

BAB II

TINJAUAN PUPUK HAYATI, BIOURINE DOMBA DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY

A. Pupuk Hayati

1. Definisi Pupuk Hayati

Pupuk hayati digambarkan sebagai senyawa yang mengandung mikroorganisme hidup yang, ketika diterapkan pada biji, permukaan tanaman, atau tanah, dapat berkoloni dengan rhizosfer atau interior tanaman dan merangsang perkembangan tanaman dengan meningkatkan pasokan atau ketersediaan nutrisi penting untuk tanaman inang (Herdiyanto *et al.*, 2015, hlm. 49). Pupuk hayati merupakan produk hayati aktif yang terdiri dari mikroorganisme yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah. Formula pupuk hayati terdiri dari mikroorganisme atau mikrofauna dan bahan pembawa yang merupakan penyusun pupuk hayati (Kartikawati *et al.*, 2017, hlm. 34).

Pupuk hayati memiliki hubungan secara langsung dan tidak langsung dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hubungan langsung dengan tanaman adalah bahwa pupuk hayati membantu tanaman memperbaiki nitrogen, melarutkan fosfat dan membantu menghasilkan hormon pertumbuhan seperti giberelin, sitokinin dan auksin yang memicu semua tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Di sisi lain, hubungan tidak langsung meliputi produksi antibiotik, stimulasi sistem kekebalan, sintesis metabolisme antijamur, produksi enzim yang mampu melisiskan dinding sel jamur dan kemampuan bersaing dengan bakteri patogen lainnya di zona akar (Glick *et al.*, 2015, hlm. 6).

2. Jenis Pupuk Hayati

Pupuk hayati diklasifikasikan sebagai pupuk hayati tunggal atau pupuk hayati majemuk, yang mengandung dua atau lebih bakteri. Menurut Herdiyanto *et al.*, (2015, hlm. 51) berdasarkan fungsinya, pupuk hayati dibedakan sebagai berikut:

a. Pupuk Hayati Peluruh Fosfat

Mikroorganisme dalam pupuk hayati peluruhan fosfat menurunkan nutrisi fosfat yang terikat dalam tanah menjadi senyawa organik untuk diserap oleh

tanaman. Seperti mikroorganisme pengikat nitrogen yang mekanisme peluruhannya berbeda-beda dan mikroorganisme pendegradasi fosfat ada yang sifatnya simbiosis dan non-simbiosis. Mikroba ini sering menghasilkan senyawa asam organik dan ikatan fosfat untuk diserap oleh tanaman. Inokulasi mikroba dapat memasok 20-25% kebutuhan fosfat tanaman (Suwahyono, 2011, hlm. 10).

b. Pupuk Hayati Peluruh Bahan Organik

Pupuk hayati peluruh bahan organik adalah mikroorganisme yang menguraikan zat organik di tanah dan memecahnya menjadi bahan kimia yang lebih sederhana. Pada dasarnya, mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik ada melalui sinergi proses biologis fermentasi, dekomposisi dan sintesis. Fungsi lainnya adalah pembenah tanah yang mengubah keadaan fisik tanah, meningkatkan aerasi tanah dan meningkatkan kandungan biokimia tanah. Hal ini dapat mendorong pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung, meningkatkan produksi dan kualitas tanaman (Suwahyono, 2011, hlm. 10).

c. Pupuk Hayati Penambat Nitrogen

Pupuk hayati pengikat nitrogen termasuk bakteri yang mampu meningkatkan molekul nitrogen di atmosfer. Senyawa nitrogen tersebut dapat dimanfaatkan oleh tanaman melalui proses biologis di dalam tanah (Suwahyono, 2011, hlm. 11).

d. Pupuk Hayati Pemacu Pertumbuhan dan Pengendalian Penyakit

Pupuk hayati meningkatkan pengembangan dan pengendalian penyakit dengan menyimpan mikroorganisme yang dapat merangsang pertumbuhan, melindungi sistem akar tanaman, dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit di tanah tanaman (Suwahyono, 2011, hlm. 11).

3. EM4

EM4 adalah pupuk hayati yang menggunakan mikroorganisme yang efektif untuk mendorong pertumbuhan tanaman, menghancurkan bahan organik dengan cepat dan beracun bagi hama (Elphawati *et al.*, 2015, hlm. 31). EM4 dikenakan untuk mempermudah proses fermentasi pada pupuk organik. Keuntungan lainnya adalah membantu mengurangi bau yang dihasilkan selama proses fermentasi.

EM4 ialah mikroorganisme yang dapat memberikan pengaruh positif terhadap kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme dalam EM4 juga dapat memperbaiki kondisi biologis tanah dan membantu penyerapan

nutrisi. EM4 terdiri dari mikroorganisme fermentasi dan sintetis seperti bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), bakteri fotosintesis (*Rhodospseudomonas* sp.), *actinomycetes*, *streptomicetes*, dan ragi (Utomo, 2010, hlm. 18).

Asam laktat (*Lactobacillus* sp.) membantu dalam degradasi dan penghancuran bahan organik selama proses fermentasi. Peran *Streptomicetes* sp. sebagai produk antimikroba asam amino dan karbohidrat bakteri fotosintesis. Ragi mensintesis bahan kimia pemacu pertumbuhan tanaman dari asam amino dan gula yang dilepaskan oleh bakteri fotosintesis, bahan organik, dan akar tanaman. (Yuwono, 2006, hlm. 25).

EM4 memiliki keunggulan sebagai berikut: a. dapat membenahi sifat biologi, kimia dan fisik tanah; b. menambah ketersediaan unsur hara dan senyawa organik dalam tanah; c. memacu pengomposan sampah organik atau limbah ternak; d. dapat memberikan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman; dan e. mengoptimalkan hasil panen dan menjaga stabilitas produksi.

4. Pupuk Organik

a. Definisi Pupuk Organik

Menurut Dwicaksono (2013, hlm. 7) pupuk penting untuk kesuburan tanah karena mencakup satu atau lebih komponen yang telah disedot oleh tanaman. Jadi pemupukan adalah proses pemberian nutrisi ke tanah dan tanaman. Pupuk adalah zat yang dimasukkan ke media tanam atau tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan memungkinkan mereka untuk memproduksi dengan tepat.

Pupuk organik dibuat dengan mengurangi sumber daya organik seperti hewan, tumbuhan, atau manusia dalam bentuk padat atau cair untuk mengekstrak nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Nur *et al.*, 2016, hlm. 45).

b. Macam-macam Pupuk Organik

1) Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat adalah pupuk yang terbuat dari bahan organik dengan hasil akhir berbentuk padat. Ada empat jenis pupuk organik padat yaitu pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan humus (Wahyuna *et al.*, 2021, hlm. 910).

a) Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang dibuat dengan mencampurkan kotoran ternak padat dengan sisa makanan ataupun urine (Prasetyo, 2014, hlm. 125). Kotoran padat dan pupuk cair adalah dua jenis pupuk kandang. Untuk kandungan nitrogen dalam urine hewan ternak tiga kali lebih tinggi daripada kotoran padat.

b) Pupuk Hijau

Pupuk hijau adalah pupuk nabati. Pupuk hijau dinamakan demikian karena bagian tanaman muda yang digunakan sebagai pupuk disebut daun, anggota badan, dan batang. Jenis tanaman yang digunakan sebagai sumber pupuk hijau dipilih dari keluarga kacang-kacangan karena tanaman ini menyimpan banyak nitrogen. Pupuk hijau dapat membantu meningkatkan kandungan bahan organik dan nutrisi tanah, serta meningkatkan karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah, mempengaruhi produktivitas tanah dan ketahanan erosi.

c) Kompos

Kompos adalah produk perbaikan tanah yang terbuat dari bahan organik yang membusuk seperti daun yang jatuh, rumput, jerami, dedak padi, alang-alang, tanaman merambat, batang jagung, ranting dan kotoran hewan melalui dekomposisi mikroba. Kompos memiliki unsur hara mineral yang penting bagi tumbuhan (Setyorini *et al.*, 2005, hlm. 12).

Kompos adalah pupuk buatan manusia yang berasal dari hewan, tumbuhan dan sampah organik yang mengalami dekomposisi. Kegunaan kompos yaitu memperkuat daya ikat tanah, menambah dan menaktifkan unsur hara, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya tanah dan daya serap air. Bahan organik adalah penyusun utama kompos yang menyumbang presentase tertinggi dan dikenal dapat memperbaiki kondisi tanah. Komponen lain dalam kompos, meskipun jumlahnya sederhana, sangat bervariasi, termasuk nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium.

d) Humus

Humus adalah bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman seperti akar, batang, dan daun yang secara alami terdegradasi oleh mikroorganisme tanah dan cuaca (Maradiansyah, 2018, hlm. 25). Humus mempunyai ciri khusus yaitu memiliki warna hitam hingga coklat tua. Memiliki sifat yang sama dengan kompos,

yaitu mengikat air dan mudah diserap. Inilah mengapa humus berguna untuk tanah dengan masalah kesuburan. Dibuat dengan penguraian alami, pupuk alami ini mengandung unsur N, P dan K.

2) Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan cairan yang diperoleh dengan cara pengomposan bahan organik dari sisa kotoran hewan, tumbuhan dan manusia yang sudah mengalami fermentasi dan mengandung unsur gizi ganda (Syofia *et al.*, 2014, hlm.

3). Ada beberapa keuntungan menggunakan pupuk organik cair, termasuk peningkatan pertumbuhan tanaman, peningkatan kualitas tanaman, dan perbaikan struktur tanah.

Meskipun diterapkan sesering mungkin, pupuk organik cair biasanya tidak mempengaruhi tanah atau tanaman. Selanjutnya, pupuk ini mengandung pengikat yang membantu tanaman untuk segera menggunakan larutan pupuk yang telah diaplikasikan pada permukaan tanah. Pupuk organik cair lebih mudah diserap tanaman karena bahan-bahan yang dikandungnya sudah terurai. Tanaman menyerap nutrisi melalui akarnya.

c. Manfaat Pupuk Organik

Keunggulan pupuk antara lain kesuburan tanah meningkat karena pupuk organik memberikan unsur hara makro (N, P, K) dan mikro (Fe, S, Co, Zn, Mg, Bo, Mn dan Ca) yang dapat memperbaiki struktur tanah (Roidah, 2013, hlm. 32). Selanjutnya, untuk meningkatkan karakteristik kimia, biologi, dan fisik tanah karena pupuk organik dapat memulai sistem pengikatan dan pelepasan ion dalam tanah, meningkatkan kesuburan tanah. Keuntungan lain bagi kesehatan manusia dan lingkungan adalah penggunaan pupuk organik dalam produksi tanaman tidak menghasilkan polusi, sehingga aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

d. Peran Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman

1) Pupuk organik memiliki peran sebagai berikut dalam sifat kimia tanah: a) memberikan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan unsur mikro (Zn, Mo, B, Mn, Fe dan Co); b) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah; dan c) dapat membuat senyawa kompleks dengan ion logam berbahaya (Hartatik *et al.*, 2015, hlm. 110).

- 2) Peran pupuk organik akan sifat fisik tanah adalah: a) menaikkan struktur tanah; b) memperbaiki distribusi ukuran pori tanah akan meningkatkan kapasitas menahan air tanah; dan c) meningkatkan pergerakan udara di dalam tanah (Hartatik *et al.*, 2015, hlm. 110).
- 3) Peran pupuk organik akan sifat biologi tanah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikro dan mesofauna yang berada di dalam tanah. Kehadiran bahan organik yang memadai meningkatkan aktivitas organisme tanah, yang meningkatkan ketersediaan nutrisi, siklus nutrisi dalam tanah, dan pengembangan pori-pori mikro dan makro dalam tanah oleh mikroorganisme (Hartatik *et al.*, 2015, hlm. 110).

e. Kelebihan Pupuk Organik

Menurut Hadisuwito (2012, hlm. 14) menyatakan bahwa dalam jumlah kecil, pupuk organik dapat meningkatkan struktur tanah, meringankan tanah, meningkatkan pengikatan air, membuat tanaman tahan terhadap hama dan penyakit, dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat.

B. Pupuk Organik Cair Biourine Domba

1. Definisi

Pupuk organik cair adalah pupuk yang terbuat dari pembusukan atau fermentasi bahan-bahan alami yang mengandung unsur hara, seperti limbah tanaman, kotoran atau urine hewan dan manusia (Hadisuwito, 2012, hlm.2). Pupuk organik cair mempunyai banyak manfaat diantaranya yaitu dapat merangsang pertumbuhan tanaman, memperbaiki kualitas tanaman dan memperbaiki struktur tanah.

Meskipun diterapkan sesering mungkin, pupuk organik cair biasanya tidak membahayakan tanah atau tanaman. Selanjutnya, pupuk ini mengandung zat pengikat yang membantu tanaman untuk segera menyerap larutan pupuk yang telah disiram ke permukaan tanah. Karena bahan kimia dalam pupuk organik cair terdegradasi, mereka lebih mudah diserap oleh tanaman. Akar tanaman menyerap nutrisi.

Urine sendiri adalah zat yang dikeluarkan melalui ginjal, zat yang terkandung di dalamnya adalah zat makanan yang telah dicerna, diserap dan telah dimetabolisme oleh sel-sel dalam tubuh kemudian dikeluarkan melalui ginjal dan saluran kemih. Urine memiliki pengatur tubuh dan memiliki sifat penolak hama.

Pupuk organik cair yang diambil dari urine ternak ruminansia yang dilakukan fermentasi sebelum digunakan sebagai pupuk tanaman ramah lingkungan dinamakan biourine.

2. Kelebihan Pupuk Organik Cair Biourine

Supardi (2011, hlm. 3) Pupuk organik cair biourine memiliki berbagai manfaat, antara lain kemampuan untuk digunakan pada media pertumbuhan padat dengan cara merendamnya ke akar atau disemprotkan pada bagian tubuh tanaman.

Pupuk organik cair biourine menyediakan konsentrasi tinggi nitrogen, fosfat, kalium, dan air, serta bahan kimia perangsang pertumbuhan yang dapat digunakan sebagai pengatur pertumbuhan. Ini juga memiliki bau khas yang mirip dengan urine sapi, yang dapat menghalangi masuknya hama tanaman tertentu. Biourine lebih mudah diperoleh, tidak membahayakan tanah atau tanaman, dan memiliki solusi mengikat yang membuatnya langsung tersedia untuk tanaman ketika diterapkan. Selain itu, karena nutrisi telah terurai, biourine dapat diaplikasikan melalui akar atau daun tanaman, sehingga mudah diserap oleh tanaman (Duaja, 2012, hlm.2).

3. Kandungan Unsur Hara Urine Domba

Kandungan unsur hara urine berbeda-beda namun urine yang paling kaya akan nutrisi adalah urine domba. Terlihat pada Tabel 2.1 kandungan nutrisi N, P dan K dalam urine domba masing-masing mencapai 1.35%, 0.52% dan 2.10% (Rahma *et al.*, 2021, hlm. 55). Urine domba memiliki keunggulan kualitas yang lebih baik dibandingkan nutrisi yang terkandung pada urine sapi. Urine hewan ternak tersedia menjadi biourine yang mengandung nutrisi penting bagi tanaman.

Tabel 2.1

Kandungan Unsur Hara Urine Ternak

Ternak	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)	Air (%)
Domba	1.35	0.52	2.10	85
Kambing	1.50	0.30	1.80	85
Sapi	1.00	0.50	1.00	92

Sumber: Huda (2013, hlm.7)

Menggunakan urine domba secara langsung sebagai pupuk organik sebenarnya sudah cukup, namun untuk efek yang lebih baik sebaiknya urine domba dilakukan suatu proses terlebih dahulu. Artinya, urine domba harus difermentasi dengan kombinasi bahan lain yang dapat berfungsi sebagai penguat nutrisi tertentu yang memiliki efek sebagai pestisida. Kandungan nutrisi N, P dan K urine domba yang

telah difermentasi secara berturut-turut yaitu 2,11%, 1,1% dan 2,60% (Rosniawaty, 2015, hlm. 34).

4. Pemanfaatan Urine Domba sebagai Biourine

Jika semua limbah urine diresikulasi ke pertanian maka kadar N, P dan K yang terkandung dalam urine akan menjadi sumberdaya dan bukan menjadi pencemaran potensial bagi lingkungan. Jika dimanfaatkan pada tanah, urea pada urine akan berubah menjadi ion-ion amonia yang dapat ditransformasi menjadi gas amonia yang dapat menguap dan hilang, dan jika urine terdapat dalam tanah dapat dikonversi sebagai bakteri ototropis (nitrosomanas) menjadi ion-ion nitrit dan kemudia niktobakter menjadi ion-ion nitrat yang dapat digunakan didalam tanah.

Limbah urine domba dapat diolah menjadi biourine melalui proses fermentasi. Fermentasi adalah proses yang mengubah bahan organik menjadi bentuk yang lebih stabil yang dapat digunakan oleh mikroorganism, baik aerobik maupun anaerobik, dengan menggunakan bakteri fermentasi dan pengurai. Proses fermentasi urine domba menggunakan EM4, yang menyeimbangkan C (karbon) dan N (nitrogen) sebagai faktor kunci keberhasilan proses fermentasi.



Gambar 2.1

Fermentasi Biourine

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Metode pembuatan biourine domba dapat dilakukan dengan cara mencampurkan 10 liter urine domba, 2 kg limbah sayuran pakcoy, ½ kg jahe, ½ kg kunyit, ½ kg lengkuas, 100 ml EM4, ½ kg dolomit lalu aduk semua bahan yang telah dicampurkan, setelah itu melakukan proses aerasi pada campuran bahan yang

sedang difermentasi menggunakan aerator selama 4 jam sehari dalam waktu 14 hari.

Biourine domba siap digunakan setelah melalui proses fermentasi selama 14 hari. Selama proses fermentasi indikator warna urine berubah menjadi coklat kehitaman dan bau pada urine berkurang atau hilang. Beberapa ciri urine fermentasi adalah komposisi jumlah unsur haranya lebih banyak dibandingkan dengan urine nonfermentasi, dan biourine domba dapat digunakan sebagai nutrisi tanaman yang sebelum digunakan pada tanaman perlu dilakukan pengenceran terlebih dahulu.

5. Biourine Domba

Biourine domba merupakan pupuk organik cair yang dihasilkan oleh fermentasi kotoran hewan, yaitu urine domba. Biourine merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan ketersediaan, kecukupan, dan efisiensi penyerapan unsur hara pada tanaman. Hal ini disebabkan adanya mikroorganisme dalam biourine yang mendorong perkembangan tanaman. Bahan organik dalam biourine dapat meningkatkan kualitas kimia, fisik, dan biologis tanah. Hal ini juga sangat bermanfaat bagi petani untuk memotong biaya produksi pupuk selain menggunakan biourine.

Biourine diklasifikasikan sebagai pupuk organik cair (POC) karena tidak hanya mengandung unsur hara lengkap tetapi juga senyawa organik lain yang bermanfaat bagi tanaman, seperti asam humat, dan meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman, kesuburan tanah, serta sifat fisik dan kimia permukaan lahan kritis. Selain itu, konsumsi pupuk anorganik dapat dikurangi, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang disebabkan oleh penggunaannya. Asam fulvat mendukung dan memperbaiki struktur tanah, membantu aerasi akar, menjaga kelembaban tanah, merangsang perkembangan tanaman, dan menyuburkan tanah, selain memberikan nutrisi seperti kalium ke tanaman dan membantu pengiriman magnesium dan belerang.

Ilhamiyah *et al.*, (2021, hlm. 125) menyatakan bahwa biourine domba dapat meningkatkan kualitas tanah, menyuburkan tanaman, menjaga nutrisi tanah tetap stabil, dan meminimalkan limbah organik di lingkungan.

6. Pengaruh Pemakaian Biourine bagi Pertumbuhan Tanaman

Karena adanya bahan organik yang dapat meningkatkan kualitas kimia, fisik, dan biologi tanah, penggunaan pupuk organik cair biourine dapat menjadi solusi dalam mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan. Pupuk organik cair biourine, selain memberikan unsur hara NPK, juga dapat mengantarkan unsur hara mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah dibudidayakan secara agresif dengan pemupukan yang tidak seimbang. Peningkatan penggunaan pupuk anorganik tanpa mengembalikan bahan organik ke tanah mengganggu keseimbangan dan ketersediaan hara tanah. Karena tingginya biaya pupuk, pasokan terbatas, dan efektivitas pemupukan rendah, pemupukan tidak lagi secara signifikan meningkatkan hasil. Pupuk organik biourine dapat meningkatkan ketersediaan, kecukupan, dan efisiensi penyerapan nitrogen pada tanaman.

Ilhamiyah *et al.*, (2021, hlm. 120) menyebutkan bahwa pupuk organik cair biourine memiliki keunggulan sebagai berikut: a. menjaga kesetabilan unsur hara dalam tanah; b. menyuburkan tanaman; c. meningkatkan kualitas produk; d. mengurangi dampak lingkungan dari sampah organik; e. berkontribusi pada revitalisasi produktivitas lahan.

Manfaat memanfaatkan pupuk organik cair biourine dibandingkan pupuk organik padat adalah lebih mudah diberikan dengan cara disemprot atau disiram (Rohani *et al.*, 2017, hlm. 14).

7. Media Tanam yang Digunakan oleh Biourine

a. Definisi

Media tanam merupakan komponen krusial yang mempengaruhi proses pertumbuhan. Media tanaman mempengaruhi apakah tanaman tumbuh dengan baik atau buruk, yang pada gilirannya mempengaruhi hasil panen. Media itu sendiri menopang tanaman dengan menyediakan nutrisi dan ruang bagi akar tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Media pertumbuhan menyediakan sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Buana *et al.*, 2019, hlm.74).

Pertumbuhan tanaman pakcoy terpaut dari faktor internal dan eksternal, termasuk medianya. Ada korelasi antara ruang yang disediakan oleh media pertumbuhan akar dan ketebalan media pertumbuhan. Jika media tanamnya tebal, pertumbuhan akar dapat terstimulasi dan menembus hingga dasar media (Putra *et*

al., 2019, hlm.2). Selanjutnya, tingkat kandungan unsur hara pada media tanam dapat dipengaruhi oleh ketebalan media tanam. Diyakini bahwa semakin tebal media tanam, semakin banyak nutrisi yang tersedia. Namun jika media tanam terlalu tebal akan terjadi pemadatan tanah akibat tekanan dari substrat itu sendiri.

b. Manfaat Media Tanam

Safriani (2018, hlm. 2) menyatakan bahwa manfaat media tanam adalah sebagai berikut:

1) Sebagai Tempat Tumbuh Tanaman

Akar tanaman berkembang dalam media tanam. Interaksi antara akar media tanam dan tanaman merupakan salah satu variabel yang menentukan sukses atau tidaknya suatu tanaman. Media tanam mengandung oksigen dan nutrisi yang dapat diserap akar tanaman. Ini adalah salah satu dari beberapa elemen yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pengembangan akar.

2) Penyedia Unsur Hara bagi Tanaman

Media pertumbuhan berperan sebagai wadah bagi tanaman untuk menyerap unsur hara. Media pertumbuhan mengandung air, udara, dan mineral yang diserap tanaman melalui akarnya. Tanaman membutuhkan zat yang dikenal sebagai fitonutrien. Fitonutrien adalah bahan kimia yang dikonsumsi untuk metabolisme dan pertumbuhan tanaman.

c. Macam-macam Media Tanam yang Digunakan oleh Biourine

Media pertumbuhan organik memberikan beberapa keunggulan dibandingkan jenis media tanam lainnya, antara lain kualitas konstan, ringan, minim infeksi, dan kebersihan. Bahan organik jauh lebih unggul daripada bahan anorganik untuk digunakan sebagai lahan tanam karena dapat menjamin ketersediaan nutrisi tanaman. Manfaat lain dari penggunaan bahan organik adalah pori-pori hampir sama dalam hal ukuran makro dan mikro, menghasilkan sirkulasi udara yang efisien dan penyerapan air yang tinggi (Salwa, 2013, hlm. 5). Adapun media tanam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1) Tanah

Menurut Yuliprianto (2010, hlm. 2) tanah adalah suatu kondisi benda-benda alami yang terdapat pada kulit bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai akibat pelapukan batuan dan bahan-bahan organik sebagai akibat pelapukan

sis-sisa tumbuhan dan hewan yang merupakan tempat tumbuhnya tumbuhan dengan sifat-sifat spesifik yang terjadi sebagai akibat dari kombinasi faktor iklim, bahan induk, benda hidup, bentuk daerah, dan lamanya waktu pembentukan.

Tanah merupakan media pengembangan tanaman yang mengandung unsur hara. Tanah biasanya mengandung 13 dari 16 elemen dasar yang dibutuhkan untuk pengembangan tanaman. Tanaman membutuhkan lebih dari 60 nutrisi yang berbeda. 16 dari 60 nutrisi adalah elemen penting yang harus dimiliki tanaman agar dapat berkembang. Pengembangan tanaman dapat terhambat oleh kurangnya elemen. Tiga dari enam belas nutrisi berlimpah di alam adalah C (karbon), O (oksigen), dan H (hidrogen). Ketiga komponen ini didapat dari udara, tetapi kebutuhan air dapat dipasok oleh air penyiraman dan tanah (Ayub, 2010, hlm.12).

Tanaman akan tumbuh dan berkembang secara efektif jika kondisi tanah tempat tinggalnya memenuhi tuntutan kebutuhan nutrisi dan unsur hara. Unsur lingkungan seperti suhu, air, pH, dan kandungan mineral mempengaruhi kondisi tanah.

2) Kompos

Kompos adalah bahan organik yang telah terurai sebelum ditambahkan ke tanah. Kompos terdiri dari organisme mati seperti tumbuhan dan hewan, daun-daun yang gugur, rerumputan, limbah rumah tangga, jerami dan bahan-bahan lain yang mudah lapuk yang dapat digunakan sebagai komponen utama kompos. Kompos sendiri berperan sebagai sumber nutrisi bagi mikroorganisme seperti bakteri, protozoa dan kapang (Sipayung, 2018, hlm. 1).

3) Arang Sekam

Penambahan arang sekam ke media pertumbuhan meningkatkan karakteristik tanah dan meningkatkan efektivitas pemupukan. Arang juga dapat meningkatkan fitur fisik tanah seperti porositas dan aerasi, dan sangat baik dalam mengikat nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman selama kekuatan nutrisi, sehingga nutrisi dapat dilepaskan secara perlahan sesuai dengan tuntutan tanaman (Pratiwi *et al.*, 2017, hlm. 15).

C. Pertumbuhan Tanaman Sayuran Pakcoy

1. Pertumbuhan Tanaman

a. Definisi

Menurut Wayan (2016, hlm. 14) pertumbuhan adalah proses peningkatan jumlah sitoplasma seluler, yang ditandai dengan peningkatan ukuran, jumlah dan berat sel, serta menunjukkan sifat yang tidak dapat diubah. Pertumbuhan sering disertai dengan perubahan bentuk, dan dinyatakan secara kuantitatif (terukur).

Pertumbuhan yaitu prosedur kompleks yang melibatkan sintesis dan pemeliharaan protoplasma hidup. Perubahan bentuk selama pertumbuhan biasanya disertai dengan peningkatan volume. Peningkatan ukuran secara keseluruhan merupakan akibat dari pembesaran organ tumbuhan sebagai akibat dari peningkatan organisasi seluler yang disebabkan oleh peningkatan ukuran sel (Advinda, 2018, hlm. 124). Tumbuhan membentuk berbagai organ dalam proses pertumbuhannya, akar, batang dan daun termasuk organ vegetatif, sedangkan bunga, biji dan buah termasuk organ reproduksi.

Proses pertumbuhan dipicu oleh aktivitas jaringan meristematik, yaitu jaringan embrional yang membelah lebih jauh. Jaringan meristematik dipisahkan menjadi dua bagian: meristem apikal ujung akar dan ujung batang. Daerah meristem terlibat dalam pertumbuhan awal atau ekstensi batang atau akar (Advinda, 2018, hlm. 125).

b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman

Faktor perkembangan tanaman dapat diklasifikasikan ke dalam elemen internal dan eksternal, dan keduanya memainkan peran penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Berikut ini adalah deskripsi faktor internal dan eksternal:

1) Faktor Internal

Restuati (2019, hlm. 143) menyatakan bahwa faktor internal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah genetik, epigenetik dan pengatur tumbuh. Hal ini dirangsang oleh berbagai proses yang terjadi di dalam sel, seperti pembelahan, diferensiasi dan perpanjangan. Umumnya, faktor internal dalam tubuh adalah senyawa biokimia seperti hormon dan enzim.

Fitohormon adalah zat organik non-nutrisi yang aktif dalam jumlah yang sangat kecil, disintesis di bagian tanaman tertentu, dan sering ditransfer ke daerah lain dari tanaman di mana mereka dapat memicu perubahan morfologis. Menurut Rahni

(2012, hlm. 27) bakteri terpilih dari beberapa genera terbukti dapat merangsang pertumbuhan legum dan non legum, sehingga menimbulkan efek sebagai berikut:

a) Auksin

Hormon auksin hadir dalam jaringan meristem dan pada titik pertumbuhan batang dan selubung daun pertama dari tanaman monokotil yang disebut coleoptil, yang merupakan ujung akar (Restuati, 2019, hlm. 144). Ketika auksin terkena sinar matahari, mereka berubah menjadi zat yang membatasi perkembangan tanaman, menyebabkan batang menghadap matahari karena bagian yang tidak terkena sinar matahari tumbuh lebih cepat daripada yang ada (Safitri *et al.*, 2021, hlm. 22). Fungsi hormon auksin adalah sebagai berikut: (1) mengatur formasi daun; (2) mengatur perkembangan akar adventif; (3) mengatur dominasi apikal; (4) memacu proses pemanjangan sel; (5) merangsang terbentuknya xilem dan floem; dan (6) memfasilitasi gerak fototropisme dan geotropisme.

b) Giberelin

Giberelin adalah hormon yang mempengaruhi perkecambahan dan perkembangan sel melalui pemanfaatan sinar matahari dan membantu dalam penciptaan enzim amilase. Enzim amilase mempengaruhi pemecahan senyawa pati yang terkandung dalam endosperm dalam cadangan makanan (Safitri *et al.*, 2021, hlm. 23). Menurut Triani (2020, hlm. 147) giberelin berperan dalam perkembangan embrio, pertumbuhan daun, perkecambahan biji, pertumbuhan batang, perkembangan buah, perkembangan buah, dan diferensiasi akar. Giberelin tidak hanya merangsang pertumbuhan batang, tetapi juga terlibat dalam proses regulasi pengembangan tanaman seperti auksin. Fungsi hormon giberelin adalah untuk: (1) merangsang pertumbuhan daun dan batang; (2) menaikkan tinggi tanaman; (3) merangsang pertumbuhan tunas lateral dan tunas pada batang; (4) mengundurkan pematangan dan pemasakan; dan (5) memecah masa dormansi.

c) Sitokinin

Sitokinin adalah senyawa turunan adenin yang memiliki fungsi dalam pembelahan sel dan kontrol morfogenesis. Sitokinin digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan, mengubah metabolisme sel, dan mengaktifkan sel-sel yang tidak aktif. Fungsi utama mereka adalah untuk mendorong pembelahan sel (Rosniawaty *et al.*, 2018, hlm 32). Sitokinin memiliki fungsi dalam kultur jaringan

dengan mempromosikan pembentukan tunas dan meningkatkan pembelahan sel atau jaringan yang digunakan sebagai eksplan. Sitokinin digunakan dalam propagasi *in vitro* untuk memecah dormansi apikal dan mempromosikan percabangan tunas lateral dari ketiak daun (Karjadi *et al.*, 2008, hlm. 381). Fungsi hormon sitokinin adalah: (1) menghambat pengguguran daun, bunga dan buah; (2) merangsang pembelahan sel; (3) mengatur dominasi apikal; (4) menghambat daun menguning dengan menyediakan daun dengan kandungan protein dan klorofil yang seimbang; dan (5) memacu perkembangan kloroplas dan sintesis protein.

d) Asam Absisat

Asam absisat adalah penghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tujuan utama asam absisat adalah untuk memperlambat pembelahan dan pemanjangan pada titik pertumbuhan dan untuk menjaga benih tidak aktif (Roswanjaya *et al.*, 2020, hlm. 80). Asam absisat memiliki pengaruh kuat pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dosis tambahan IAA dapat menangkal efek asam absisat. Asam absisat juga dikenal sebagai hormon stres. Hal ini karena ketika tanaman sedang stres atau rentan terhadap stres. Asam absisat, misalnya, akan menghasilkan dalam jumlah besar ketika ada udara yang tidak mencukupi, suhu tinggi, atau tanah yang tinggi. Karena asam absisat, tanaman dapat mentolerir kondisi ini. Berikut ini adalah fungsi hormon asam absisat: (1) menghambat pembelahan sel; (2) mempertahankan tumbuhan; (3) merangsang pengguguran bunga; (4) dormansi biji; (5) regulasi stomata; dan (6) menunda perkembangan embrio pada biji.

e) Etilen

Etilen mempengaruhi perkembangan tanaman dan pematangan buah, terutama di bawah kondisi iklim, merespon stres biotik dan abiotik, dan mempengaruhi perkecambahan biji dan pemanjangan akar tanaman. Ini juga merupakan hormon yang mempengaruhi panjang aliran lateks pada tanaman karet (Andan *et al.*, 2017, hlm. 456). Tanaman menciptakan sejumlah besar etilen selama proses pematangan, yang juga diproduksi oleh jaringan dan organ tanaman lain seperti akar, batang, bunga, biji, daun, dan umbi (Bambang, 2020, hlm. 34). Fungsi hormon etilen adalah sebagai berikut: (1) mempercepat proses kematangan buah; (2) merangsang pertumbuhan akar dan batang; dan (3) menjadi inhibitor.

2) Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti adanya sinar matahari, suhu, kelembaban, curah hujan, dan angin (Puslitkoka, 2011, hlm. 25).

a) Cahaya Matahari

Dalam proses fotosintesis, sinar matahari berfungsi sebagai sumber energi. Tanaman menggunakan efek fotosintesis untuk tumbuh. Cahaya yang berlebih atau tidak mencukupi bagi tanaman dapat berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta kualitas tanaman. Namun, kecuali ada elemen pendukung lain yang membatasi pertumbuhan dan perkembangan, semakin banyak cahaya yang ditangkap tanaman per satuan luas daun, semakin besar kualitas produksi tanaman (Dede, 2021, hlm. 35).

b) Suhu

Suhu berdampak besar pada perkembangan tanaman karena mempengaruhi aktivitas enzim dan kadar air dalam tanaman. Suhu yang lebih tinggi menyebabkan lebih banyak transpirasi, sedangkan suhu yang lebih rendah membekukan air dan akar tanaman, menghambat pengambilan air, menyebabkan enzim berhenti melakukan proses kimiawi dan menghentikan metabolisme tanaman (Mooy *et al.*, 2021, hlm. 57).

c) Nutrisi

Tanaman membutuhkan nutrisi sebagai sumber energinya. Tanaman membutuhkan unsur hara makro seperti C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg dalam jumlah yang signifikan, sedangkan unsur hara mikro seperti B, Cu, Cl, Fe, Mo, Mn, dan Zn dalam jumlah kecil (Dedy *et al.*, 2021, hlm. 69). Unsur hara sendiri memiliki peran mempercepat pertumbuhan tunas, pemupukan tanah, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit.

d) Kelembaban

Kelembaban rendah meningkatkan transpirasi, penyerapan air dan nutrisi, dan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan untuk pengembangan tanaman. Kelembaban tinggi, di sisi lain, akan membatasi transpirasi, meningkatkan penyerapan nutrisi, mengurangi air dan nutrisi, mengurangi nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangan tanaman, dan menghambat pertumbuhan (Putri, 2021, hlm. 36).

e) Air

Air sangat penting bagi tanaman karena menyumbang 85-90% dari berat segar sel dan jaringan tanaman. Jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman ditentukan oleh spesiesnya. Air yang tidak memadai berdampak pada morfologi, anatomi, fisiologi, dan biokimia tanaman melalui gangguan asupan mineral dari tanah. Kelembaban dalam tanah berfungsi sebagai pelarut nutrisi, memungkinkan nutrisi mudah diserap oleh tanaman (Lili *et al.*, 2020, hlm. 5).

f) pH

Ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman sangat dipengaruhi oleh potensi hidrogen (pH). Tanah dengan pH asam termasuk Al, Mo, dan Zn, yang dapat meracuni tubuh tanaman, sedangkan tanah dengan pH basa mengandung kalsium, kalium, garam, dan magnesium. Ketika keadaan netral, media tanam tanah yang baik dihasilkan. Jika media pertumbuhan bersifat asam, taburkan kapur dolomit di atasnya. Gilingan teh dan pupuk kandang dapat digunakan jika tanahnya terlalu basa.

c. Hubungan Faktor Klimatik terhadap Pertumbuhan Tanaman

Kondisi iklim mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas pertanian, meningkat atau menurun. Suhu, sinar matahari, curah hujan, angin, dan kelembaban udara adalah semua elemen iklim. Parameter iklim yang diteliti dalam penelitian ini adalah intensitas cahaya, suhu lingkungan, kelembaban pH tanah, kelembaban tanah, dan kelembaban udara.

1) Intensitas Cahaya

Menurut Maghfiroh (2017, hlm. 56) intensitas cahaya mempengaruhi arah perkembangan akar serta penyebaran atau non-rotasi daun. Untuk melakukan fotosintesis, daun membutuhkan lebih banyak cahaya. Karena cahaya menghambat perkembangan batang, daerah yang teduh tumbuh lebih lama. Cahaya mempengaruhi pertumbuhan xilem dan karenanya pembentukan batang. Cahaya mempengaruhi tidak hanya proses fotosintesis, tetapi juga pertumbuhan organ-organ tertentu dan seluruh tanaman.

2) Suhu Lingkungan

Tanaman dapat tumbuh dan berkembang dalam kondisi optimal. Pertumbuhan tanaman akan terganggu pada suhu terendah, sedangkan pertumbuhan tanaman

akan terganggu pada suhu tertinggi, yang berpotensi menyebabkan tanaman mati. Tanaman menyerap sejumlah besar air dan membuang uap di lingkungan yang lembab. Ini dapat membantu pemanjangan sel dalam kasus-kasus seperti ini (Karmila *et al.*, 2019, hlm. 51).

3) Kelembaban pH Tanah

Tanah asam memiliki jumlah aluminium, sulfur, dan hidrogen yang tinggi, dan nutrisi tidak diambil secara memadai oleh tanaman, menghambat perkembangan tanaman yang sehat. Tanah dengan pH basa, di sisi lain, memiliki konsentrasi ion kalsium, natrium, kalium, dan magnesium yang tinggi. Kehadiran mikroorganisme tanah memiliki dampak tidak langsung yang signifikan terhadap pH tanaman (Arini *et al.*, 2018, hlm. 21).

4) Kelembaban Tanah

Jumlah air yang ditahan di antara pori-pori tanah disebut kelembaban tanah. Kelembaban tanah sangat dinamis, didorong oleh penguapan, transpirasi, dan osmosis di dekat permukaan tanah. Curah hujan, jenis tanah, dan evapotranspirasi adalah semua faktor yang mempengaruhi kelembaban tanah, dan kelembaban tanah berdampak pada ketersediaan air dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. (Karyati *et al.*, 2018, hlm. 104).

5) Kelembaban Udara

Jumlah uap air di udara disebut sebagai kelembabannya. Tanaman membutuhkan kelembaban agar tubuhnya tidak mengering karena penguapan. Tingkat penguapan atau transpirasi dipengaruhi oleh kelembaban udara. Jika kelembabannya rendah, laju transpirasi meningkat, seperti halnya penyerapan air dan mineral. Ini akan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pengembangan tanaman. Jika kelembaban udara tinggi, laju transpirasi rendah, dan penyerapan nutrisi juga rendah, ketersediaan nutrisi untuk pengembangan tanaman berkurang, dan pertumbuhan terhambat.

d. Karakteristik Pertumbuhan Tanaman

Karakteristik pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari morfologi tumbuhan. Morfologi yang dapat diamati yaitu bentuk daun, jenis daun, susunan daun, tinggi batang, jumlah daun, bentuk batang, percabangan batang, sistem akar dan bentuk akar.

e. Fase Pertumbuhan Tanaman

Fase perkecambahan, fase vegetatif, dan fase generatif adalah tiga tahap pertumbuhan tanaman (Asriani, 2019, hlm. 29).

1) Fase Perkecambahan

Munculnya dan perkembangan radikel dan plumules dari biji atau biji disebut sebagai perkecambahan. Biji yang berkecambah dibedakan secara visual dan morfologis dengan munculnya radikel dan plumula dari biji (Marthen *et al.*, 2013, hlm. 11). Perkecambahan terjadi dalam dua tahap, tergantung pada lokasi katiledon: perkecambahan hipogeal dan perkecambahan epigeal. Perkecambahan hipogeal terjadi ketika benih tetap terkubur di bawah tanah, sedangkan perkecambahan epigeal terjadi ketika benih naik ke permukaan tanah (Dewi, 2017, hlm. 3). Beberapa langkah terlibat dalam mekanisme perkecambahan. Perkecambahan dimulai dengan proses pengambilan air oleh biji yang diatur oleh filum, kalaza, endosperma, dan mikropil untuk melunakkan biji atau kulit biji dan menambahkan air ke protoplasma untuk mencairkannya sehingga terjadi aktivitas sel, enzim, dan biji, serta peningkatan respirasi, yang menyebabkan pembelahan sel dan penetrasi radikula kulit biji. Pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak diikuti oleh pergeseran ke titik pertumbuhan dan proses anabolik zat yang terurai selama fase pengembangan. Titik ini menghasilkan energi untuk membuat komponen. Fase terakhir adalah proses pertumbuhan, yang meliputi perkecambahan, pembelahan sel, dan ekspansi sel (Maman, 2021, hlm. 21).

2) Fase Vegetatif

Pertumbuhan tanaman vegetatif ditandai dengan pembentukan akar, daun, dan batang baru. Resistensi trofik ini terkait dengan tiga proses penting: pembelahan sel, pemanjangan sel, dan pengembangan jaringan. Fase vegetatif biasanya membutuhkan lebih banyak air daripada fase generatif, dan fase pematangan membutuhkan lebih banyak air.

Pertumbuhan tanaman diklasifikasikan menjadi dua jenis: pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder. Proses di mana jaringan meristematik dasar di akar atau ujung batang berkembang dan berdiferensiasi menjadi sel-sel dengan struktur dan fungsi spesifik untuk menghasilkan komponen tanaman baru, seperti meningkatkan jumlah daun, batang, dan akar, dikenal sebagai pertumbuhan primer. Pertumbuhan

sekunder menyebabkan komponen tanaman menjadi lebih besar. Beberapa mekanisme pertumbuhan sekunder termasuk kambium vaskular membelah ke luar untuk menghasilkan floem dan ke dalam untuk menghasilkan xilem, batang atau parenkim akar antara pembuluh membelah ke luar untuk membentuk dermis, dan panjang dan lebar daun meningkat (Malihatun, 2020, hlm. 30).

3) Fase Generatif

Fase generatif adalah fase pertumbuhan di mana sebagian besar karbohidrat yang dihasilkan oleh fotosintesis disimpan. Karbohidrat ini digunakan dalam pengembangan bunga, buah-buahan, dan biji-bijian, serta perluasan dan pemeliharaan penyimpanan makanan dan struktur cadangan. Pada tahap ini, kegiatan seperti pembuatan sel, penebalan serat, pematangan jaringan, sintesis hormon untuk pengembangan kuncup bunga, bunga, biji, dan buah-buahan, pembentukan koloid hidrofilik, dan perkembangan sel berlangsung (Pratiwi, 2019, hlm. 9).

2. Tanaman Sayuran Pakcoy

a. Tanaman Sayuran

Tanaman sayuran adalah tanaman yang disajikan sebagai lauk atau sebagai pelengkap makanan utama (Astuti *et al.*, 2016, hlm. 116). Tanaman sayuran semua bagian-bagiannya baik daun, buah, biji dan batang bisa dikonsumsi dalam bentuk segar ataupun olahan dan tanaman sayuran pun dapat dibudidayakan sendiri disekitar pekarangan rumah.

Beberapa jenis sayuran ada yang berasal dari akar (wortel), buah-buahan (tomat), daun (pakcoy), biji (buncis), mekar (kembang kol), dan sebagainya. Sayuran, tidak seperti pohon buah-buahan, memiliki masa hidup yang relatif terbatas. Karena tanaman sayuran sering dikonsumsi segar, pengelolaannya lebih canggih daripada spesies pertanian lainnya.

Husen *et al.*, (2021, hlm. 3) menyatakan bahwa karakteristik umum tanaman sayuran adalah sebagai berikut:

- 1) Memiliki warna yang beragam;
- 2) Umurnya pendek;
- 3) Mengalami proses pemasakan terlebih dahulu sehingga mudah dicerna;
- 4) Pengolahan mempengaruhi kandungan gizi;

- 5) Memiliki kadar air tinggi yaitu 95%;
- 6) Tidak dikonsumsi sebagai makanan utama;
- 7) Termasuk kedalam tanaman hortikultura;
- 8) Mudah layu dan membusuk;
- 9) Digunakan sebagai bahan makanan dan minuman.

Klasifikasi tanaman sayuran berdasarkan bagian tanaman yang dikonsumsi (Husen *et al.*, 2021, hlm. 7):

- 1) Sayuran umbi yang dimanfaatkan bagian umbinya seperti bawang merah, bawang putih, kentang, lobak dan wortel. Sayuran umbi sendiri tumbuh dibawah tanah sehingga perlu dicuci terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.
- 2) Sayuran berbuah memiliki masa pertumbuhan yang panjang karena melewati dua tahap pertumbuhan dari tahap vegetatif hingga berbuah. Sayuran buah yang dapat dimakan, yaitu buahnya seperti terong, cabai, buncis, timun dan tomat.
- 3) Sayuran daun memanfaatkan daunnya untuk dimakan. Biasanya sayuran hijau memiliki bagian yang digunakan untuk dimakan. Sayuran daun yang dapat dimakan seperti pakcoy, bayam, sawi, slada, kubis dan kangkung.

b. Definisi Tanaman Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah sayuran dari keluarga *Brassicaceae*. Pecinta pakcoy di Indonesia tumbuh dari tahun ke tahun karena meningkatnya pemahaman masyarakat tentang nutrisi dan rasa makanan. Pakcoy memiliki tampilan yang khas, dengan batang dan daun yang lebih kecil dari daun sawi.

c. Klasifikasi Tanaman Pakcoy



Gambar 2.2

Tanaman Pakcoy

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Menurut Suhardiyanto dan Purnama (2011) dalam Kevin (2020, hlm. 9) tanaman pakcoy memiliki sistem klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rhoadales
Famili : Brassicaceae
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica rapa* L.

d. Morfologi Tanaman Pakcoy

Tanaman pakcoy memiliki sistem akar tunggang dengan cabang akar elips yang menyebar ke segala arah dan kedalaman 30-40 cm, yang berfungsi untuk menampung air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Batang tanaman pakcoy pendek dan beruas. Batang tanaman pakcoy adalah jenis batang semu (hampir tidak terlihat) karena pelepah tanaman tumbuh berdekatan dan padat secara konsisten. Daun tanaman pakcoy berbentuk oval dan rona hijau gelap berkilau. Daunnya tidak membentuk kepala dan tumbuh sedikit tegak atau setengah horizontal. Daun pakcoy disusun dalam spiral yang ketat dan terhubung ke batang. Tangkai daun tanaman pakcoy berdaging, gemuk, dan berwarna hijau muda. Bunga tanaman pakcoy termasuk empat mahkota kuning, empat benang sari, empat kelopak, dan satu putik berongga dua. Buah tanaman pakcoy adalah polong memanjang dan berongga. Setiap buah terdiri antara 2 dan 8 butir. Benih tanaman pakcoy kecil, bulat, coklat hingga hitam, dengan permukaan halus, keras, dan mengkilap (Kevin, 2020, hlm. 9).

e. Kandungan Gizi Tanaman Pakcoy

Perwtasari *et al.*, (2012, hlm. 6) menyatakan kehadiran batakaroten dalam pakcoy telah dikaitkan dengan pencegahan katarak. Pakcoy menyediakan berbagai nutrisi, termasuk protein, lemak, sayuran, karbohidrat, serat, kalsium, magnesium, garam, vitamin A, dan vitamin C.

Tanaman pakcoy menyediakan berbagai vitamin dan garam mineral penting yang dibutuhkan tubuh, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2
Kandungan Gizi Setiap 100 g Tanaman Pakcoy

KOMPOSISI	JUMLAH
Protein	2.30 g
Lemak	0.30 g
Karbohidrat	4.00 g
Vitamin E	0.70 mg
Kalsium	1.20 g
Vitamin B2	0.09 mg
Kalium	220.0 mg
Vitamin A	2.90 mg
Besi	38.40 mg
Vitamin B3	0.10 mg
Serat	1.20 g
Natrium	20.0 mg
Vitamin B1	969.00 mg
Fosfor	220.50 mg
Energi	22.0 kal

Sumber: Sutirman (2011, hlm. 8)

f. Manfaat Tanaman Pakcoy

Menurut Fahrudin (2009, hlm. 7) tanaman pakcoy dapat mengurangi batuk gatal, menyembuhkan penyakit kepala, bertindak sebagai pembersih darah, meningkatkan fungsi ginjal, dan kemudian meningkatkan dan mempercepat proses pencernaan.

Tingkat vitamin A tanaman pakcoy cukup tinggi. Vitamin A membantu menjaga kornea mata tetap sehat. Mata normal memancarkan lendir, cairan kental dan kenyal yang dihasilkan oleh sel epitel mukosa yang membantu pencegahan infeksi. Vitamin E, yang terkandung dalam tanaman pakcoy, bekerja sebagai antioksidan utama dalam sel dan membantu melawan penuaan (Haryanto *et al.*, 2007, hlm. 8).

g. Syarat Tumbuh Tanaman Pakcoy

Tanaman pakcoy adalah tanaman semusim yang dapat dipanen sekali saja. Pakcoy dapat dipanen 40-60 hari setelah tanam (dari biji) atau 25-30 hari setelah tanam (dari bibit) (Prastio, 2015, hlm. 23). Tanaman pakcoy dapat dibudidayakan di lingkungan dataran tinggi dan dataran rendah. Pakcoy tahan terhadap curah hujan, oleh karena itu dapat ditanam sepanjang tahun, namun penyiraman tanaman secara konstan diperlukan selama musim kemarau.

D. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3
Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Keterangan Penelitian
1.	Agus Nurawan dan Dian Histifarina (2018)	Judul Penelitian : Pengkajian Penggunaan Biourine terhadap Pertumbuhan Bunga Krisan (<i>Dendranthema grandiflora Tzvelv</i>)
		Tempat Penelitian : Desa Lengensari, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Sukabumi.
		Metode Penelitian : Uji T untuk membandingkan antara perlakuan biourine dan non-biourine.
		Hasil Penelitian : Pengaruh perlakuan biourine pada lebar daun sangat berpengaruh. Namun perlakuan biourine ini tidak berpengaruh terhadap diameter batang dan panjang daun.
		Persamaan : 1. Menggunakan pupuk organik cair biourine domba. 2. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh biourine domba terhadap pertumbuhan tanaman.
Perbedaan : 1. Tanaman yang diteliti pada penelitian ini adalah bunga krisan.		
2.	Ayu Sehlvia, Reni Suryanti dan Maya Purwanti (2021)	Judul Penelitian : Pengaruh Pemanfaatan Biourine terhadap Tanaman Sayuran Sawi di Desa Parungseah Kecamatan Sukabumi Kabupaten Sukabumi
		Tempat Penelitian : Di Desa Parungseah Kecamatan Sukabumi Kabupaten Sukabumi
		Metode Penelitian : Menggunakan (RAK) dengan 3 perlakuan dan 4 pengulangan.
		Hasil Penelitian : Pemberian biourine 300 ml ialah rata-rata tertinggi yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun dan berat panen.
		Persamaan : 1. Menggunakan pupuk organik cair biourine domba. 2. Parameter data utama yang diukur. 3. Analisis data menggunakan uji ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikan 5%.
Perbedaan : 1. Konsentrasi urine yang digunakan. 2. Tanaman yang diteliti pada penelitian ini adalah tanaman sawi. 3. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).		

No.	Nama Peneliti	Keterangan Penelitian
3.	Suhenda, Reni Nurjasmu dan Ayu Vandira Candra Kusuma (2021)	Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Urin Domba terhadap Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa L.</i>) dengan Sistem Sumbu
		Tempat Penelitian : Di Balai Penyuluhan Pertanian Kecamatan Karangbahagia, Kabupaten Bekasi.
		Metode Penelitian : Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial yang terdiri dari 5 perlakuan dan diulang sebanyak 4 ulangan.
		Hasil Penelitian : Konsentrasi pupuk organik cair urine domba berpengaruh nyata terhadap tanaman pakcoy pada sistem sumbu dengan konsentrasi urine optimal yang diberikan yaitu 25 ml/liter air dengan menghasilkan tinggi tanaman dan jumlah daun tertinggi.
		Persamaan : 1. Menggunakan pupuk organik cair biourine domba. 2. Parameter data utama yang diukur. 3. Tanaman yang digunakan tanaman pakcoy.
		Perbedaan : 1. Penelitian ini menggunakan sistem sumbu. 2. Metode penelitian yang digunakan.
4.	Baiq Parasmita Tri Anjani, Bambang Budi Santoso dan Sumarjan (2022)	Judul Penelitian : Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (<i>Brassica rapa L.</i>) Sistem Tanam Wadah pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing
		Tempat Penelitian : Desa Padamara, Lombok Timur.
		Metode Penelitian : Metode eksperimental menggunakan polibag di ruangan terbuka. Menggunakan RAK non faktorial yang terdiri dari 5 perlakuan dan diulang sebanyak 5 ulangan.
		Hasil Penelitian : Terdapat pengaruh pemberian pupuk kascing terhadap pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy. Dengan dosis 125 gr/tanaman memberikan hasil terbaik pada semua parameter data utama.
		Persamaan : 1. Parameter data utama yang diukur. 2. Tanaman yang digunakan tanaman pakcoy. 3. Analisis data menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikan 5%.
		Perbedaan : 1. Jenis pupuk yang digunakan berbeda.

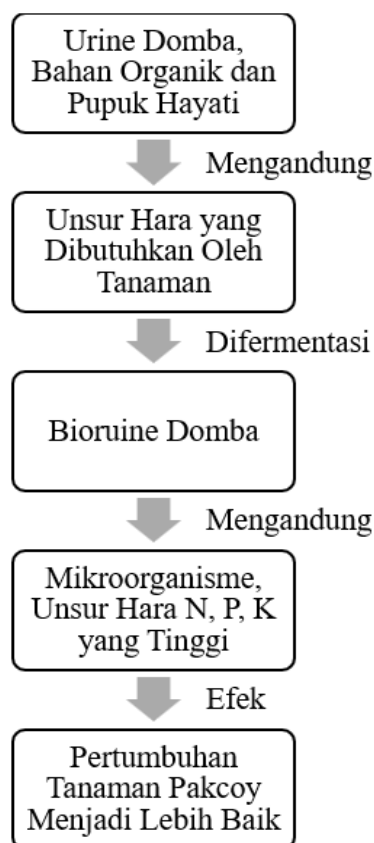
No.	Nama Peneliti	Keterangan Penelitian
		2. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).
5.	La Sarido dan Junia (2017)	<p>Judul Penelitian : Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa L.</i>) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair pada Sistem Hidroponik</p> <p>Tempat Penelitian : Jalan Poros Bontang KM 2 Kab. Kutai Timur.</p> <p>Metode Penelitian : Menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 6 kali. Dengan data yang diperoleh menggunakan uji ANOVA dan BNT pada taraf 5%.</p> <p>Hasil Penelitian : Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk organik cair nasa tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi batang, panjang daun dan lebar daun. Tetapi menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter lebar daun, jumlah daun dan berat basah dengan konsentrasi terbaik 6 cc/liter air.</p> <p>Persamaan : 1. Parameter data utama yang diukur. 2. Tanaman yang digunakan tanaman pakcoy. 3. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap.</p> <p>Perbedaan : 1. Jenis pupuk yang digunakan berbeda. 2. Penelitian ini menggunakan sistem hidroponik.</p>

Bedasarkan uraian penelitian terdahulu yang berkaitan dengan biourine domba terhadap pertumbuhan tanaman. Secara umum, korelasi antara lima penelitian telah dilakukan yang berkaitan dengan penelitian masa depan penulis. Identifikasi kandungan biourine domba terhadap pertumbuhan tanaman salah satu faktor penelitian yang memiliki arti yang sangat dekat dengan pertumbuhan tanaman pakcoy.

E. Kerangka Pemikiran

Urine domba lebih bernutrisi daripada fesesnya. Kandungan nutrisi N, P dan K dalam urine domba masing-masing 1.35%, 0.52%, 2.10%. Urine domba memberikan manfaat kualitatif yang unggul dibandingkan urine sapi dalam hal kandungan nutrisi. Urine hewan ternak digunakan sebagai biourine melalui proses fermentasi yang melibatkan suatu mikroorganisme. Biourine itu sendiri mengandung nutrisi penting yang dibutuhkan tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan pupuk organik cair biourine domba yang memiliki kemampuan untuk mengatasi terjadinya defisiensi unsur hara dan menyuplai hara dengan cepat, yang nantinya akan mempengaruhi pertumbuhan sayuran, khususnya sayuran pakcoy.

Bedasarkan uraian di atas kerangka pemikiran dibawah ini untuk mempermudah dalam memahami kajian teori.



Gambar 2.3

Kerangka Pemikiran

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

F. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Tumbuhan memerlukan nutrisi yang cukup memadai dan seimbang agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

2. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini antara lain didasarkan pada kerangka berpikir dan asumsi:

- a. H_0 = Pemberian biourine yang diperkaya pupuk hayati tidak efektif bagi pertumbuhan tanaman pakcoy pada konsentrasi tertentu.
- b. H_1 = Pemberian biourine yang diperkaya pupuk hayati efektif bagi pertumbuhan tanaman pakcoy pada konsentrasi tertentu.

G. Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Pembelajaran Biologi

Temuan penelitian ini dapat menjadi gambaran atau contoh bagi siswa dalam proses pembelajaran biologi materi inti tentang pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama tanaman pakcoy. Temuan penelitian ini berisi informasi pupuk organik cair biourine domba, cara pembuatan biourine dari urine domba, pupuk hayati, perkembangan tanaman, variabel yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, tahap pertumbuhan tanaman, ciri pertumbuhan, dan tanaman pakcoy. Hubungan antara temuan penelitian dan proses pembelajaran adalah bahwa temuan penelitian ini dapat menjadi gambaran atau contoh nyata tentang bagaimana pengaruh faktor internal dan eksternal mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Informasi dari penelitian ini dapat digunakan untuk proses mengajar pembelajaran biologi Kompetensi Dasar Kelas XII Semester Ganjil yang berisi materi ajar pertumbuhan dan perkembangan tanaman berdasarkan Kurikulum 2013 (KD) 3.1 Menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, dan (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 RPP yang dapat dilihat pada lampiran 1.