

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN**

#### **a. Kajian Teori**

Kajian teori pada penelitian ini dimaksudkan untuk dijadikan sebagai landasan teori bagi peneliti untuk membahas dan menganalisis masalah yang diteliti. Kajian teori yang ada pada penelitian ini adalah:

##### **1. Pupuk**

###### **a. Definisi pupuk**

Menurut *American Plant Food Control Officials* (AAPFCO) dalam Hartatik, Husnain, dan Widowati, 2015: 2 menjelaskan bahwa pupuk adalah bahan yang mengandung karbon dan satu atau lebih unsur hara selain H dan O yang esensial untuk pertumbuhan tanaman. Handiwito (2008), mengatakan bahwa pupuk adalah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman.

###### **b. Pupuk Cair Berbasis Bioteknologi dan Organik**

Jenis pupuk cair yang digunakan dalam penelitian ini berupa pupuk cair berbasis bioteknologi dan organik yang berbahan dasar alami, dengan memanfaatkan agen biologi yang berasal dari jamur, bakteri, dan hormon-hormon yang berbau organik. Pupuk cair ini merupakan produk inovasi dari program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Pasundan berupa hormon atau zat pengatur tumbuh untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan pada tanaman. Dalam produk ini terdapat beberapa jenis larutan pupuk cair yang memiliki fungsi yang berbeda-beda, yang pertama adalah jenis A yaitu pupuk cair yang mengandung mikoriza dan *rhizobium*. Kedua adalah jenis B yang mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT) dan fitohormon. Ketiga adalah jenis C yang mengandung B1 dan anti jamur.

###### **1) Pupuk Organik**

Samekto (2008) dan Yuliarti (2009) menjelaskan mengenai pupuk organik sebagai berikut:

Penguraian bagian atau sisa tumbuhan dan hewan (makhluk hidup), seperti pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, bungkil, guano, tepung tulang, dan sebagainya, menghasilkan pupuk organik. Tanah lapisan atas dapat dibuat lebih longgar dengan menggunakan pupuk organik, yang juga meningkatkan penyerapan dan retensi air.

## 2) Pupuk Cair

Suhedi (2010) menjelaskan mengenai pupuk cair sebagai berikut:

Salah satu komponen terpenting dalam upaya meningkatkan kesuburan tanah secara aman adalah pupuk organik, karena memastikan bahwa produk pertanian yang dihasilkan bebas dari bahan kimia yang tidak aman untuk dikonsumsi manusia. Karena komponen dalam pupuk cair telah mengalami beberapa degradasi, tanaman mungkin lebih mudah menyerapnya. Tanaman terutama menggunakan akarnya untuk menyerap nutrisi, tetapi mereka juga dapat melakukannya melalui daunnya.

## 3) Agen Bioteknologi pada Pupuk Organik

### a) Mikoriza

Mikoriza adalah hubungan mutualistik antara akar dan fungi atau jamur pada tanah. Tumbuhan menyediakan suplai gula yang tetap. Sedangkan fungi meningkatkan area permukaan untuk pengambilan air dan menyuplai tumbuhan dengan fosfat dan mineral-mineral lain yang diabsorpsi dari tanah. Endomycorrhizae, ectomycorrhizae, dan ectendomycorrhizae adalah tiga jenis mikoriza. Namun, endomycorrhizae dan ectomycorrhiza adalah yang paling terkenal. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza* adalah jenis populer dari endomycorrhiza (VAM.) VAM adalah jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman, jamur ini menciptakan vesikel dan arbuskular di korteks tanaman. Hifa arbuskular adalah hifa yang terdapat pada sel tumbuhan dan memiliki bentuk dan fungsi yang sama dengan houstoria. Vesikel adalah ujung hifa bulat yang berfungsi sebagai organ penyimpanan. biasanya lebih besar dan bercabang. Adanya vesikel dan arbuskular, hifa yang tidak berinsulasi, dan di dalam sel akar inang merupakan ciri khas VAM. Titik awal penetrasi dan penetrasi langsung dengan hifa di luar akar adalah hifa di dalam sel akar inang. Hifa eksternal mikoriza memiliki kemampuan untuk mengambil mineral fosfat dari tanah dan segera mengubahnya menjadi senyawa polifosfat. Setelah translokasi mereka ke dalam hifa, molekul polifosfat kemudian dipecah menjadi fosfat organik yang dapat diambil oleh sel tumbuhan. Penggunaan mikoriza secara signifikan meningkatkan efektivitas pemupukan P. Dengan pewarna kimia akar tanaman, infeksi mikoriza dapat dengan mudah diamati. Sel-sel akar yang terinfeksi tumbuh lebih besar dan berkembang tanpa rusak, bagian luar tanaman tetap tidak berubah.

Mikoriza bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman karena dapat mempercepat pertumbuhan, meningkatkan serapan hara, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kelembaban dan kekeringan, serta menghentikan serangan patogen tanaman di dalam tanah. Selain itu, mikoriza pada tanaman dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap nutrisi dan air, dapat diuraikan sebagai berikut:

#### (1) Serapan Air dan Hara Jaringan

Area asupan air dan nutrisi akan ditingkatkan oleh hifa eksternal yang dihasilkan oleh mikoriza. Selain itu, karena hifa lebih kecil dari rambut akar, mereka dapat memasuki pori-pori tanah (mikro) yang paling kecil sekalipun, sehingga memungkinkan mereka untuk mengumpulkan air bahkan ketika tanah memiliki kadar air yang sangat rendah. Peningkatan asupan air oleh tanaman mikoriza juga menghasilkan peningkatan penyerapan nutrisi seperti N, K, dan S yang mudah larut dan diangkut oleh aliran massa. Selain penyerapan nutrisi melalui aliran massa, hifa jamur juga mengeluarkan enzim fosfatase, yang mampu melepaskan P dari ikatan tertentu dan membuatnya tersedia untuk tanaman, yang menyebabkan serapan P tinggi. Mikoriza juga disebut bekerja bersama dengan mikroorganisme yang melarutkan fosfat atau yang mengikat nitrogen. Tanaman gandum dan tomat dapat menyerap lebih banyak P jika mikoriza dan bakteri pelarut fosfat (PSB) disuntikkan ke dalam tanaman. Produksi bintil akar dipercepat oleh interaksi sinergis antara VAM dan bakteri pengikat N<sub>2</sub>.

#### (2) Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Kekeringan

Kerusakan terkait kekeringan pada jaringan kortikal dan dampak kematian akar pada akar mikoriza tidak bertahan lama. Akar akan cepat kembali normal setelah periode tanpa air. Hal ini disebabkan hifa jamur masih dapat menyerap air dari tanah ketika akar tanaman tidak mampu menyerap air. Jumlah air yang diambil meningkat karena tanah menyerap hifa yang sangat luas.

#### (3) Proteksi Patogen

Zat beracun Dengan melindungi tanaman dari zat berbahaya dan penyakit akar, mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Struktur mikroiza dapat bertindak sebagai penghalang biologis terhadap infeksi yang mempengaruhi akar. Untuk menghancurkan penyakit, jamur mikoriza dapat mengeluarkan antibiotik.

#### (4) Memproduksi Senyawa-senyawa Perangsang Pertumbuhan

Jamur mikoriza dapat membuat hormon seperti sitokinin, gibberalin, dan vitamin, menurut beberapa temuan penelitian.

#### (5) Merangsang Aktivitas Beberapa Organisme yang Menguntungkan

Jamur mikoriza terlibat dalam interaksi dengan berbagai organisme rizosfer, seperti rhizobium pada kacang-kacangan. Menggabungkan jamur dengan kacang-kacangan dapat meningkatkan penyerapan fosfor dan aktivitas nitrogenase, yang pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan jamur mikoriza dan akar.

#### (6) Memperbaiki Struktur dan Agregasi Tanah

Jaringan hifa luar jamur mikoriza dapat membantu memperbaiki dan menstabilkan struktur tanah. Dengan menggunakan jaringan hifa luar yang dapat mengikat butiran primer menjadi mikroagregat, senyawa polisakarida, asam organik, dan lendir disekresikan. Stabilitas agregat mikro sangat bergantung pada "zat pengikat organik" ini. Kemudian, "tindakan pengikatan mekanis" hifa ekterior akan menyebabkan agregat mikro bersatu untuk membuat agregat makro. Molekul glikoprotein glomalin, yang diproduksi oleh jamur VAM, sangat terkait dengan peningkatan stabilitas agregasi. Glomalin diidentifikasi dalam jumlah yang lebih besar di tanah yang tidak diolah dibandingkan dengan tanah yang dibudidayakan. Sekresi hifa ekterior mengandung enzim dan zat polisakarida lainnya, yang bersama-sama menghasilkan glomalin. Jaringan hifa rusak oleh pengolahan tanah, yang menghasilkan sangat sedikit sekresi yang dihasilkan. Khususnya di tanah dengan tekstur lempung atau berpasir, pengembangan struktur padat sangat penting. Pada tanah bertekstur lempung berpasir, jamur VAM pada tanaman bawang merah sangat meningkat, meningkatkan permeabilitas, dan meningkatkan agregat tanah sambil tetap memiliki kapasitas untuk menahan air yang cukup untuk menjaga hidrasi tanah. Aerasi, infiltrasi, dan erosi tanah semuanya dipercepat dan dikurangi, masing-masing, dengan memperbaiki struktur tanah, yang pada gilirannya mendorong perkembangan tanaman. Akibatnya mereka menganggap bahwa jamur mikoriza adalah simbiosis untuk tanah serta tanaman.

#### (7) Membantu Siklus Mineral

Handayanto *et al.*, 2006, mengatakan bahwa produksi enzim hidrolitik seperti protease dan fosfatase oleh beberapa mikoriza penting untuk mineralisasi bahan organik dan meningkatkan agregasi tanah.

#### b) *Rhizobium*

*Rhizobium* merupakan bakteri yang membentuk hubungan yang erat dengan akar tumbuhan legum serta melakukan perubahan-perubahan besar pada struktur akar. Walaupun *rhizobium* dapat hidup bebas di tanah, *rhizobium* tidak dapat memfiksasi nitrogen, demikian pula akar legum yang tidak dapat memfiksasi nitrogen tanpa bakteri. Simbiosis yang terspesialisasi antara bakteri *rhizobium* dan akar legum melibatkan perubahan drastis pada struktur akar. Akar legum dan *rhizobium* merupakan simbiosis yang dapat menyediakan nitrogen dalam jumlah yang tepat untuk tanaman. Karena bakteri dalam simbiosis menginfeksi tanaman dan respon tanaman adalah membentuk bintil, maka simbiosis antara legum dan *rhizobium* merupakan salah satu simbiosis

mutualisme (nodul). *Rhizobium* mendapat nutrisi dari tanaman inangnya berupa mineral, gula/karbohidrat, dan air, selain itu juga menyediakan keseimbangan dengan mengambil nitrogen dari atmosfer.

Cheng (2008) menjelaskan mengenai *rhizobium* sebagai berikut:

Satu spesies *rhizobium* tidak dapat menghasilkan bintil akar dari setiap tanaman legum karena *rhizobium* sangat spesifik untuk tanaman inang. Sebaliknya, setiap kelompok spesies *rhizobium* memiliki kemampuan untuk menghasilkan bintil akar dari spesies legum dalam kelompok tersebut.

Novriani (2011), mengatakan bahwa Pemanfaatan *rhizobium* merupakan teknik budidaya yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan layak digunakan dalam program peningkatan produktivitas tanaman. *Rhizobium* adalah chemoorganotropik, yang berarti dapat memperoleh karbon dari berbagai gula dan garam asam organik. Secara umum, *Rhizobium* adalah anggota kelompok heterotrofik, yang berarti memperoleh energinya dari oksidasi zat organik seperti sukrosa dan glukosa. Dengan demikian, bakteri membutuhkan tanaman inang untuk mendapatkan molekul organik ini. Mulyadi (2012), mengatakan bahwa *rhizobium* merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen tanaman, mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia. Suharjo (2001), Biasanya, inokulasi dilakukan dengan menambahkan biak *rhizobium* ke dalam tanah sehingga bakteri yang sesuai dapat berasosiasi dengannya dan menghasilkan N<sub>2</sub> dari bawah ke atas. Manfaat penggunaan inokulum ini adalah *Rhizobium* dapat membantu fiksasi nitrogen dari udara. Armiadi (2009), mengatakan bahwa Ketika bintil akar dilepaskan ke dalam tanah, sebagian nitrogen yang terikat pada akar masih ada. Nitrogen ini digunakan oleh organisme lain dan menjadi amonium dan nitrat. Pelapukan, amonifikasi, dan nitrifikasi akan terjadi jika makhluk itu mati, membuat sebagian N yang ditambahkan dari udara tersedia untuk tanaman dan tanaman lain di sekitarnya. Sekelompok bakteri yang dapat memberikan nutrisi bagi tanaman disebut *Rhizobium*. Kelompok bakteri tertentu ini akan menginfeksi akar tanaman dan membuat bintil akar di dalamnya jika bersimbiosis dengan kacang-kacangan. Hanya ketika *Rhizobium* hadir dalam bintil akar dari mitra legumnya, ia dapat memfiksasi nitrogen atmosfer.

Surtiningsih *et al.*, 2009 mengatakan bahwa warna koloni putih susu, opak, bentuk koloni melingkar, cembung, dan diameter 2-4 mm merupakan ciri makroskopik bakteri *rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* memiliki sel berbentuk batang, aerob, motil yang bergerak dalam media cair, dan sel-sel ini biasanya memiliki satu flagela polar atau subpolar. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menyerang bulu akar legum di suhu

sedang atau beberapa daerah tropis dan mendorong pertumbuhan bintil akar, yang menciptakan simbiosis intraseluler yang dikenal sebagai *rhizobium*. Menurut Rao, 1994 dalam Rahmawati, 2005 kehadiran *rhizobium* sebagai bentuk pleomorfik yang sering menggabungkan pengikatan nitrogen udara menjadi bentuk gabungan yang dapat digunakan oleh tanaman inang, dalam bintil akar. Setiap strain bakteri yang ditemukan pada bintil akar menunjukkan afinitas inang. Pada bintil akar, antara bakteroid dan selubung membran yang menyelubunginya, terdapat pigmen merah yang disebut leghemoglobin. Konsentrasi leghemoglobin dalam bintil akar dan konsentrasi tetap nitrogen berkorelasi langsung.

### c) **Fitohormon**

Fitohormon atau zat pengatur tumbuh (ZPT) berfungsi untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Enny *et al.* (2016) mengatakan, “Fitohormon adalah substansi organik yang disintesis pada bagian organ-organ tertentu yang dapat disalurkan pada bagian-bagian lain tanaman.”. Fitohormon mempengaruhi dan mengatur pertumbuhan tanaman. Peran fitohormon adalah untuk mengontrol metabolisme, pertumbuhan, dan perkembangan. Laju pertumbuhan di area tertentu tanaman dapat dipengaruhi oleh fitohormon. Fitohormon dapat memiliki efek fisiologis pada jumlah yang rendah. Dampak fisiologis tersebut merupakan akibat dari bagaimana tanaman tumbuh dan berkembang. Hormon tanaman adalah pengatur pertumbuhan yang penting. Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa proses seluler seperti pembelahan sel, diferensiasi, dan pemanjangan. Faktor internal tanaman dalam bentuk zat biokimia, seperti hormon dan enzim, biasanya memulai langkah ketiga. Tidak mungkin membedakan adanya pertumbuhan pada suatu tumbuhan dengan aktivitas pertumbuhan pada bagian tumbuhan yang lain. Hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat kimia yang dipindahkan (diedarkan) ke seluruh tumbuhan. Diantara zat tersebut adalah fitohormon.

Ahli biologi tumbuhan telah mengidentifikasi 5 tipe utama ZPT yaitu auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat, dan etilen. Setiap kelompok ZPT memiliki kemampuan untuk mempengaruhi pertumbuhan, tetapi hanya 4 dari 5 kelompok ZPT yang berdampak pada perkembangan tanaman—khususnya diferensiasi sel. Tanaman membuat ZPT sangat sedikit, namun sedikit pun ini dapat berdampak pada sel target. Beberapa ZPT membatasi pertumbuhan dengan mencegah pembelahan atau pemanjangan sel, sedangkan yang lain merangsang pertumbuhan dengan memberi sinyal pada sel target untuk membelah atau membesar. Sebagian besar senyawa ZPT memiliki kemampuan untuk mempengaruhi

pertumbuhan dan metabolisme sel tanaman. ZPT menyelesaikan ini dengan mengganggu jalur transduksi sinyal sel target. Jalur ini menginduksi respons seluler pada tumbuhan dan hewan, seperti ekspresi gen, penghambatan atau aktivasi enzim, atau modifikasi membran. Dampak ZPT dipengaruhi oleh jenis tanaman, lokasi aksi ZPT pada tanaman, tahap perkembangan tanaman, dan konsentrasi ZPT. Secara umum, keseimbangan konsentrasi beberapa ZPT akan mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tanaman; satu ZPT biasanya tidak bertindak sendiri untuk mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

#### (1) Auksin

Auksin adalah hormon yang dihasilkan oleh tumbuhan yang terdapat di ujung batang, akar, dan tumbuhan berbunga. Ini mengontrol pembesaran sel dan menyebabkan pemanjangan sel di bagian belakang meristem. Auksin sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Fritz Went, seorang ilmuwan dari Belanda, adalah orang pertama yang mengidentifikasi fungsi auksin. Pada tahun 1926, Fritz Went (1863-1935), seorang mahasiswa pascasarjana di sebuah institusi Belanda, menemukan komponen tumbuhan (dekat ujung koleoptil) yang dapat menyebabkan pembengkokan bagian tumbuhan. Pada titik ini, mekanisme pembengkokan batang disebut sebagai fototropisme. Fritz Went menambahkan bahwa zat tersebut dipindahkan ke potongan-potongan kecil lainnya dengan difusi dari ujung koleoptil. Hormon auksin adalah nama zat ini. Auksin berasal dari kata Yunani "auxien" yang berarti tumbuh. Melalui kejadian yang melibatkan pembengkokan koleoptil yang disebabkan oleh pemanjangan pada sisi tanaman, Went dapat memastikan aksi auksin. Ilustrasi berikut menunjukkan Went menggunakan *Avena sp.* untuk mendemonstrasikan pembengkokan koleoptil. "*avena curvature test*" adalah nama dari prosedur ini.

Pada abad kesembilan belas, Charles Darwin berhasil mengidentifikasi zat yang dapat mempengaruhi pemanjangan gandum koleoptil. Charles Darwin sebelumnya telah menjelaskan dampak cahaya terhadap arah gerak koleoptil *Phalaris canariensis* dalam sebuah karya berjudul "*The Power of Movement in Plants*" (diterbitkan pada tahun 1880). (rumput kenari). Itu disebut auksin. Auksin telah terbukti menjadi bahan kimia yang dapat menyebar dan mendorong pertumbuhan sel melalui eksperimen Frits Went tahun 1920. Identifikasi dan struktur hormon auksin, juga dikenal sebagai asam indol asetat (IAA), kemudian ditemukan pada tahun 1930. IAA sering disebut menjadi sebagai auksin. Meskipun auksin adalah hormon pertama yang ditemukan, penelitian tentang transduksi sinyal dan regulasi dalam produksi auksin masih diperlukan hingga saat ini. Sebenarnya,

triptofan, asam amino, digunakan untuk membuat auksin di ujung pucuk tanaman.

Nama "auxin" pertama kali hanya digunakan untuk menggambarkan sekelompok zat kimia yang membantu dalam merangsang pemanjangan dalam mengembangkan tunas tanaman. Selain itu, zat yang memperpanjang koleoptil disebut sebagai auksin. Auksin sebenarnya melayani dua tujuan di kedua tanaman dikotil dan monokotil. Hormon auksin A B 16 merangsang pembesaran dan pemanjangan sel di wilayah laut. Karena adanya berbagai kegunaan dan pengolahan, auksin dikategorikan sebagai ZPT, yang mengontrol pertumbuhan dan perkembangan. Ujung tangkai, ujung akar, kuncup bunga (pada masa produksi bunga), dan embrio biji adalah contoh maristema dimana auksin dapat dideteksi. Pada jaringan muda dan pucuk batang, auksin diproduksi di dekat meristem pucuk (misalnya daun muda). Pergerakan auksin bersifat polar, bergerak searah menuju pangkal batang. Konsentrasi auksin yang berbeda pada ujung akar, ujung batang, dan bagian lain adalah akibat dari hal ini. Semua bagian tanaman menerima auksin, tetapi jumlah yang diterima setiap bagian berbeda-beda. Berbagai respon dari setiap bagian tanaman dibawa oleh berbagai tingkat auksin. Jawabannya pun berbeda-beda, mulai dari yang mendorong pertumbuhan hingga tanggapan yang kurang baik (menghambat pertumbuhan). Salah satu dari banyak hal yang mencegah auksin melakukan tugasnya adalah sinar matahari. Karena pertumbuhan tanaman yang lebih lambat, auksin pada tanaman yang terkena sinar matahari akan mengalami kerusakan dan aktivitasnya terhambat. Sebaliknya, auksin tidak akan rusak atau terhambat pada tanaman yang terkena sinar matahari, sehingga pertumbuhannya lebih cepat. Isian etiolasi adalah sebutan untuk pertumbuhan tanaman di lingkungan yang gelap.

Fungsi hormon auksin dapat diuraikan sebagai berikut:

(a) Memacu proses pemanjangan sel (pertumbuhan).

Auksin mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman. IAA adalah sejenis auksin, menurut Kostermans dan Kogl (1934) dan Thyman (1935), karena dapat menghasilkan pemanjangan sel punca. Meristem tunas apikal adalah tempat sebagian besar auksin disintesis. Auksin dipindahkan dari ujung pucuk ke daerah pemanjangan sel, di mana ia mengikat reseptor pada membran plasma sel untuk merangsang pertumbuhan sel.

(b) Menghambat Pembentukan Tunas Lateral.

Akibatnya, terjadi dominasi apikal. Karena pucuk apikal akan menghasilkan daun, pemekarannya akan mencegah berkembangnya pucuk lateral. Dominasi apikal disebabkan oleh bahan kimia penghambat pada daun yang belum matang. Pemangkasan pucuk tajuk

pada batang, diikuti dengan pemberian auksin pada area yang dipangkas, akan menyebabkan terbentuknya tunas samping, tetapi arah pertumbuhan cabang akan ke atas.

Menurut pola pertumbuhan tanaman, jika daun muda tanaman muncul di ujung batang, tunas tanaman akan berkembang ke samping (pembentukan tunas lateral). Memotong ujung batang akan menyebabkan tunas muncul di kulit daun, menunjukkan hal ini.

(c) Membentuk Akar Adventif Auksin.

Dapat menyebabkan akar liar tumbuh pada batang tanaman; misalnya, pohon apel memiliki akar di bawah cabang di ruang antara node. Auksin banyak dikomersialkan di bidang pertanian karena kemampuannya untuk menciptakan akar lateral dan akar adventif, terutama dalam hal perbanyakan tanaman berbasis stek. Ketika daun, batang, atau bagian tanaman lainnya yang rusak diberi auksin dalam bentuk bubuk perakaran, akar adventif akan didorong untuk berkembang pada permukaan yang dipotong. IBA dan NAA adalah dua varietas hormon auksin sintetis yang sering digunakan petani saat memperbanyak tanaman dengan stek. IBA dan NAA berkinerja lebih baik daripada IAA karena mobilitasnya yang unggul pada tanaman dan karakteristik kimia yang lebih stabil. Efek IBA dan NAA bertahan lebih lama dan tidak dapat ditransfer ke stek tambahan, menghasilkan akar yang tumbuh lebih subur. Di sisi lain, pemberian IAA pada tanaman dapat menyebar ke pucuk lain, menciptakan penghalang yang mencegah pucuk lain terbentuk dan tumbuh.

(d) Merangsang Terbentuknya Xilem dan Floem.

Dinding sel primer, atau dinding sel pertama yang terbentuk pada tumbuhan, dibuat oleh kambium selama proses pembentukan xilem dan floem. Bersama-sama dengan giberelin, auksin merangsang perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel di kambium pembuluh, meningkatkan diameter batang tanaman.

(e) Menghambat rontoknya buah dan merangsang pengguguran daun (absisi).

Hal ini disebabkan karena auksin pada tumbuhan memiliki kemampuan untuk bereaksi menghasilkan senyawa penghambat, salah satunya adalah etilen yang menghambat proses absisi.

(f) Membantu Proses Pembentukan Buah Tanpa Biji (Partenokarpi).

Proses menghasilkan buah tanpa penyerbukan, yang mencegah pembuahan, dikenal sebagai partenokarpi. Bunga yang tidak diserbuki dapat mendorong produksi buah tanpa biji. Jika dibandingkan dengan ovarium yang tidak mengalami fertilisasi, jumlah auksin yang ada pada ovarium yang sedang mengalami fertilisasi (penyerbukan) akan

meningkat. IAA dan lanolin yang diberikan secara topikal pada stigma dapat menyebabkan partenokarpi.

Menurut Sauer *et al.*, 2013 dalam melakukan kerja, hormon auksin juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yang dapat diuraikan sebagai berikut:

(a) Cahaya

Salah satu variabel yang menghalangi auksin melakukan tugasnya adalah cahaya. Auksin bergerak menjauh dari cahaya dan menjadi dirugikan dengan adanya cahaya. Cahaya indigo merupakan salah satu bentuk cahaya yang dapat mencegah auksin melakukan tugasnya. Beta-karoten dan riboflavin adalah dua pigmen yang ditemukan pada tanaman yang mampu menyerap sinar indigo. Ujung akar adalah tempat riboflavin berada. Enzim yang terlibat dalam membantu produksi IAA dan triptofan akan dirugikan jika riboflavin menyerap sinar UV. Fototropisme koleoptil membuktikan dampak cahaya pada aksi auksin. Koleoptil adalah daun unik yang terbentuk dari simpul utama selubung epikotil dan melindungi benih sampai menembus tanah. koleoptil akan miring ke arah datangnya cahaya. Jika aluminium foil diletakkan di atas ujung koleoptil, koleoptil tidak akan membengkok ke arah cahaya. Namun, jika ujung koleoptil dibuka sekali lagi, ujungnya akan membengkok ke arah cahaya yang masuk. Agar memiliki efek fisiologis pada tanaman dalam bentuk membungkuk atau membungkok, jaringan di ujung koleoptil berfungsi sebagai pengamat cahaya dan menghasilkan banyak sinyal yang dikirim ke bagian bawah tanaman.

(b) Gaya Berat

Pergeseran auksin adalah dari atas ke bawah (bottom). Bagian bawah ujung batang akan mengandung lebih banyak auksin daripada bagian atas selama proses sirkulasi. Itu karena gravitasi.

(c) Kadar atau Konsentrasi Auksin

Pada konsentrasi tertentu, auksin dapat berfungsi secara efektif. Auksin dapat menghambat pertumbuhan sel akar sekaligus mendorong perkembangan sel induk dalam konsentrasi tinggi.

## (2) Sitokinin

Sitokinin adalah zat yang secara alami ada dalam sitoplasma dan merupakan bagian penting dari sejumlah RNA (sitokinin menyumbang 10% dari molekul RNA). Zat ini memiliki kemampuan untuk mempercepat pembelahan sel tumbuhan. Gottlieb

Haberland pertama kali mengidentifikasi sitokinin di Australia pada tahun 1914. Sitokinin adalah istilah yang digunakan oleh ahli fisiologi untuk menggambarkan zat yang merangsang pembelahan sel (sitokinesis). Sitokinin adalah zat yang memiliki struktur seperti adenin dan dapat mendorong pembelahan sel. Semua jenis sitokinin sering ditemukan dalam bentuk bebas atau sebagai nukleosida, seperti zeatinribosida, yang memiliki gugus ribosa yang terikat pada atom nitrogen pada posisi 9. Selain bakteri, RNA dari organisme prokariotik dan eukariotik, dan jamur (fungi), sitokinin juga dapat ditemukan pada spesies tumbuhan tingkat tinggi. Berbagai jenis tumbuhan tingkat tinggi serta jamur, bakteri, RNA prokariotik, dan eukariotik memiliki sitokinin. Sitokinin yang ditemukan pada bakteri dan jamur patogen berdampak pada bagaimana penyakit menyebar. Namun, sitokinin memainkan peran yang menguntungkan dalam interaksi mutualistik dengan tanaman dalam situasi ini daripada bertindak sebagai patogen. Misalnya, ketika mikoriza dan bintil akar terbentuk.

Fungsi hormon sitokinin dapat diuraikan sebagai berikut:

(a) Mendorong Pembelahan Sel (Sitokinesis) dan Diferensiasi Sel

Tujuan utama sitokinin adalah untuk mempromosikan pembelahan sel. Sitokinin bekerja sama dengan auksin untuk mempromosikan pembelahan sel. Skoog dan rekan-rekannya telah lama bekerja dengan sitokinin dan auksin. Mereka menemukan bahwa jika empulur batang dari tanaman dikotil, seperti kedelai, tembakau, dan lain-lain, telah dihapus dan dikultur secara aseptik pada media agar yang mengandung auksin dan nutrisi, kalus akan berkembang. Kalus adalah massa poliploid, sel tidak berdiferensiasi yang asimetris.

(b) Mengatur Dominansi Apikal

Sitokinin dan auksin bekerja sama secara antagonis (berlawanan) dalam proses modifikasi pertumbuhan tunas ketiak. Sitokinin yang berasal dari akar akan memasuki sistem tajuk untuk memberi sinyal aksila mulai membengkak. Oleh karena itu, interaksi antara sitokinin dan auksin merupakan faktor penting dalam mengatur jumlah tunas ketiak pada tanaman.

(c) Efek Anti Penuaan

Karimah *et al.*, 2013 menjelaskan mengenai manfaat dari hormon sitokinin sebagai berikut:

Dengan mengubah protein menjadi asam amino dengan bantuan enzim RNA-ase, DNA-ase, dan protease, tanaman menua. Aktivitas enzim ini menurun dengan adanya sitokinin, memperpanjang umur protein. Sitokinin memperlambat proses penuaan dengan mencegah degradasi protein dengan mempromosikan RNA dan sintesis protein dan memobilisasi nutrisi yang dekat dengan jaringan.

(d) Memacu Pembesaran Sel Pada Kotiledon

Biji dikotil membutuhkan kegelapan untuk berkecambah; namun, kotiledon yang muncul berukuran kecil dan berwarna kuning. Kotiledon mungkin tumbuh lebih cepat setelah terkena cahaya. bahkan ketika sebenarnya tidak ada cukup cahaya untuk berlangsungnya fotosintesis. Ini disebut sebagai efek fotomorfogenik, dan fitokrom dan sitokinin bertanggung jawab atas hal itu. Jika kotiledon diberikan sitokinin, laju pertumbuhannya akan meningkat dua hingga tiga kali lipat. Karena tidak ada kenaikan berat kering jaringan, ekspansi sel adalah hasil dari asupan air.

(e) Memacu Perkembangan Kloroplas dan Sintesis Klorofil

Daun muda atau kotiledon tanaman angiospermae yang telah tumbuh dalam kegelapan dapat digunakan untuk pengujian apakah sitokinin dapat merangsang pertumbuhan kloroplas dan sintesis klorofil. Tanaman tidak dapat mensintesis kloroplas (bahan penyusun klorofil) dalam gelap, mencegah perkembangan kloroplas. Pada tahap proplastid atau etioplast, perkembangan kloroplas akan terhenti. Karena karotenoid, tahap etioplast dibedakan dengan perubahan warna kuning.

Berbagai tindakan sitokinin dan faktor-faktor yang mempengaruhi cara kerjanya menunjukkan bahwa zat-zat ini memiliki metode aksi yang unik di berbagai jaringan. Efek utama pengobatan sitokinin biasanya diikuti oleh munculnya sejumlah efek sekunder. Keadaan fisiologis sel target sangat mempengaruhi konsekuensi primer dan selanjutnya dari aksi sitokinin. Sitokinin memiliki fungsi dalam produksi RNA dan enzim, seperti yang telah lama diketahui, tetapi jika sintesis protein dan/atau RNA dihambat, peran ini dapat terganggu. Selain itu, salah satu elemen yang mempengaruhi fungsi sitokinin adalah protein pengikat. Tidak semua protein pengikat memiliki afinitas yang kuat untuk sitokinin aktif dan memiliki ikatan spesifik dengan sitokinin.

### (3) Giberelin

Giberelin adalah salah satu hormon pertumbuhan kelompok fitohormon dan hadir di awal buah, batang, daun, kuncup bunga, dan bintil akar. Giberelin (juga dikenal sebagai asam giberat atau GA) adalah diterpenoid tetrasiklik dengan struktur ent-giberalen, juga dikenal sebagai ent-caurene. Kerangka giban dan gugus karboksil bebas membentuk struktur dasar giberelin. Hormon giberelin memiliki sejumlah karakteristik, termasuk bentuk kristal, kemudahan kelarutan dalam aseton, metanol, dan air, dan kelarutan parsial dalam etil asetat. Giberelin adalah hormon yang, bila digunakan bersama dengan sinar matahari, mempengaruhi bagaimana tanaman berkembang dan berkecambah. Giberelin memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim amilase, yang dapat berdampak pada

proses perkecambahan. Endosperm tumbuhan yang berfungsi sebagai suplai makanannya, mengandung senyawa pati yang harus dipecah oleh enzim amilase. Reorganisasi cadangan makanan ini menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh benih untuk berkecambah.

Fungsi hormon sitokinin dapat diuraikan sebagai berikut:

(a) Meningkatkan Tinggi Tanaman

Giberelin dapat mempercepat pembelahan dan pertumbuhan sel, yang menyebabkan batang tanaman membesar dan jumlah ruasnya bertambah. Giberelin menyebabkan respons utama tanaman berupa peningkatan panjang batang. Namun, hormon giberelin tidak memiliki efek tunggal pada pembelahan sel dan ekspansi sel. Selain itu, hormon auksin dapat meningkatkan pembelahan dan perkembangan sel. Berlawanan dengan hormon auksin, yang bekerja lebih baik bila diberikan ke organ tanaman individu seperti steak pucuk, steak akar, dan sebagainya, hormon sitokinin bekerja lebih baik bila diterapkan ke seluruh tanaman.

(b) Pembungaan

Proses pembungaan akan terhambat oleh konsentrasi giberelin yang tinggi, sedangkan konsentrasi giberelin yang rendah akan mengakibatkan pembungaan. Namun, tidak semua spesies tanaman termasuk dalam kategori ini. GA3 endogen dari dalam kuncup bunga dapat meningkatkan pembungaan bunga. GA3 adalah sejenis hormon giberelin yang membantu pertumbuhan buah selama berbunga dan dapat merangsang perkecambahan.

(c) Partenokarpi (Buah Tanpa Biji)

Giberelin memiliki efek yang mirip dengan auksin pada perkembangan buah tanpa biji (parthenocarpy). Buah yang berkembang tanpa penyerbukan dan/atau pembuahan disebut partenokarpi. Kapasitas giberelin untuk mendorong pembuahan tanpa pembungaan berarti dapat mendorong pertumbuhan buah partenokarpik. GA3 adalah salah satu jenis hormon giberelin yang bekerja dengan baik untuk partenokarpi. Selain itu, GA3 dapat meningkatkan tanda buah. Namun, ada sejumlah kelemahan pada buah parthenocarp yang diinduksi GA3, salah satunya adalah ukurannya yang kecil..

(d) Mengundurkan Pematangan dan Pemasakan

Giberelin memiliki kekuatan untuk mencegah pematangan (repening) dan pematangan (maturation) pada buah, dengan tomat dan pisang menjadi dua contoh penggunaannya. Menurut penelitian, pisang matang yang diberi giberelin lebih matang daripada tomat, yang matang lebih lambat bila diberi hormon.

## (e) Memecah Masa Dormansi

Ketersediaan makanan yang ada dalam endosperma memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan embrio selama perkecambahan. Endosperm menyimpan pati di dalam lapisan aleuron sebagai sumber makanan. Konversi enzimatik pati menjadi gula oleh enzim amilase menyediakan energi yang dibutuhkan oleh embrio selama perkecambahan. Energi diperlukan selama perkembangan embrio untuk kulit biji atau kulit buah yang mencegah perkecambahan dan perluasan biji selama proses perkecambahan, serta untuk membantu radikula memecah endosperma. Giberelin memainkan peran penting dalam meningkatkan tingkat aktivitas enzim amilase. Giberelin akan ditransfer ke aleuron melalui prosedur untuk meningkatkan produksi amilase dan enzim hidrolitik lainnya. Untuk konversi pati menjadi gula, enzim ini akan disekresikan ke dalam endosperma. Kulit biji juga lebih permeabel terhadap udara dan air jika ada giberelin.

**(4) Asam Absisat**

Efek asam absisat pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat nyata. Bersama dengan PGR antagonis lainnya, asam absisat berfungsi. Misalnya, asam absisat menghalangi kemampuan IAA untuk meningkatkan pembengkakan *Avena sp.* Efek asam absisat dapat dibalik dengan pemberian IAA tambahan. Asam absisat sering disebut sebagai hormon stres. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa ketika tanaman mengalami stres atau rawan stres. misalnya, ketika tidak ada cukup udara, suhu yang terlalu tinggi, tanah yang terlalu tinggi, asam absisat akan terbentuk dalam jumlah yang signifikan. Tanaman dapat menangani keadaan ini berkat asam absisat.

Fungsi hormon etilen dapat diuraikan sebagai berikut:

## (a) Dormansi Biji

Asam absisat memiliki peran penting dalam mendorong dormansi benih. Ketika benih tidak aktif, mereka tidak tumbuh secara aktif dan proses fisiologisnya berhenti sejenak. Agar benih terhindar dari perkecambahan pada waktu yang tidak diinginkan, dormansi sangat penting, terutama untuk tanaman dwi musim.

## (b) Proses Pengguguran (Absisi)

Asam absisat pada tumbuhan inilah yang menyebabkan daun dan buah rontok (absisi). Jika asam absisat efektif pada tanaman, aktivitas sel secara otomatis akan menurun dan mungkin berhenti. Pergerakan nutrisi ke berbagai bagian tubuh tanaman, termasuk daun, akan berhenti menjadi salah satu fungsi sel. Daun yang kekurangan nutrisi akan mengering dan akhirnya rontok. Kekeringan menunjukkan bahwa ada lebih banyak penguapan daripada aliran udara masuk.

(c) **Regulasi Stomata**

Asam absisat memberikan pengaruh yang signifikan pada pembukaan dan penutupan stomata. Turgor dan stomata akan tertutup akibat kemampuan asam absisat untuk menurunkan tekanan osmotik di dalam sel. Untuk mencapai transpirasi cairan yang akan terjadi, stomata akan menutup sesuai dengan lama waktu yang dibutuhkan tanaman untuk mencerna asam absisat.

(d) **Mempengaruhi Perkembangan Embrio pada Biji**

Proses perkembangan embrio dibagi menjadi tiga tahap utama: mitosis dan diferensiasi sel, perkembangan sel dan akumulasi cadangan makanan, dan pematangan, di mana biji menjadi kering dan tidak aktif. Ternyata embrio yang dimasak sebagian masih bisa tumbuh dan berkembang menjadi kecambah ketika dikembangkan secara *in vitro*.

(e) Mempengaruhi pembungaan tanaman.

(f) Menghambat pembelahan sel pada kambium pembuluh

**(5) Etilen**

Etilen adalah bahan kimia yang dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna zat yang mengandung banyak karbon, seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi. Gejala tanaman yang terkena dampak pembakaran gas, yang diduga etilen, antara lain daun gugur, daun keriting, kehilangan warna bunga, pembengkakan batang, dan terhambatnya perpanjangan dan pertumbuhan akar. Metabolisme tanaman selama tahap pertumbuhan dan perkembangannya akan menghasilkan etilen, hal itu ditunjukkan dalam penyelidikan selanjutnya.

Fungsi hormon etilen dapat diuraikan sebagai berikut:

(a) **Merangsang Proses Pematangan Buah**

Jeruk, pisang, tomat, dan buah-buahan berdaging lainnya dapat menghasilkan lebih banyak protein jika diberi etilen. Pematangan buah dapat dipercepat dengan adanya gas etilen yang dikombinasikan dengan penyimpanan buah anaerob. Pematangan buah merupakan salah satu versi dari proses penuaan pada tanaman. Pematangan buah meliputi perubahan permeabilitas dinding sel yang menurun, pengubahan pati menjadi gula dan asam amino organik, disintegrasi membran sel sehingga sel menjadi kering dan kehilangan banyak cairan, dan lain-lain. proses. Gas etilen akan meresap ke dalam ruang antar sel atau melalui media udara untuk mendorong pematangan buah.

(b) **Merangsang Absisi**

Setiap musim gugur, perubahan warna daun menandakan dimulainya gugurnya

daun. Biasanya, daun akan mengering dan rontok setelah terjadi perubahan warna. Aborsi adalah bentuk lain dari penuaan selain pematangan. Terhentinya sintesis pigmen klorofil pada daun inilah yang mengakibatkan hilangnya warna pada daun. Kemampuan etilen untuk mengubah warna kurang dipahami dengan baik dibandingkan dengan kemampuannya untuk menyebabkan gugurnya daun, yang membingungkan dan mengkhawatirkan. Pemisahan pangkal tangkai daun dari batang menandakan awal gugurnya daun. Daerah absisi adalah daerah yang berbeda. Karena tidak ada serat yang mengelilingi jaringan, sel parenkim kecil memiliki dinding sel yang rapuh dan tipis.

(c) Mendukung Epinasti

Epinasty adalah pembengkokan tangkai daun ke bawah sehingga ujung daun juga menekuk ke bawah menuju tanah. Tanaman yang berada di bawah tekanan dapat menghasilkan lebih banyak etilen dan mengembangkan epinasty.

(d) Menjadi Penghambat (Inhibitor)

Pada beberapa jenis tumbuhan, proses pemanjangan akar dan batang. Pematangan koleoptil, mesokotil, dan batang pada beberapa tanaman, seperti padi dan *Collettriche* sp., umumnya diinduksi oleh etilen.

(e) Menstimulasi pertumbuhan secara isodiametrical dibanding pertumbuhan secara longitudinal.

(f) Mendukung terbentuknya akar adventif dan bulu-bulu akar

(g) Mendukung pembungaan, termasuk pembungaan bunga pada persilangan anggrek dan pembungaan pada nanas.

### c. Peranan Pupuk

Dalam melakukan upaya budidaya tanaman hias, salah satu tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman adalah pemberian pupuk dan teknik penanaman yang tepat. Nutrisi untuk tanaman, atau sebagai alternatif, lebih banyak makanan, adalah pupuk. Salah satu keunggulan pupuk bagi tanaman adalah dapat meningkatkan dan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya, meningkatkan dan mempercepat produksi tanaman, serta meningkatkan kesuburan tanaman yang kita tanam sehingga lebih tahan terhadap berbagai jenis tanaman. hama dan penyakit. Effendi (2004) mengatakan, “Salah satu strategi utama untuk meningkatkan output adalah pemupukan, yang masih dipandang sebagai elemen penentu dalam output pertanian saat ini. Dimungkinkan untuk mencapai keseimbangan nutrisi penting yang dibutuhkan tanaman dengan pemupukan yang memadai.” Nuraini dan Nanag (2003)

mengatakan, “Salah satu teknik untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah adalah dengan pemberian pupuk organik. Pupuk organik yang tersusun dari bahan organik dapat berfungsi sebagai penyangga dengan menahan kelembaban tanah. Sifat bahan baku dan tingkat dekomposisi menentukan kualitas pupuk organik.”.

## **2. Pertumbuhan Tanaman**

### **a. Definisi Pertumbuhan Tanaman**

Bagi tumbuhan, perkembangan ditandai dengan proses pertumbuhan. Karena sel tumbuh lebih besar dan berkembang biak, tanaman bisa tumbuh besar. Pertumbuhan pada tanaman dapat ditunjukkan dengan adanya pertambahan ukuran pada tanaman seperti tinggi batang, ukuran diameter pada batang tanaman, bertambahnya jumlah daun, lebar daun, panjang daun, dan untuk beberapa tanaman dapat ditunjukkan dengan adanya bunga.

### **b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman**

Variabel dalam tanaman itu sendiri (genetik), juga disebut sebagai pengaruh internal dan faktor eksternal, mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Status benih, jenis hormon tumbuhan yang berbeda, dan unsur-unsur lain merupakan contoh faktor genetik yang terdapat dalam tubuh tumbuhan. Iklim (suhu, kelembaban, curah hujan, angin, dll.), elemen yang diperlukan (air, sinar matahari, nutrisi), dan faktor pengganggu (hama, penyakit, dll.) adalah contoh variabel eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Melalui rekayasa genetika, orang dapat memodifikasi faktor genetik. Sedangkan pengaruh lingkungan dapat diatasi dengan berbagai intervensi yang ditujukan untuk menguntungkan tanaman. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh lingkungannya. Meskipun tanaman dalam kondisi baik (berkat faktor genetik yang menguntungkan), pertumbuhannya akan terhambat jika kondisi lingkungan tidak memenuhi kebutuhannya.

### **c. Hubungan Faktor Klimatik Terhadap Tanaman**

Faktor klimatik yaitu faktor iklim yang berpengaruh terhadap persebaran tumbuhan. Keadaan iklim yang terjadi pada suatu daerah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang menyebabkan naik turunnya produktivitas pada tanaman. Bareja (2011) mengatakan, “Kondisi cuaca seperti suhu, sinar matahari, kelembaban, angin, dan curah hujan adalah kondisi iklim.”. Pada penelitian ini, faktor klimatik yang diukur adalah intensitas cahaya, kelembapan tanah, kelembapan pH tanah, kelembapan udara, dan suhu lingkungan.

### 1) **Intensitas Cahaya**

Di planet ini, terdapat berbagai jenis makhluk hidup, dan salah satunya adalah pertumbuhan tanaman. Energi yang diterima oleh tanaman per satuan luas dan per satuan waktu (kal/cm/hari) disebut intensitas cahaya. tingkat cahaya matahari yang dibutuhkan tanaman untuk melakukan fotosintesis. Tumbuhan menghasilkan makanan melalui proses yang dikenal sebagai fotosintesis. tingkat cahaya matahari yang dibutuhkan tanaman untuk melakukan fotosintesis. Tumbuhan menghasilkan makanan melalui proses yang dikenal sebagai fotosintesis. Suci (2018) mengatakan, “Perbedaan fisik daun, batang, dan lebar daun menunjukkan bahwa intensitas sinar matahari berpengaruh terhadap morfologi tanaman yang memurnikan.” Jumlah daun dan diameter batang keduanya dapat meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya.

### 2) **Kelembaban Tanah**

Kelembaban dibutuhkan oleh tanaman agar tubuhnya tidak cepat kering karena penguapan. Suyono dan Sudarmadi (1997) mengatakan, “Jumlah air yang ditahan di dalam pori-pori tanah dikenal sebagai kelembaban tanah. Karena perkolasi, transpirasi, dan penguapan permukaan tanah, kelembaban tanah cukup bervariasi.”. Arnold (1999) mengatakan, “Kelembaban tanah merupakan faktor penting dalam kemampuan pemerintah untuk mempelajari informasi tentang potensi limpasan dan pengendalian banjir, kegagalan erosi tanah dan lereng, pengelolaan sumber daya air, geoteknik, dan kualitas udara.”.

### 3) **Kelembaban pH Tanah**

PH tanah, atau lebih tepatnya pH tanah, adalah karena larutan tanah mengandung nutrisi seperti nitrogen (N), kalium/kalium (K), dan fosfor (P), yang dibutuhkan tanaman dalam konsentrasi tertentu untuk tumbuh, berkembang, dan melawan penyakit. PH larutan tanah sangat penting. Pertumbuhan vegetatif tanaman dipengaruhi oleh pH tanah (pH adalah ukuran ketersediaan). Pengukuran dan pendeteksian pH sangat penting karena memungkinkan kita untuk mengambil tindakan. Menetralisir tanah diperlukan untuk menciptakan tanah yang sehat yang dapat menyerap pupuk secara efektif. Kombinasi bahan penetral, termasuk dolomit dan kapur lainnya, dapat digunakan untuk netralisasi. Mayoritas tanah Indonesia memiliki pH 5,5 hingga 6, atau bersifat asam. Netralisasi tanah dilakukan dengan cara menaikkan pH tanah hingga pH 7 yaitu pH netral. Namun, pH 7 atau netral tidak selalu merupakan lingkungan terbaik; beberapa tanaman tumbuh subur di tanah yang sedikit asam atau sedikit basa.

#### 4) Kelembapan Udara

Jumlah uap air di udara disebut sebagai kelembaban. Dalam hal kelembaban absolut, kelembaban spesifik, atau kelembaban relatif, kuantitas konsentrasi ini dapat dinyatakan. Higrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban. Jumlah uap air di udara diukur dengan istilah "kelembaban". Elemen kunci dalam pertumbuhan tanaman adalah kelembaban udara. Setiap jenis tanaman memiliki tingkat kelembapan udara yang berbeda-beda.

#### 5) Suhu Lingkungan

Lakitan (1997) mengatakan, "Besarnya radiasi matahari yang diserap oleh permukaan tanah akan berdampak pada suhu tanah. Suhu tanah siang hari dan malam hari sangat berbeda satu sama lain. Pada siang hari, ketika permukaan tanah dipanaskan oleh matahari, udara di dekat permukaan tanah mencapai suhu tinggi, sedangkan pada malam hari suhu tanah turun. Lubis (2007) mengatakan, "Peningkatan suhu tanah berdampak pada penyerapan air. Penurunan suhu tanah yang cepat dapat menyebabkan tanaman menjadi layu karena akar dapat menyerap lebih sedikit air pada suhu yang lebih dingin. Perubahan suhu tanah dipengaruhi oleh kedalaman tanah.

#### d. Peran Pupuk Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Secara umum, pupuk berfungsi sebagai pemasok nutrisi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan meningkatkan struktur tanah. Pupuk yang ditambahkan pada media tanam akan meningkatkan kesuburan dan kadar hara. Hilangnya unsur hara dari tanah akan terjadi sebagai akibat dari kegiatan pertanian yang sedang berlangsung. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemupukan untuk mengembalikan ketersediaan unsur hara pada media tanam.

### 3. Tanaman Hias

#### a. Definisi Tanaman Hias

Prihmantoro (1997), menjelaskan mengenai defisini tanaman hias sebagai berikut:

Tanaman yang ditanam terutama untuk tujuan hias dikenal sebagai tanaman hias. Pada umumnya, bila sesuatu ditanam di pekarangan rumah atau taman umum, diasumsikan tidak terlalu besar dan rimbun karena memang ada. Secara umum tanaman hias bunga dan tanaman hias daun dapat digunakan untuk mengkategorikan tanaman hias. Tanaman hias bunga merupakan tanaman hias yang memiliki komponen bunga yang eye catching. Tanaman daun yang menarik merupakan tanaman hias daun. Perlu diketahui bahwa organ daun dalam hal ini terdiri dari pelepah, tangkai, dan helaian; akibatnya, tanaman dengan pelepah yang menarik diinginkan.

## **b. Karakteristik**

Berlawanan dengan sayuran atau buah-buahan, tanaman hias adalah tanaman hortikultura yang ditanam untuk nilai estetika daripada untuk makanan. Bunga, daun, atau batang tanaman hias itulah yang membuatnya cantik. Selain itu, tanaman hias memiliki warna yang menyenangkan, bentuk yang indah, dan aroma yang menggoda.

## **c. Klasifikasi**

Palungkun (2002) mengatakan, “Tanaman hias dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan besar berdasarkan jenisnya.”. Klasifikasi tanaman hias dapat diuraikan sebagai berikut:

### **1) Tanaman Hias Bunga**

Tanaman yang digunakan sebagai penghias bunga adalah tanaman yang daya tarik atau nilai estesisnya berasal dari bunganya. Berdasarkan daya tarik warnanya yang semarak, bentuk bunga yang indah dan memikat, aroma yang harum, dan ukurannya yang unik, daya tarik ini dapat diapresiasi.

### **2) Tanaman Hias Daun**

Tanaman yang memiliki daun sebagai ciri utama keindahan atau daya tariknya dikenal sebagai tanaman hias daun. Daya pikat ini terlihat pada komposisi daun dengan batang yang indah, keadaan daun, warna yang menarik, dan bentuk serta keadaannya.

### **3) Tanaman Hias Batang**

Batang tanaman hias batang sama indahnyanya dengan bunga dan daunnya. Tanaman yang memiliki batang hias mengandalkan keindahan pemanjangan batang; keindahan batang dapat dilihat dari bentuk atau warna tanamannya.

## **4. Tanaman Hias Krokot (*Portulaca grandiflora*)**

### **a. Definisi**

*Portulaca grandiflora*) adalah tanaman hias yang tergolong familiPortulasaceae yang berasal dari Amerika Serikat. Karena biasanya mekar sekitar pukul sembilan pagi, tanaman ini juga dikenal sebagai bunga pukul sembilan. Kata *portulaca*, yang berarti "gerbang" dan mengacu pada pembukaan seperti gerbang kapsul biji, dan *grandiflor*, yang berarti "bunga besar," membentuk nama ilmiahnya. Bunga dari tanaman sukulen portulaca, yang menyukai sinar matahari, terbuka pada malam hari atau pada hari berawan. *Portulaca grandiflora* merupakan tanaman semusim yang berbatang basah. Dalimartha (2009) mengatakan, “Di alam liar, krokot adalah tanaman yang dapat tumbuh di tanah berpasir dan lempung. Krokot ini memiliki kemampuan adaptasi lingkungan yang tinggi dan dapat tumbuh tanpa adanya air.”.

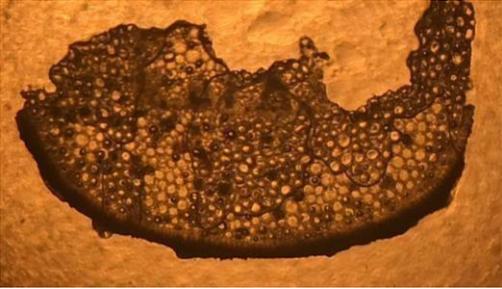
### b. Morfologi Krokot (*Portulaca grandiflora*)

Rahardjo (2007) mengatakan, “Bagian tanaman krokot yang berdiri, yang memiliki banyak udara di dalamnya dan tumbuh tegak atau di atas tanah tanpa akar, adalah herba. Batang bulat tidak berbulu berwarna coklat keunguan dan panjang maksimal 50 cm..”. Krokot hanya memiliki satu daun, berbentuk silinder, berdaging tebal, dan berair. Ukuran daun berkisar antara 1 hingga 3,5 cm. Di ujung batang, ada pengelompokan dua hingga delapan bunga. Di pagi hari, bunga ini mekar, dan di sore hari, layu. Bunganya datang dalam berbagai warna, termasuk merah, putih, oranye, dan kuning. Bunga ini sering disebut sebagai "bunga pukul sembilan" karena mekar pada pukul sembilan pagi. Tanaman tahunan ini memiliki batang lembab yang tumbuh tegak atau sebagian di permukaan tanah dan dapat mencapai ketinggian 15 cm sampai 30 cm. Batangnya sering bercabang dari pangkal. Tanaman yang tumbuh dari dataran rendah hingga 1.400 meter di atas permukaan laut ini dipelihara sebagai pembatas di kebun. Krokot hias cocok ditanam di daerah gersang atau daerah yang sedikit curah hujannya karena minim perawatan dan membutuhkan sedikit air. Mayoritas perkembangbiakan adalah vegetatif karena mekar jarang berkembang menjadi buah atau biji. Beberapa kultivar menghasilkan biji, dan persilangan dengan biji tersebut menghasilkan pengembangan kultivar baru.

Tabel 2.1  
Morfologi *Portulca grandiflora*

<b>Morfologi <i>Portulaca grandiflora</i></b>			
			
<p>Gambar 2.1 Morfologi <i>Portulaca grandiflora</i> (Sumber gambar: dokumentasi pribadi). Keterangan gambar:</p>	<p>Gambar 2.2 Akar (Sumber gambar: dokumentasi pribadi)</p>	<p>Gambar 2.3 Batang (Sumber gambar: dokumentasi pribadi)</p>	<p>Gambar 2.4 Daun (Sumber gambar: dokumentasi pribadi)</p>

Tabel 2.2 Anatomi  
*Portulaca grandiflora*

<b>Anatomi <i>Portulaca grandiflora</i></b>	
 <p>Gambar 2.5 Anatomi Batang (Sumber Gambar: dokumentasi pribadi)</p>	 <p>Gambar 2.6 Anatomi Daun (Sumber Gambar: dokumentasi pribadi)</p>

### c. Hierarki Takson Tanaman Krokot (*Portulaca grandiflora*)

Dalimartha (2009) mengatakan, “Krokot ini memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisi	: Magnoliophyta
Sub divisi	: Magnolopsida
Bangsa	: Caryophyllales
Suku	: Portulacaceae
Marga	: <i>Portulaca</i>
Jenis	: <i>Portulaca grandiflora</i> .”

### d. Manfaat

Selawa *et al.* (2013) mengatakan, “Antioksidan adalah zat yang dapat memerangi radikal bebas, yang dapat memiliki efek berbahaya jika jumlahnya berlebihan.”. Werdhasari (2014) mengatakan, “Selain itu, antioksidan membantu mencegah stres oksidatif, yang merupakan faktor utama dalam etiologi berbagai penyakit degeneratif dan proses penuaan.”. Metabolisme tubuh, makanan yang terkontaminasi, sinar matahari, dan polusi udara adalah sumber radikal bebas. Tanaman krokot merupakan salah satu tanaman obat yang berpotensi sebagai antioksidan. Zhou *et al.* (2015) mengatakan, “Sterol, karotenoid, flavonoid, asam polifenol, polisakarida, dan zat pereduksi adalah beberapa fitokimia yang ditemukan dalam ramuan krokot. Krokot memiliki banyak sekali manfaat, krokot dapat dijadikan sebagai tanaman alternatif obat karena krokot memiliki kandungan yang baik untuk tubuh yang dapat menyembuhkan sakit tenggorokan, ruam pada kulit, dan gangguan pencernaan. Selain itu krokot juga bisa digunakan untuk tanaman hias karena

keindahan bunganya.

## **e. Cara Budidaya**

### **1) Penanaman**

Bibit krokot dapat ditanam pada media tanah yang gembur atau humus dan tidak terlalu basah, caranya adalah melubangi tanah sedalam dua cm lalu masukan dan timbun kembali dengan tanah. Setelah penanaman selesai dilakukan, lakukan penyiraman secara rutin.

### **2) Pemupukan**

Pemberian pupuk yang seimbang pada tanaman krokot dapat membantu mendorong pertumbuhan yang sehat dan menjadi berbunga yang melimpah. Pada penelitian ini, pemberian pupuk cair pada krokot dilakukan satu kali dalam satu minggu dengan pupuk cair jenis A, jenis B, dan jenis C sesuai dengan perlakuan pada desain penelitian.

### **3) Pengendalian Hama**

Meskipun penyakit sangat jarang menyerang tanaman krokot, bakteri dan jamur patogen dapat membunuh tanaman. Jika Anda melihat tanda-tanda tanaman layu bahkan setelah disiram, disarankan untuk menyiraminya dengan fungisida untuk mencegahnya.

### **4) Pemeliharaan**

Pemeliharaan krokot dapat dimulai dengan melakukan penyiraman, baiknya krokot disiram tiap tiga hari sekali lalu diberi pupuk cair. Buang daun yang jatuh dan singkirkan gulma liar untuk mencegah hama.

### **5) Pengendalian Faktor Klimatik dalam Upaya Budidaya Krokot**

Rahadjo (2007) menjelaskan mengenai faktor klimatik pada tanaman krokot sebagai berikut:

Krokot dapat tumbuh subur baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, pada tanah gembur dengan pH 5,5-6, curah hujan 200 mm per bulan, dan cuaca kering 2 hingga 4 bulan setiap tahun. Tetapi bahkan di lahan marginal, tanaman ini dapat tumbuh subur di semua jenis tanah. Krokot menyukai tanah-tanah yang cenderung basah.

## B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3  
Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Yessy Vetty Andirani L. Tobing (2016)	Efektifitas Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Serapan Serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi ( <i>Brassica juncea</i> L.)	Rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang	Penelitian ini menggunakan analisis ragam, uji duncan pada taraf 5%, dan uji korelasi.	Aplikasi pupuk organik cair berpotensi meningkatkan kualitas tanah. Saat menerapkan pupuk organik cair, urin sapi harus diterapkan setiap dua hari sekali untuk mencapai hasil terbaik.. Pertumbuhan tanaman sawi paling baik direspon dengan penggunaan pupuk organik. Pupuk organik terbaik ditemukan ketika urin sapi organik cair digunakan sebagai pupuk.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penelitian menggunakan analisis ragam taraf 5%</li> <li>2. Menggunakan beberapa jenis pupuk cair;</li> <li>3. Menguji efektifitas pupuk cair yang digunakan.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanaman yang diteliti pada penelitian ini adalah sawi</li> </ol>

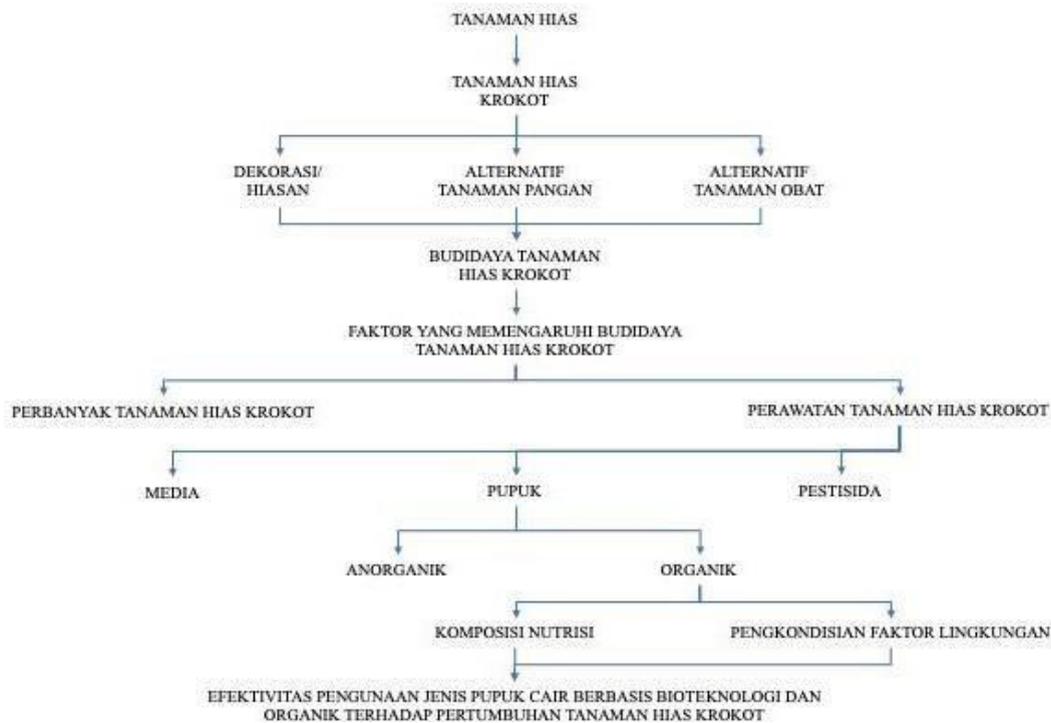
2.	Nurhaeni Sanda dan Netty Syam (2018)	Efektifitas Penggunaan Pupuk Cair Kascing dan Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat ( <i>Lycopersicum esculumantum</i> Mill)		Penelitian ini menggunakan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan analisis data dilakukan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA).		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melakukan percobaan acak kelompok;</li> <li>2. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA);</li> </ol>	
3.	Atika Okta Melisa (2019)	Efek Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Daun Planet Anggrek ( <i>Vanda limbata</i> x <i>Vanda tricolor</i> ) <i>In Vitro</i>	Laboratorium Bioteknologi Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta	Menggunakan metode eksperimen dengan rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Berdasarkan hasil analisis statistik, diketahui bahwa aplikasi berbagai zat pengatur yang berbeda terhadap	Pemberian pupuk cair berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun pada planlet anggrek. <i>Vanda tricolor</i> Lindl x <i>Vanda limbata</i> Blume	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman;</li> <li>2. Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA dan dilanjut DMRT</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada penelitian terdahulu tanaman yang dipakai adalah tanaman anggrek;</li> <li>2. Jenis pupuk cair yang digunakan berbeda;</li> <li>3. Parameter yang diukur pada penelitian</li> </ol>

				<p>daya kecambah, tinggi bibit umur 30 HST, 37 HST, 44 HST, namun tidak memberikan pengaruh terhadap bobot kering kecambah, bobot basah kecambah jumlah daun umur 44 HST</p>		<p>taraf signifikan 5%;</p>	<p>terdahulu adalah panjang daun, jumlah daun, warna daun, dan morfologi daun. Sedangkan parameter yang diukur pada penelitian ini adalah panjang akar, tinggi batang, jumlah daun.</p>
4.	I Putu Agus Hendra Wibawa dan I Nyoman Lugrayasa (2020)	Pengaruh Jenis Pupuk Cair dan Cara Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Stek Daun <i>Begonia globra</i> Aubl.	Rumah kaca Unit Pembibitan, Kebun Raya “Eka Karya”	<p>Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok dan hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varians <math>\alpha = 5\%</math> dilakukan dengan program SAS/STAT Versi 9.0.</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan POC/R dapat mempercepat tumbuhnya tunas, lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lain. Tunas tercepat muncul pertama kali pada minggu keempat setelah perlakuan, sedangkan tunas yang paling lambat muncul pada minggu ketigabelas setelah perlakuan yang menggunakan</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penelitian dilakukan menggunakan rancang acak kelompok;</li> <li>2. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk cair yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penelitian ini hanya berfokus pada pertumbuhan daun;</li> <li>2. Tanaman yang diteliti adalah tanaman <i>Begonia globra</i>;</li> <li>3. Jenis pupuk cair organik yang diteliti berbeda.</li> </ol>

					pupuk menunjukkan tumbuhnya tunas lebih cepat dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan.		
5.	Dwi Zulfita dan Agus Hariyanti (2020)	Efektifitas Berbagai Jenis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Aglonema “ <i>Dud Anjamani</i> ”	Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Kota Pontianak.	Penelitian ini menggunakan rancang acak lengkap lalu data hasil analisis diuji menggunakan analisis ragam dan uji lanjutan dengan uji jarak berganda duncan 5%	Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai jenis pupuk organik cair berpengaruh nyata terhadap pertambahan luas daun, pertambahan panjang daun dan pertambahan lebar daun namun berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penelitian dilakukan dengan uji analisis ragam;</li> <li>2. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk cair yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanaman yang diteliti adalah tanaman hias begonia;</li> <li>2. Jenis pupuk cair yang dipakai berbeda;</li> <li>3. Parameter yang diukur adalah pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, pertambahan luas daun, pertambahan panjang daun, dan pertambahan lebar daun. Sedangkan parameter yang diukur adalah pertumbuhan akar, tinggi</li> </ol>

							batang, dan jumlah daun.
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------

### C. Kerangka Pemikiran



Gambar 2.1  
Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, tanaman hias adalah tumbuhan yang sengaja ditanam untuk memnuhi kebutuhan estetika tanaman hias juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif tanaman pangan dan tanaman obat untuk menyembuhkan penyakit tertentu. Tanaman hias terutama tanaman hias krokot banyak dibudidaya oleh masyarakat karena keindahan bunganya. Dalam membudidaya tanaman hias krokot, perawatan tanaman hias krokot perlu diperhatikan terutama dalam pemberian nutrisi yang berfungsi untuk mendorong tanaman hias krokot tumbuh dengan lebih baik. Dalam penelitian ini pemberian nutrisi yang digunakan adalah pupuk cair berbasis bioteknologi dan organik yang memiliki tiga jenis pupuk cair yaitu pupuk cair jenis A, pupuk cair jenis B, dan pupuk cair jenis C. Selain pemberian nutrisi, faktor lingkungan atau faktor klimatik berpengaruh terhadap hasil pertumbuhan. Oleh karena itu, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pupuk cair organik berbasis bioteknologi dan organik manakah yang efektif untuk pertumbuhan tanaman hias krokot.

## **D. Asumsi dan Hipotesis**

Asumsi adalah pernyataan yang dapat diuji kebenarannya secara empiris berdasarkan pada penemuan, pengamatan, dan percobaan dalam penelitian yang dilakukan sebelumnya sedangkan hipotesis penelitian adalah dugaan sementara dari masalah suatu penelitian. Asumsi dan hipotesis dalam penelitian ini adalah:

### **1. Asumsi**

Dalam melakukan upaya budidaya tanaman hias, salah satu tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman adalah pemberian pupuk dan teknik penanaman yang tepat. Sebuah nutrisi untuk tanaman, atau sebagai alternatif, makanan tambahan, adalah pupuk. Salah satu keunggulan pupuk bagi tanaman adalah dapat meningkatkan dan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya, meningkatkan dan mempercepat produksi tanaman, serta meningkatkan kesuburan tanaman yang kita tanam sehingga lebih tahan terhadap berbagai jenis tanaman. hama dan penyakit. Penelitian ini menggunakan pupuk cair jenis A, jenis B, dan jenis C dengan fungsi yang berbeda-beda. Dari pernyataan tersebut maka dapat diasumsikan bahwa pupuk cair yang dipakai dalam penelitian ini dapat membantu tanaman hias krokot (*Portulaca grandiflora*) untuk tumbuh dengan lebih baik.

### **2. Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi, maka hipotesis penelitian ini, antara lain:

- a.  $H_0$  = Tidak terdapat pengaruh pemberian pupuk cair terhadap tanaman hias;
- b.  $H_a$  = Terdapat pengaruh pemberian pupuk cair pada pertumbuhan tanaman hias