

BAB II

TINJAUAN TEORI PUPUK HAYATI, BIOURINE DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY

A. Pupuk Hayati

Pupuk merupakan bahan-bahan yang telah ditambahkan pada media tanam dengan tujuan meningkatkan unsur hara tanah supaya tanaman yang ditanam dapat memiliki pertumbuhan yang baik (Wahyuni, 2019, hlm. 9).

Pupuk memiliki peran yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, karena pupuk mengandung zat hara yang potensial bagi tanaman, adapun manfaat pupuk menurut (Wahyuni, 2019, hlm.10) yaitu: a) Meningkatkan pertumbuhan vegetatif, vegetatif yang dimaksud yaitu bertambahnya jumlah dan ukuran daun serta membesarkan batang; b) Meningkatkan aktivitas enzim, contohnya unsur K untuk sintesa minyak dan kematangan buah; c) Meningkatkan pembungaan dan pembuahan; d) Meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan; e) Meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit

Simungkalit, dkk., 2006, hlm. 2 mengatakan bahwa “pupuk organik di definisikan sebagai inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menghambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman”.

Menurut Kalay, 2019, hlm. 131 Mengatakan bahwa Pupuk hayati (Biofertilizer) adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme yang keberadaannya bisa tunggal atau berupa gabungan beberapa jenis yang disebut dengan konsorsium. Rendahnya tingkat kesuburan tanah dan adanya penyakit yang menyerang tanaman dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan organik dan pupuk hayati

1. Pupuk Organik

Bahan organik tanah biasanya berasal dari jaringan tumbuhan. Residu tanaman mengandung 60-90% air dan bahan kering sisanya mengandung hidrogen (H), karbon (C), oksigen, dan sejumlah belerang (S), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium . (ca) dan magnesium (Mg). unsur hara ini sangat

penting dalam meningkatkan kesuburan tanah meskipun dalam jumlah yang sedikit (Bot dan Benites 2005 dalam Hartatik, 2015, hlm.108)

Pupuk organik dapat diolah dari berbagai macam bahan, antara lain limbah pertanian ketel uap, tongkol jagung,(jerami, bal alang-alang, tempurung kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, sisa limbah pasar, sisa limbah rumah tangga, dan pabrik, serta tanaman penutup tanah. . Karena bahan dasar yang digunakan untuk membuat pupuk organik bermacam-macam, maka kualitas pupuk yang dihasilkan bervariasi sebagaimana dari bahan baku dan proses produksinya (Hartatik, 2015, hlm.108)

Pupuk organik memiliki manfaat untuk penyubur tanaman dan untuk mengembalikan kualitas lahan atau tanah seperti pada bekas lahan penggalian tambang. Penggunaan pupuk organik dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kelangkaan pupuk kimia. Berbeda dengan pupuk kimia yang biasanya hanya memiliki unsur hara tunggal seperti pupuk Za, pupuk urea dan unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik relatif lebih lengkap (Anggraeni,2018, hlm. 31).

2. Jenis pupuk Organik

Berdasarkan bentuknya pupuk organik terbagi menjadi dua jenis yaitu pupuk organik cair dan pupuk organik padat.

a. Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat merupakan pupuk yang terdiri dari materi makhluk hidup misalnya pada pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan dan manusia (Fasyah, 2022, hlm.6). Sumber bahan organik dapat berupa kompos,limbah kota (sampah), tongkol jagung, sisa panen jerami, brangkasan,, bagas tebu dan sabut kelapa, limbah ternak dan (Hartatik,2015 dalam Fasyah, 2022, hlm. 6).

Pada dasarnya kelebihan dari pupuk organik padat selain dapat menyediakan unsur hara untuk tanaman juga dapat membantu memperbaiki sifat tanah, baik secara fisik, kimi maupun biologi. Pupuk organik padat biasanya dicampurkan langsung ke tanah. Pupuk organik padat juga banyak beredar di pasaran. Secara garis besar manfaat dari pupuk organik cair dan pupuk organik padat hampir sama, akan tetapi tentunya kedua produk tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya tersendiri.

Menurut Basysya, dkk, 2022, hlm. 309 mengatakan bahwa kelebihan dari pupuk organik padat dapat memperbaiki struktur tanah, dapat menjadi sumber makanan bagi tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas daya serap tanah terhadap air. Akan tetapi jika pemakaian digunakan dalam jangka panjang akan mengakibatkan lahan yang terpapar pupuk padat akan mengeras.

b. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan cairan dari hasil pembusukan bahan organik yang memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu, misalnya sisa tanaman, limbah agroindustri, kotoran hewan dan kotoran manusia (Tanti,dkk., 2019, hlm.2053). Kebutuhan pupuk organik cair cukup tinggi untuk menyediakan unsur hara yang sangat bagus bagi pertumbuhan dan memiliki peluang untuk usaha yang potensial karena pembuatan pupuk organik cair yang cukup mudah (Umniyatie, 2014, dalam Tanti dkk., 2019, hlm. 2053)

Pupuk organik cair banyak mengandung unsur hara mikro dan unsur hara makro yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Pupuk cair siap digunakan jika tingkat kematangannya sempurna, kematangan yang sempurna dapat diketahui jika sudah terlihat bercak putih pada permukaan cairan dan cairan yang dihasilkan akan berwarna kuning kecoklatan dengan bau yang menyengat (Syahrizal, 2015 dalam Efendi, 2018, hlm. 25).

Pupuk organik cair merupakan jenis pupuk yang banyak beredar dipasaran. Menurut Anggraeni, 2018, hlm. 22 Pupuk organik cair memiliki beberapa manfaat diantaranya yaitu Mempercepat pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman kacang-kacangan, meningkat kemampuan tanaman sehingga tanaman bisa tahan terhadap cekaman cuaca, kekeringan, dan terhindar dari serangan penyakit, merangsang dalam pertumbuhan cabang produksi, meningkatkan dalam pembentukan bunga dan bakal buah serta membuat tanaman menjadi kokoh dan kuat.

3. Macam-macam Pupuk

a. Pupuk kandang

Pupuk kandang merupakan campuran dari kotoran padat dan cair hewan yang telah bercampur dengan sisa-sisa makanan dan alas kandangnya (Purba, dkk, 2021, hlm. 51). Pupuk kandang yang terjaga dengan baik dapat pupuk yang

berkualitas bagi tanaman. Menurut Purba, dkk, (2021, hlm. 52), Adapun faktor yang mempengaruhi unsur hara pada pupuk kandang yaitu: umur, jenis hewan, keadaan hewan, makanan yang dikonsumsi dan bahan campuran alas kandang.

Menurut Lingga, dkk, (2021, hlm.52) mengatakan bahwa “Secara umum pupuk kandang mengandung kurang lebih 0,25 % P₂O₅, 0,5 % N dan 0,5 % K₂O dan macam pupuk kandang yang memiliki kandungan terbaik adalah: kotoran kuda, manusia, babi, ayam, kambing, domba dan sapi.”

Pupuk kandang yang telah siap untuk diaplikasikan pada tanaman dapat dilihat ciri-cirinya yaitu memiliki warna yang kehitaman, remah, tidak kelihatan seperti wujud aslinya dan aroma bau menyengatnya telah berkurang, jika belum memiliki ciri seperti itu maka pupuk kandang belum siap untuk diaplikasikan (Wahyuni,2019, hlm.65).

b. Pupuk Hijau

Pupuk hijau yaitu pupuk organik yang berasal dari tanaman sisa panen. Menurut Lingga, dkk.,(2021, hlm.53) mengatakan bahwa tanaman pupuk hijau memiliki fungsi meningkatkan kesuburan tanah karena sifat pertumbuhannya dan kualitas bahan organiknya. Menurut Wahyuni, 2019, hlm.65-66 mengatakan bahwa tujuan diberikannya pupuk hijau yaitu untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah karena mengandung bahan organik dan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanah yang akhirnya akan berdampak pada produktivitas tanah dan ketahanan tanah terhadap erosi. Menurut Lingga, dkk.,(2021, hlm.53-54) Adapun sifat pupuk hijau pada umumnya sebagai berikut:

a) Mudah diperbanyak; b) Dalam waktu yang relatif singkat dapat menutup tanah untuk mencegah terjadinya erosi; c) Banyak menghasilkan bahan organik dari hasil pelapukan akar, batang dan daun untuk mengembalikan kembali kesuburan tanah; d) Dapat mengikat N bebas dari udara

c. Pupuk Kompos

Kompos merupakan pupuk yang asalnya berasal dari hasil pelapukan bahan organik seperti sisa tanaman, sampah dapur, sampah pasar, sisa makanan ternak beserta limbah kotoran dan lain-lain yang ditumpuk (Lingga, dkk.,2021, hlm.54). pada dasarnya penggunaan pupuk dari bahan kompos sisa tanaman sedikit mengandung bahaya, akan tetapi jika bahan yang digunakan berasal dari

limbah perkotaan atau limbah industri cukup mengawatirkan karena biasanya banyak mengandung logam berat. Maka dari itu penting dilakukannya penyeleksian terhadap bahan yang akan digunakan sebagai kompos yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3) (Lingga, dkk.,2021, hlm.55)

B. Biourine

1. Biourine Kuda

Urine kuda merupakan limbah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, di dunia pertanian urine kuda dapat diolah menjadi pupuk cair organik (POC) yang dapat digunakan untuk tanaman atau yang biasa disebut dengan biourine, karena urine kuda mengandung zat hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk organik cair lebih cepat untuk diserap oleh tanaman karena unsur hara didalamnya yang sudah terurai. Pupuk organik tidak akan merusak tanaman walaupun sering digunakan.

Menurut Febriyanti, 2022, hlm. 1 menyebutkan bahwa “urine merupakan cairan sisa yang diekskresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses urinasi. Urine biasanya terdiri atas 95% air dan 5% zat terlarut, konsentrasi zat terlarut tersebut dapat beragam karena dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Urine kuda yang digunakan untuk pupuk tentu saja tidak langsung diaplikasikan secara langsung, tetapi harus melalui proses fermentasi terlebih dahulu. Menurut Nur, dkk., 2016, hlm.45 mengatakan “pada dasarnya pembuatan pupuk organik padat maupun cair adalah dekomposisi dengan memaksimalkan aktivitas mikroba, maka dari itu kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif pada proses pengomposan”.

Penggunaan mikroorganisme pada proses pembuatan pupuk organik cair biasanya menggunakan EM4. EM4 berfungsi untuk mempercepat dan kualitas pembuatan pupuk. Adapun manfaat EM4 bagi tanaman dan tanah menurut Nur, dkk., 2016, hlm. 46 yaitu: a) Menghambat pertumbuhan hama dan penyakit tanaman dalam tanah; b) Membantu meningkatkan percepatan kapasitas fotosintesis tanaman; c) Meningkatkan mutu bahan organik sebagai pupuk; d) Meningkatkan kualitas pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman.



Gambar 2. 1 Fermentasi Biourine

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Seperti pada gambar 2.1 pembuatan biourine dapat dilakukan dengan cara mencampurkan 10 liter urine kuda, limbah sayuran pakcoy, segala jenis empon-empon yang sudah dihaluskan (jahe, kunyit, lengkuas) dan EM4. Aduk semua bahan yang telah disatukan pada satu wadah, lalu lakukan proses aerasi dengan menggunakan aerator setiap 4 jam sehari selama 14 hari.

Dalam waktu 14 hari proses fermentasi, biourine yang berhasil memiliki ciri-ciri yaitu bau pada urine berkurang bahkan tidak tercium dan warna urine menjadi lebih gelap. Jika biourine telah memiliki ciri-ciri tersebut, maka biourine kuda sudah dapat di aplikasikan pada tanaman.

2. Kandungan Unsur Hara Urine Kuda

Pupuk kandang cair merupakan pupuk yang berasal dari campuran kotoran padat dan cair hewan yang masih segar dan dilarutkan dalam air pada perbandingan tertentu. Umumnya cukup banyak urine hewan ternak yang sudah dimanfaatkan oleh petani diantaranya urine kelinci, urine kerbau, urine kuda, urin sapi, urine babi dan urine kambing (Nurgoho 2016 dalam Lazuardi, 2019, hlm.10)

Berdasarkan data yang dikutip dari Nugroho, (2016 dalam Lazuardi, 2019 hlm.12) unsur hara N dalam urin kuda sebesar 1,24% , jumlah ini lebih banyak dari hewan ternak sapi, babi dan kerbau. Urine memiliki keunggulan mengandung berbagai unsur hara makro yaitu Phospat (P), N (Nitrogen), Kalium (K) dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang dibutuhkan oleh tanaman.

Tabel 2.1 Kandungan Unsur Hara Makro Pada Urin Ternak

Ternak	Kandungan			
	N	P	K	Ca
Kuda	1,24	0,004	1,26	0,32
Kerbau	0,26	0	1,34	0
Domba	1,43	0,01	0,55	0,11
Sapi	0,52	0,01	0,56	0,007
Babi	0,31	0,05	0,81	0

Dikutip dari (Nugroho, 2016 dalam Lazuardi, 2019 hlm.12).

3. Manfaat Pupuk Organik Cair Urine Kuda

Urine kuda memiliki kelebihan karena mengandung berbagai unsur hara makro yaitu Phospat (P), N (Nitrogen), Kalium (K) dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang dibutuhkan oleh tanaman. Adapun kelebihan dari unsur hara tersebut jika diaplikasikan kepada tanaman yaitu: a) N (Nitrogen) fungsinya untuk merangsang tumbuhan vegetatif, membuat tanaman menjadi lebih hijau dan merupakan bahan penyusun klorofil daun, lemak dan protein. b) P (Phospat) fungsinya untuk memacu peningkatan pertumbuhan akar, mempercepat pembungaan, meningkatkan prosentase bunga menjadi buah serta sebagai bahan penyusun inti sel dan protein. d) K (Kalium) fungsinya untuk mempersingkat proses fotosintesis serta meningkatkan kualitas rasa dan warna.

Pemanfaatan limbah urine kuda juga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengolahan bahan yang tidak terpakai menjadi lebih berguna dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi jika sudah diolah.

4. Pengaruh Pemberian Biourine Kuda pada Pertumbuhan Tanaman

Seperti yang kita ketahui kondisi tanaman itu mewakili bagaimana kondisi perakarannya, dan bagaimana kondisi perakarannya itu mewakili kualitas dari tanah pertaniannya. Maka dari itu penting bagi kita untuk memperhatikan unsur hara apa saja yang dibutuhkan oleh tanaman. Pemberian biourine kuda pada suatu tanaman mampu menunjang kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

Unsur hara makro dan unsur hara mikro yang terkandung dalam biourine mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi pada tanah. seperti penelitian yang dilakukan Herlinawati, dkk, 2019 memiliki hasil yaitu pemberian pupuk cair urine kuda memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman sawi yakni terhadap tinggi tanaman, panjang daun, , jumlah daun, berat basah dan lebar daun.

C. Pertumbuhan Tanaman Pakcoy

1. Pertumbuhan Tanaman

“Tanaman merupakan salah satu makhluk hidup yang memiliki ciri-ciri kehidupan yaitu mampu memperoleh zat makanan, mampu merespon rangsangan dari luar (lingkungan), mampu mengedarkan zat-zat di dalam tubuhnya, mampu mencerna makanan, melakukan respirasi, melaksanakan sintesis, mampu tumbuh dan berkembang biak”(Paiman, 2022, hlm. 1).

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran, baik volume ataupun bobot yang sifatnya *irreversible* (tidak dapat kembali ke bentuk semula) (Zuhaida, 2018, hlm. 65). Pertumbuhan dapat terjadi pada setiap makhluk hidup. Meskipun sesama makhluk hidup, pertumbuhan pada manusia, hewan dan tumbuhan memiliki pola yang berbeda.

Pertumbuhan terjadi dalam satu siklus hidup tubuh tanaman. Pada tumbuhan pertumbuhan terjadi pada bagian meristematik (titik tumbuh), yang terdapat pada bagian yang mengandung jaringan meristem, terletak pada ujung batang, ujung akar dan kambium (Wahyudin, 2019, hlm. 20). Pada masa pertumbuhan tanaman akan membentuk bermacam-macam organ baik vegetatif maupun generatif.

Menurut Paiman (2022, hlm. 4) Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu: 1). Fase embrionis, 2). Fase muda (juvenile atau vegetatif), 3). Fase dewasa (mature atau reproduktif atau generatif), dan 4). Fase menua dan aging (senile atau senescence).

2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Tanaman akan tumbuh baik ataupun kurang baik itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor, Adapun faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman menurut Paiman (2022, hlm. 53-61) yaitu faktor interseluler (hormone), faktor

intraseluler (gen), dan faktor luar (lingkungan), berikut penjelasan dari faktor-faktor tersebut:

a. Hormone (Faktor interseluler)

Tanaman bisa menghasilkan beberapa jenis hormon, yaitu: auksin, giberellin (GA), gas etilen, sitokinin, dan asam absisat (ABA). Hormon tersebut diproduksi didalam tubuh tanaman, tetapi dipengaruhi oleh kondisi eksternal (faktor luar).

1) Auksin

Hormon auksin dapat dijumpai pada ujung batang atau titik tumbuh batang (*koleoptil*) dan ujung akar (*koleoriza*). Intensitas cahaya matahari yang berlebih dapat menghambat aktivitas auksin. Fungsi auksin pada tanaman yaitu: a) Dapat berperan pada pembelahan dan pemanjangan sel; b) Merangsang pembelahan sel-sel kambium lateral berguna untuk pertumbuhan sekunder; c) Meningkatkan perkembangan bunga dan buah; d) Merangsang pembentukan akar lateral; e) Dapat menghasilkan buah tanpa biji; f) Menghambat pembentukan tunas lateral; g) Menghambat pematangan buah dan penuaan daun; h) Mencegah rontoknya bung, buah dan daun.

2) Giberellin Acid (GA)

Hormon giberelin dapat dijumpai pada hampir seluruh bagian dari tanaman, baik pada akar, batang, daun, bunga dan buah. Giberelin diproduksi oleh jamur dan tumbuhan.

Fungsi hormon Giberellin Acid untuk tanaman yaitu: a) Merangsang pembelahan dan pemanjangan sel sehingga tanaman bertambah tinggi; b) Merangsang pertumbuhan batang dan daun; c) Bisa menghilangkan sifat kerdil tanaman; d) Merangsang perkecambahan biji; e) Merangsang pembentukan bunga dan buah sebelum waktunya; f) Dapat menghasilkan buah yang tidak berbiji.

3) Gas etilen

Gas etilen merupakan salah satu hormon tumbuhan yang berbentuk gas, tidak memiliki warna dan memiliki bau seperti eter. Fungsi utama gas etilen yaitu: a) Merangsang pengguguran bunga; b) Mempercepat masaknya buah; c) Menghambat pertumbuhan akar dan batang saat tanaman terkena cekaman; d) Merangsang penuaan daun.

4) Sitokinin

Pada tanaman terdapat hormon sitokinin yang merupakan hormon pertumbuhan. Sitokinin dapat ditemukan hampir pada semua jaringan meristem. Hormon sitokinin memiliki beberapa jenis diantaranya kinetin, zeatin (pada jagung), dan benzil amino purin (BAP).

Adapun fungsi dari hormon sitokinin yaitu: a) Merangsang pembelahan sel tanaman; b) Membantu dalam perkecambahan biji; c) Merangsang pemanjangan akar; d) Membantu mempercepat pelebaran daun; e) Merangsang pertumbuhan tanaman ke arah samping dan pucuk tanaman; f) Menghambat proses penuaan daun.

5) Asam Absisat (ABA)

Asam Absisat (ABA) atau yang biasa disebut dengan ‘Hormone stress’ merupakan hormon yang memiliki fungsi menghambat pertumbuhan tanaman. Hormon ABA ini dihasilkan oleh daun, ujung akar, dan batang serta diedarkan oleh jaringan pengangkut.

Adapun beberapa fungsi dari hormon asam absisat (ABA) yaitu: a) Mempercepat proses penuaan terutama pada daun; b) Mengurangi kecepatan pembelahan dan pemanjangan sel; c) Membantu pengguguran bunga dan daun; d) Mempertahankan proses dormansi biji dan kuncup; e) Merangsang penutupan stomata pada saat daun kekurangan air.

b. Faktor Lingkungan

1) Unsur Hara

Unsur hara diperlukan tanaman untuk kelangsungan hidupnya sebagai sumber energi dan penyusun komponen-komponen sel bagi pertumbuhan dan perkembangan. Secara umum, unsur hara dapat dibedakan menjadi dua, yaitu unsur hara makro dan mikro. Apabila jumlah unsur hara tidak tercukupi, maka tanaman akan mengalami defisiensi.

Tanda-tanda atau gejala yang mungkin timbul akibat kekurangan (defisiensi) unsur hara yaitu:

Jika bagian bawah daun dan permukaan daun berwarna kuning atau coklat muda dan batang kurus maka mencirikan tanaman tersebut kekurangan unsur nitrogen, jika tanaman kekurangan unsur k memiliki ciri tunas yang kecil dan ujung

daunnya mati, daun tuanya mengering dan berwarna kecoklatan, jika kekurangan fosfor (P) terlihat pada bagian bawah daun dengan bercak ungu atau coklat. Jika kekurangan Magnesium (Mg) memiliki ciri daun tidak berwarna hijau. Jika kekurangan besi (Fe) terlihat muncul bercak berwarna coklat dan kemungkinan seluruh daun mati. Jika kekurangan seng (Zn) jumlah daun sedikit dan bentuknya keci serta daun mati dengan cepat.

2) Cahaya

Cahaya matahari memiliki peran yang besar pada proses fotosintesis, karena fotosintesis tidak dapat berlangsung pada tanpa adanya cahaya matahari. Hasil fotosintesis berupa glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai sumber makanan.

Tanaman tidak dapat menerima semua radiasi matahari, tanaman memerlukan intensitas cahaya dan panjang gelombang tertentu untuk berfotosintesis. Kebutuhan tanaman terhadap intensitas cahaya matahari berbeda-beda tergantung dari jenis tanamannya. Tanaman C3 dan C4 memiliki kebutuhan intensitas cahaya yang berbeda. Kebutuhan intensitas cahaya, tanaman C4 lebih tinggi dari pada C3 karena disebabkan C4 memiliki lebih banyak kloroplas yang terdapat pada seludang pembuluh (bundle seat cell).

3) Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan. Suhu berbanding lurus dengan kerja enzim, jika suhu optimal maka kerja enzim pun optimal. Jika suhu tinggi maka aktivitas enzim akan berkurang dan jika suhu terlalu rendah maka reaksi kimia didalam sel tidak dapat berjalan optimal.

4) Kelembaban

Tanah harus memiliki kondisi yang lembab untuk mendukung pertumbuhan tanaman terutama dalam proses perkecambahan. Tanah lembab bisa menyediakan pasokan air yang cukup untuk mengaktifkan enzim dalam biji dan melarutkan makanan.

Kelembaban memiliki pengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi. Jika kelembaban rendah, laju transpirasi akan meningkat dan menyebabkan penyebaran air serta zat hara dan mineral meningkat. Sedangkan jika

kelembaban tinggi, laju transpirasi akan rendah dan menyebabkan penyerapan air serta zat hara dan mineral juga rendah.

5) Oksigen

Tanaman memerlukan oksigen untuk proses metabolisme dalam tubuh. pada proses perkecambahan biji. Tanah harus memiliki kandungan oksigen yang cukup karena dibutuhkan oleh akar untuk melakukan respirasi. Respirasi akar bermanfaat untuk penyerapan unsur hara yang ada di dalam tanah. Jika aerasi tidak berjalan baik maka akan mengganggu proses respirasi.

6) Karbon Dioksida

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman bergantung pada proses fotosintesis. Fotosintesis akan berjalan dengan baik dengan adanya air, Karbon dioksida dan cahaya matahari. Karbon dioksida dibutuhkan tanaman sebagai bahan utama (substrat) pada fotosintesis.

7) Bahan Organik

Bahan organik memiliki peran sebagai sumber makanan tanaman. Bahan organik dapat menentukan sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Sisa-sisa dari organ tanaman tumbuhan ataupun dari tumbuhan yang sudah mati akan kembali ke tanah dan akan diubah menjadi humus.

8) Air

Air merupakan komponen utama bagi pertumbuhan tanaman. Ketersediaan air pada tanah itu harus cukup, karena jika air pada tanah terlalu banyak ataupun terlalu sedikit akan mempengaruhi tanaman, air yang terlalu banyak dapat menyebabkan aerasi sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan kekeringan pada tanaman.

Adapun fungsi air yaitu untuk: a) Fotosintesis; b) Mengaktifkan reaksi enzim; c) Mempercepat proses perkecambahan; d) Menjaga kelembaban; e) Transpirasi; f) Membantu pembelahan sel; g) Mengurangi asam absisi (ABA); h) Sebagai pelarut.

3. Tanaman Pakcoy

Tanaman pakcoy termasuk ke dalam varietas tanaman sawi-sawian yang daunnya dimanfaatkan sebagai sayuran. Mengonsumsi sayuran hijau secara rutin sangat memiliki banyak manfaat untuk tubuh. Menurut Tri dan Nano, (2016

dalam Safitri, 2019, hlm. 1) Di Indonesia tanaman pakcoy merupakan salah satu tanaman sayur yang menjadi kesukaan masyarakat, karena mengandung banyak manfaat dan rasanya pun juga enak bila dikonsumsi. Menurut Lisdayani, 2019, hlm. 223 Menyebutkan bahwa pakcoy dapat mengurangi gatal pada tenggorokan pada penderita batuk, mengoptimalkan fungsi ginjal, menyembuhkan sakit kepala dan membersihkan darah.

a. Klasifikasi Pakcoy

Menurut Sunarjono (2013 dalam Aprianto, 2021, hlm. 6) Tanaman pakcoy diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tanaman Pakcoy

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica rapa L.</i>

b. Morfologi Pakcoy

Akar merupakan bagian dari tumbuhan yang biasanya berada di bawah permukaan tanah, arah tumbuhnya mengarah ke pusat bumi, berwarna keputihan atau kekuningan dan memiliki bentuk yang meruncing (Zuhaida, 2018, hlm. 66). Sewaktu tumbuhan masih kecil (kecambah), bakal akar sudah ada dan biasa

disebut akar lembaga (*radicula*), dan jika kecambah telah tumbuh dewasa maka akan dapat dibedakan dua sistem perakaran yaitu akar tunggang dan akar serabut. Akar tanaman pakcoy merupakan akar tunggang yang memiliki panjang 30 - 50 cm dengan cabang akar yang menyebar ke seluruh arah untuk menyerap zat hara yang ada di dalam tanah (Setiyaningrum dan Saporinto, 2011 dalam Aprianto, 2021, hlm.6). Batang pakcoy hampir tidak kelihatan karena ukurannya yang sangat pendek dan beruas-ruas yang memiliki fungsi pembentuk dan penopang daun (Barokah, 2017, hlm.5). Pakcoy mempunyai tangkai daun yang lebar dan kokoh, daun pakcoy mempunyai permukaan yang halus dan tidak berbulu, mirip seperti sawi hijau tetapi pakcoy memiliki daun yang lebih tebal dan berbentuk oval. Struktur bunga pakcoy terdiri dalam tangkai bunga yang panjang dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai daun mahkota, empat helai daun kelopak, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua (Barokah, 2017, hlm. 5).

c. Kandungan Pakcoy

Pakcoy mengandung kandungan gizi yang sangat esensial untuk kesehatan tubuh, oleh karena itu pakcoy memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Kandungan gizi yang terdapat pada 100 gram pakcoy tercantum pada tabel berikut Alsayh, 2017, hlm.7

Tabel 2.2 Kandungan Gizi per 100 gram Pakcoy

No	Komposisi	Jumlah
1	Kalori	22 k
2	Protein	2,30 gram
3	Lemak	0,30 gram
4	Karbohidrat	4,00 gram
5	Serat	1,20 gram
6	Kalsium	220,50 mg
7	Fosfor	38,40 mg
8	Besi	2,90 mg
9	Vitamin A	969,00 SI
10	Vitamin B1	0,09 mg
11	Vitamin B2	0,10 mg

No	Komposisi	Jumlah
12	Vitamin B3	0,70 mg
13	Vitamin C	102,00 mg

Sumber : Nutrition data (2013 dalam Alsayh, 2017, hlm. 7)

d. Manfaat Pakcoy

Tanaman pakcoy memiliki banyak sekali kegunaannya bagi kesehatan tubuh manusia. Menurut susilo (2016 dalam Fatihuddin, 2022, hlm.3) sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*) memiliki manfaat yaitu untuk mempertahankan kesehatan kulit, menurunkan kolesterol, memperbaiki pada pencernaan, mempertahankan kesehatan mata, menjaga kesehatan kulit dan menghilangkan rasa gatal- gatal pada tenggorokan.

e. Media Tanam

1) Tanah

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang tidak padat (unconsolidated) yang akan terus mengalami dan dipengaruhi oleh faktor-faktor genetik dan lingkungan (Zuhaida,2018,hlm.64). Tanah dapat ditemukan hampir di setiap wilayah. Dalam dunia pertanian tanah sangat memiliki peranan yang penting, karena setiap tanaman hampir semuanya membutuhkan media tanah untuk tumbuh.

Menurut Roni,2015, hlm. 4 Tanah sebagai media tanam memiliki kelemahan dan kelebihan tersendiri, adapun kelebihanannya yaitu lebih kuat dalam menyangga tanaman, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, dapat mengatur ketersediaan air dan tanah juga merupakan tempat hidup biota yang bisa menghasilkan unsur bermanfaat bagi tanaman.

Tanah tersusun dari empat bahan utama yaitu bahan padatan berupa bahan mineral 45%, bahan padatan berupa bahan organik 5%, air 20-30% dan udara 20-25% (Roni,2015, hlm.4). Menurut Ali, (2005 dalam Zuhaida, 2018, hlm. 64) Secara ekologis tanah disusun oleh tiga kelompok material hidup (faktor abiotik yaitu bahan organik dan faktor abiotik berupa pasir, debu dan liat. (faktor biotik) berupa biota (jasad-jasad hayati).

Tanah yang subur dapat dilihat dari lapisan humusnya, jika lapisan humusnya tebal maka mencirikan tanah tersebut kaya akan bahan organik dan

unsur hara, humus yang banyak juga bisa meningkatkan daya serap tanah terhadap air. Tanah yang baik juga harus memiliki pH yang seimbang yaitu berada pada kisaran pH 6,5 sampai 7,5 karena pada tingkat pH yang netral itu memungkinkan untuk tersedianya berbagai unsur kimiawi tanah yang seimbang (Zuhaida, 2018, hlm.65). Tanah yang digunakan untuk media tanam juga harus kaya akan biota tanah. Mikroflora dan mikrofauna yang ada pada tanah berperan sebagai indikator kesuburan tanah (Sari, 2015 dalam Zuhaida 2018, hlm. 65) karena dengan adanya biota tanah menandakan adanya bahan organik yang dibutuhkan mikroorganisme tersebut.

2) Arang sekam

Arang sekam merupakan salah satu media tanam yang banyak digunakan. Menurut Komarayati, 2003 dalam Pratiwi, 2017, hlm. 13 menyebutkan bahwa menambahkan arang sekam pada media tumbuh tanaman itu memberikan keuntungan karena dapat mengembalikan sifat fisik tanah (porositas, aerasi) dan arang sekam juga dapat digunakan sebagai pengikat hara jika terjadi kelebihan hara. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi, 2017, hlm.17 penggunaan arang sekam sebagai media tanam menghasilkan tingginya jumlah daun dan jumlah tunas karena dapat disebabkan dari tingginya unsur hara fosfor, nitrogen dan kalium.

Media arang sekam memiliki kelebihan yaitu dapat menyimpan air, menjaga kelembaban tanah serta memiliki kapasitas tukar kation yang baik dan hal tersebut dapat berpengaruh terhadap ketersediaan air dan hara di dalam tanah (Safitri, 2020, hlm.206). Menurut Septiani, 2012 dalam Safitri, 2020, hlm. 199 menyebutkan bahwa arang sekam sangat banyak manfaatnya jika dijadikan sebagai media tanam, karena dapat menahan air yang cukup banyak dan porositas yang baik, sehingga mendukung dalam memperbaiki struktur tanah karena aerasi dan drainase menjadi lebih optimal.

3) Kompos

Pupuk kompos merupakan pupuk yang asalnya berasal dari penguraian bahan-bahan organik contohnya pelapukan organ-organ tanaman atau sampah organik seperti jerami, sekam, daun-daunan, rumput-rumputan dan sampah organik (Safriani, 2018, hlm.20). Kompos dapat digunakan untuk menyuburkan

tanaman bahkan hanya ditabur di permukaan tanah, misalnya pada tanaman sayuran, tanaman hias, buah-buahan dan tanaman padi.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pengomposan menurut Yulianto,dkk, 2009 dalam Khairunnisa, 2020, hlm 6-8 yaitu: rasio C/N, ukuran partikel, aerasi, kelembaban, porositas, suhu dan kadar pH. Kompos sangat mudah sekali ditemukan karena dihasilkan dari proses pembusukan sisa-sisa makhluk hidup. kompos bukan hanya menambah hara pada tanah, tetapi juga memaksimalkan fungsi tanah supaya tanaman dapat hidup dengan baik (Yuwono, 2005 dalam Masooli, 2016, hlm.2)

D. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Herlinawati, Iwan Doddy Dharmawibawa, Sucika Armiani (2019)	Uji Efektivitas Pupuk Organik Cair Dari Urin Ternak Sapi Dan Kuda Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)	Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Pendidikan Mandalika	Jenis penelitian eksperimen murni (true-eksperimental) dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah teknik Purposive Sampling. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau Fully Randomized Design yang terdiri dari 4 perlakuan 3 kali ulangan.	Pemberian pupuk organik cair dari urin sapi dan kuda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman Sawi (Brassica juncea L.), yakni terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan berat basah.	Menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), Penelitian menggunakan urine kuda, dan Menguji terhadap pertumbuhan tanaman	Tidak di uji coba dengan membandingkan dengan urine ternak lain.

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
2	Refnizuida, Ruth Riah Ate Tarigan Dan Aditia Fitri Kani T. (2018)	Respon Pemberian Kompos Kulit Kopi Dan Urine Kuda Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Brokoli (<i>Brassica oleracea. Var.Italica</i>)	Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sempajaya/Peceran, Kecamatan Berastagi, Kabupaten Karo, Sumatera Utara dengan ketinggian 1.200 – 1.400 mdpl.	Metoda penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dengan 16 kombinasi perlakuan dan 2 ulangan sehingga diperoleh jumlah plot seluruhnya adalah 32 plot perlakuan penelitian.	Pada pemberian urine kuda hasilnya sangat nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan produksi bunga per sample, berpengaruh nyata pada produksi bunga per plot dan tidak nyata pada jumlah cabang bunga per sampel. pada perlakuan urine kuda pada A3 (600 ml/lubang tanam) dilihat dari hasil produksi bunga brokoli terbesar.	Mengaplikasikan urine kuda yang telah difermentasi lalu diuji terhadap pertumbuhan tanaman sayur	Memberikan kompos kulit kopi pada penelitiannya dan metode nya menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).
3	Didi Lazuardi (2019)	Pemberian kompos limbah media jamur dan pupuk organik cair urin kuda terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah	Kecamatan Binjai timur	Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 16 kombinasi perlakuan dan 2 ulangan.	Pemberian pupuk organik cair urin kuda berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, produksi per sampel, produksi per plot.	Menggunakan urine kuda sebagai pupuk dan parameter yang diukur yaitu tinggi dan banyak daun.	Menambahkan kompos limbah media jamur pada perlakuannya

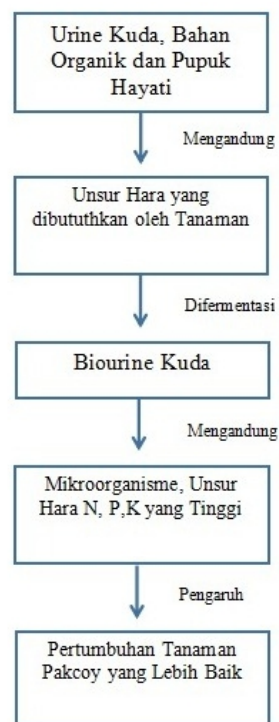
No	Peneliti (Tahun)	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
4	Mega Saputri dan Jonni (2020)	Penggunaan Fermentasi Urin Kuda Dan Pupuk Kandang Kuda Untuk Mengoptimalkan Produksi Tanaman Bawang Daun (Allium Fistulosum L.)	Penelitian ini dilaksanakan pada kebun percobaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh di Tanjung Pati	Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen dimulai dengan pembelian bibit hingga pemasaran	Proyek usaha mandiri bawang daun dengan teknologi fermentasi urin kuda dan pupuk kandang kuda memperoleh hasil sebanyak 25 kg, TR Rp. 375.000, TC Rp. 872.244 dan dianggap belum mampu untuk mengoptimalkan produksi bawang daun.	Menggunakan urine kuda yang difermentasi sebagai pupuk	Penelitian ini dilaksanakan hingga proses pemasaran
5	Darmawan Risal, dan Nurul Mukhlisah (2019)	Efektivitas Pupuk Organik Feses Kuda Hasil Pembakaran Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Keriting (Capsicum annum L)	Lokasi penelitian terletak di Dusun Macinna Desa Pataro Kecamatan Herlang Kabupaten Bulukumba.	Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan melakukan berbagai tahapan	pupuk organik feses kuda hasil pembakaran cukup efektif dalam meningkatkan produksi. Hal tersebut dapat dinilai dari perkembangan tinggi tanaman dan jumlah buah pada tanaman cabai merah keriting.	Menggunakan kotoran ternak pada penelitiannya dan parameter yang diukur yaitu tinggi dan banyak daun.	Menggunakan kotoran padat kuda yang dibakar

Dari uraian penelitian sebelumnya berdasarkan tabel 2.3 di atas secara umum penelitian-penelitian tersebut relevan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis, relevansi tersebut diantaranya yaitu jenis urine yang digunakan dan pengaplikasiannya pada tanaman.

E. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan data yang dikutip dari Nugroho, (2016 dalam Lazuardi, 2019 hlm.12) Urine hewan kuda kandungan unsur hara N sebesar 1,24% dimana kandungannya lebih tinggi dari kandungan unsur hara N temak kerbau, sapi dan babi. Urine memiliki kelebihan karena mengandung berbagai unsur hara makro yaitu Kalium (K), N (Nitrogen), Phospat (P), dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang diperlukan oleh tanaman. Unsur hara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Biourine merupakan pupuk organik cair yang berasal dari urine hewan yang sudah difermentasi dengan melibatkan mikroorganisme. Menurut Nurrotulizzah, (2022, hlm 5) mengatakan bahwa untuk meningkatkan ketersediaan dan kecukupan serapan hara bagi tanaman yang mengandung mikroorganisme dapat menggunakan biourine sebagai salah satu cara sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik (N,P,K) dan meningkatkan hasil tanaman secara optimal.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat digambarkan kerangka pikiran pada penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 2.3 Kerangka Pemikiran

(Sumber: Dokumen pribadi)

F. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Tanaman pada prinsipnya sama seperti makhluk hidup untuk pertumbuhan dan perkembangannya membutuhkan zat makanan (nutrisi) atau unsur hara mikro dan unsur hara makro supaya dapat tumbuh dengan baik (Harvani,Dwi dkk. 2014 dalam Lestari, 2017, hlm. 1)

2. Hipotesis

H1: Pemberian biourine yang diperkaya pupuk hayati pada Pertumbuhan Tanaman Pakcoy efektif pada konsentrasi tertentu

H0 : Pemberian biourine yang diperkaya pupuk hayati pada Pertumbuhan Tanaman Pakcoy tidak efektif pada konsentrasi tertentu

G. Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Pembelajaran Biologi

Penelitian ini membahas tentang Efektivitas Biourine kuda terhadap Kualitas Tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). Memiliki keterkaitan dengan pembelajaran biologi yang menyajikan data faktual yang membahas tentang proses pertumbuhan dan perkembangan yang terdapat pada tumbuhan. penelitian ini dapat dijadikan contoh yang nyata bagi siswa-siswi yang sedang menempuh sekolah menengah. Kompetensi dasar yang membahas tentang proses pertumbuhan dan perkembangan terdapat pada KD 3.1 kelas XII dengan kurikulum 2013 yaitu menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dan pada KD 4.1. Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penerapan hasil penelitian dalam kegiatan pembelajaran dirumuskan dalam bentuk RPP yang dapat dilihat pada lampiran 1.