langsung, sampai

tanaman mampu memperlambat maupun mempercepat dari setiap tahapan dalam perkembangan tanaman bayam hijau (Haryanta *et al.*, 2023).

Menurut Sunarjono (2014) klasifikasinya bayam hijau adalah sebagai berikut:

Kigdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub divisi : Angiospermae
 Class : Dicotyledoneae
 Sub class : Monochlamydeae
 Ordo : Caryophyllales
 Famili : Amaranthaceae
 Genus : *Amaranthus*
 Spesies : *Amaranthus tricolor* L.

Pemanfaatan sayuran bayam digunakan sebagai salah satu kombinasi pangan dalam berbagai jenis makanan seperti smoothie bayam, tumis bayam, sayur bayam dan lain sebagainya. Bayam memiliki kandungan selain vitamin dan mineral bayam juga mengandung zat flavonoid, fitokimia, dan bioaktif. Bioaktif dalam bayam dapat bekerja untuk melawan hipoglikemik, anti kanker, penyakit kardiovaskular, dan anti obesitas (Padapi *et al.*, 2022).

F. Hasil Penelitian Terdahulu

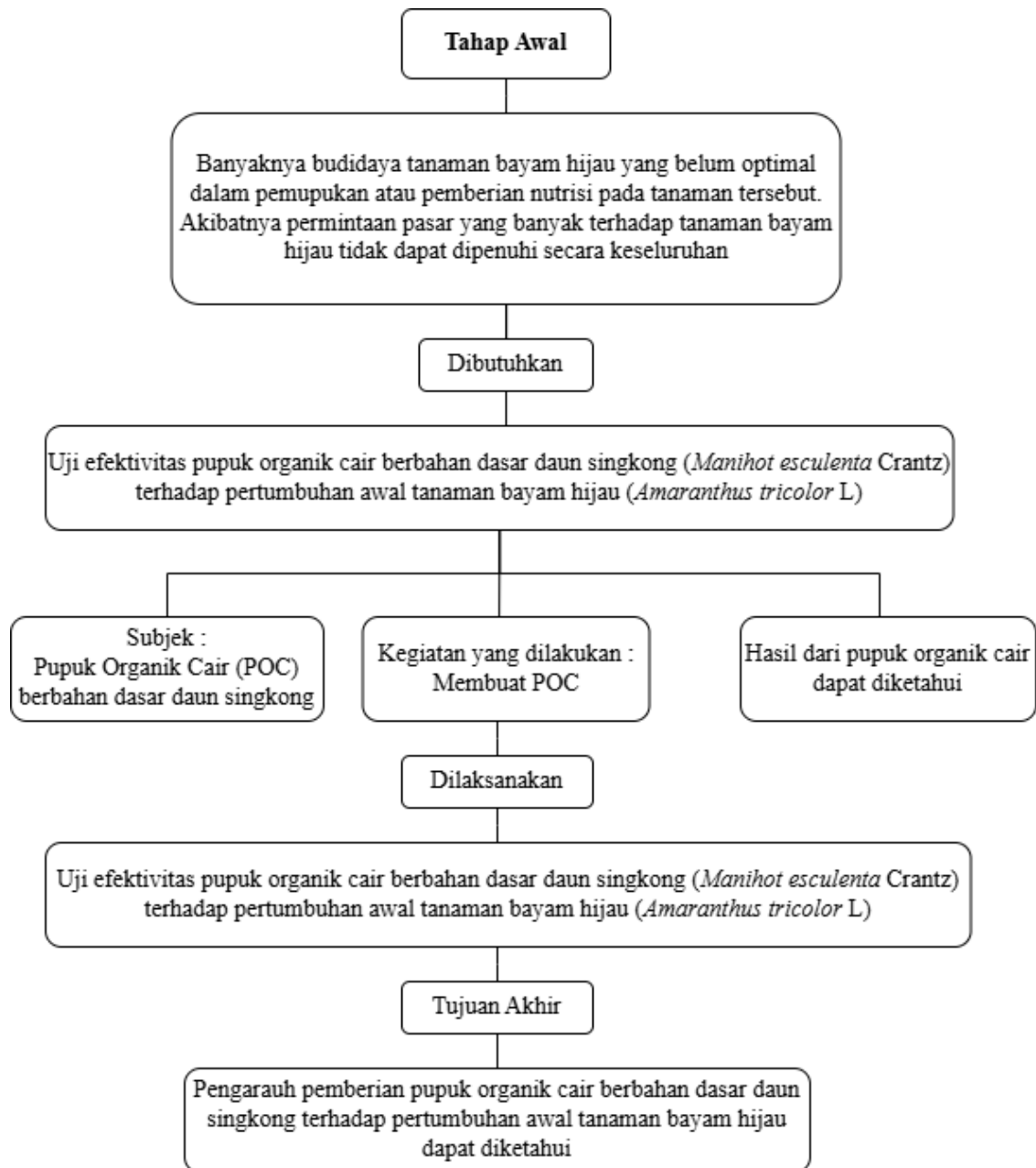
Menurut penelitian terdahulu yang mempunyai keterikatan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode penelitian	Hasil Penelitian
1.	Siti Aisyah, Mohammad Taufik, Siti Nur Anisah, Ani, Chia Poh Wai, dan Chuah tse seng (2021)	Allelopathic Potential of Cassava (<i>Manihot esculenta</i> L.) Extracts on Germination and Seedling Growth of Selected Weeds and Aerobic Rice	Eksperimen RAL, ANOVA	Efek stimulasi terbukti pada pertumbuhan tunas dan akar spesies bioassay pada konsentrasi rendah
2.	Nazmul Huq Hawlder1,	Cassava Leaf Compost	Eksperimen lapangan	Penggunaan kompos berbahan

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode penelitian	Hasil Penelitian
	Md. Solaiman Ali Fakir ² , Masum Ahmad dkk (2021)	Influences Growth, Yield and Nutrient Uptake of Rice	dengan analisis pertumbuhan pada tanaman padi	dasar daun singkong dapat meningkatkan berat pada gabah padi penyerapan N, P, K, S.
3.	Anjali Kurve, Deep Kawale, Snehal Deshmukh, Mayur Gedam, Snehal Sarve (2024)	Cassava Leaves as a Fertilizer : A Sustainable Technique	Menggunaka n studi literatur, deskriptif serta observasi.	Menggunakan pupuk organik berbahan dasar daun singkong dapat meningkatkan hasil dari tanaman dan kesuburan tanah serta dapat mengurangi pemakaian pupuk sintesis
4.	Azu, Donatus E.O, Essien B. A, and Nweke Peter (2021)	Effect of Composted Cassava Leaves and Urea on Soil Chemical Properties, Growth and Yield of Pepper (<i>Capsicum annum</i>) in an Ultisol of Southeastern Nigeria	Eksperimen RAL, ANOVA	Daun singkong saat dijadikan kompos memiliki nutrisi yang kaya yaitu unsur N berpotensi dalam pertumbuhan tanaman
5.	Andi Ayu Nurnawati, Dian Magfirah Hala, Andi Besse Poleuleng, A.Farmy Zul Fariduddin Attar (2025)	Analisis Kandungan Hara Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan Berbasis Daun Kelor dan Daun Singkong Tanpa EM4	Eksperimen RAL, ANOVA	Pupuk organik cair berbahan daun kelor dan daun singkong tanpa EM4 memiliki unsur hara rendah makro 0,46% N- total, 0,01% P ₂ O ₅ , dan 0,02% K ₂ O. tetapi memiliki potensi sebagai POC.

G. Kerangka Pemikiran



Gambar 2. 3 Kerangka Pemikiran dari pemberian pupuk organik cair (POC) berbahan dasar daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) pada pertumbuhan tanaman bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L)

H. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Pupuk organik cair (POC) yang berbahan dasar daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) yang mampu membantu dalam pertumbuhan tanaman.

2. Hipotesis

Ho : Pengaplikasian pupuk organik cair berbahan dasar singkong (*Manihot esculenta* Crantz) tidak efektif mempengaruhi pertumbuhan awal tanaman bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L) secara signifikan.

Ha : Pengaplikasian pupuk organik cair berbahan dasar daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) efektif mempengaruhi pertumbuhan awal tanaman bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L) secara signifikan.