

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi

Selada keriting (*Lactuca sativa* L.) merupakan sayuran daun yang berasal dari iklim sedang. Sejarah mengatakan bahwa tanaman selada keriting ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu. Tanaman selada keriting bukan tanaman asli Indonesia, tanaman ini berasal dari kawasan Amerika (Hakim, Sumarsono, dan Sutarno, 2019). Deskripsi tanaman selada keriting Varietas *New Grand Rapid* (Keputusan Menteri Pertanian Nomor 198/Kpys/SR.120/3/2006) tertera pada Lampiran 3. Klasifikasi tanaman selada menurut Zulkarnain (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatofita
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Asterales
Famili	: Asteraceae
Genus	: <i>Lactuca</i>
Spesies	: <i>Lactuca sativa</i> L.



Gambar 1. Tanaman selada keriting
(Sumber: Rangkuti, 2024)

Jamilah dan Bukhari (2022) memaparkan morfologi tanaman selada keriting sebagai berikut :

1. Daun

Setiap varietas tanaman selada keriting memiliki bentuk, ukuran dan warna daun yang berbeda. Jenis selada keriting memiliki daun yang berbentuk bulat panjang dengan bagian tepi daun bergerigi (keriting) serta memiliki warna yang bervariasi diantaranya hijau tua, hijau terang, dan merah dalam setiap helainya. Tangkai daun selada keriting kuat dan halus dengan ukurannya yang lebar, dan tulang-tulang daunnya menyirip. Umumnya ukuran daun tanaman selada keriting berkisar pada 20 hingga 25 cm dengan lebar 15 cm atau lebih.

2. Batang

Tanaman selada keriting memiliki batang sejati yang panjang dan terlihat. Sifat batangnya tegap, kokoh, dan kuat dengan ukuran diameter berkisar antara 5,6 hingga 7 cm.

3. Akar

Sistem perakaran tanaman selada keriting adalah tunggang dan serabut. Akar serabutnya menempel pada batang, tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20 hingga 50 cm atau lebih. Akar tunggang tanaman ini tumbuh lurus ke pusat bumi serta tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi tanah yang subur, gembur, dan mudah menyerap air.

4. Buah dan biji

Tanaman selada keriting juga memiliki buah yang berbentuk polong yang di dalamnya terdapat biji-biji dengan ukuran yang sangat kecil. Biji tanaman selada keriting ini berbentuk lonjong pipih , berbulu, agak keras, berwarna coklat serta ukurannya sangat kecil yaitu berada pada kisaran panjang 4 mm dengan lebar 1 mm. Biji selada keriting ini merupakan biji tertutup dan berkeping dua, dapat digunakan untuk perbanyakan tanaman.

5. Bunga

Bunga tanaman selada keriting berwarna kuning, tumbuh lebat dalam satu rangkaian, dan memiliki tangkai bunga dengan panjang yang bisa mencapai 80 cm atau lebih.

2.1.2 Syarat tumbuh

Syarat tumbuh tanaman selada keriting adalah dapat tumbuh di dataran tinggi. Namun pertumbuhan tanaman selada keriting yang optimal yaitu pada lahan yang subur dan banyak mengandung humus, tekstur tanah berupa pasir dengan total pH berkisar antara 5 hingga 6,5. Tanaman selada keriting dapat dibudidayakan di daerah dengan ketinggian 1.000 hingga 1.900 meter di atas permukaan laut (mdpl). Suhu yang optimal dalam budidaya tanaman selada keriting berkisar antara 15°C hingga 28 °C, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi dari 30°C dapat menghambat pertumbuhan, merangsang tumbuhnya tangkai bunga (bolting), serta menyebabkan cita rasa pahit pada daun tanaman selada keriting. Curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman selada keriting berkisar antara 1.000 hingga 1.500 mm/tahun dengan kisaran kelembapan 80% hingga 90% (Asprillia, Darmawati, dan Slamet, 2018).

2.1.3 Pupuk guano

Pupuk merupakan unsur-unsur esensial baik berupa makro maupun mikro yang tersedia dalam bentuk komponen organik atau anorganik yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup tanaman. Pupuk organik merupakan pupuk yang diproses secara organik dari limbah-limbah organik berupa kotoran hewan, sampah, sisa tanaman, serbuk gergaji kayu, dan lumpur aktif. Kualitas pupuk yang berasal dari bahan tersebut tergantung pada proses yang diberikan (Azai, Hafizah, dan Mahdiannoor, 2018). Pupuk organik dapat menjadi pelengkap untuk memenuhi unsur hara makro dan mikro bagi tanaman, memperbaiki tekstur tanah, struktur tanah serta menggemburkan tanah. Pupuk organik memiliki kadar hara yang relatif rendah dan sangat bervariasi, sehingga manfaatnya bagi tanaman berlangsung dalam jangka panjang. Penggunaan pupuk organik perlu dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan takaran yang rendah (Hartatik, Husnain, dan Widowati, 2015). Penggunaan pupuk organik juga dapat meningkatkan agregat tanah. Stabilitas agregat tanah yang meningkat sangat penting dalam menjaga kesehatan tanah. Agregat tanah yang stabil menciptakan pori-pori tanah yang baik, yang memungkinkan pertukaran udara dan air optimal sehingga mendukung pertumbuhan akar tanaman, aktivitas mikroorganisme tanah, dan siklus nutrisi yang

sehat. Selain itu tanah yang sehat dan stabil lebih tahan terhadap erosi dan degradasi, sehingga menjamin produktivitas pertanian jangka panjang (Mendrofa dan Gulo, 2024).

Salah satu pupuk organik yang digunakan dan dimanfaatkan untuk budidaya adalah pupuk guano. Pupuk guano merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran kelelawar dan mengandung banyak unsur hara seperti nitrogen dan fosfor yang baik dalam mendukung pertumbuhan serta hasil produksi tanaman. Selain itu pupuk guano dapat merangsang pertumbuhan akar, memperkuat bagian batang tanaman serta merangsang kematangan buah (Raharjo dan Eko, 2021).



Gambar 2. Pupuk guano
(Sumber: Anonim, 2016)

Pada lahan marginal aplikasi pupuk guano dapat meningkatkan unsur hara berupa N, P, serta menetralkan pH tanah sehingga akar tumbuh dengan cepat. Selain itu ketersediaan unsur hara N pada pupuk guano juga dapat memberikan peningkatan pada pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman, batang, dan jumlah daun (Santi, Jumini, dan Syafruddin, 2023). Namun kandungan C/N yang dimiliki oleh pupuk guano dari kotoran kelelawar ini masih sangat rendah sehingga diperlukan penambahan bahan organik lain yang mengandung C/N yang tinggi untuk menaikkan C/N rasio agar mendekati C/N tanah, yaitu dengan penambahan jerami dan dedak (Hayanti, Yuliani, dan Fitrihidayati, 2014).

Pupuk guano merk *alitura organics bat guano* merupakan salah satu pupuk organik yang menyediakan komponen nitrogen penting dalam rasio NPK 9-6-1 yang dapat digunakan untuk solusi permasalahan dalam budidaya tanaman.

Berdasarkan SNI 7763:2024 syarat mutu pupuk organik padat hara makro N, P, dan K minimal 2%. Kandungan pupuk guano yang tertera pada kemasan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia sehingga sudah layak diperjual belikan.

2.1.4 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum adalah spesies cendawan yang tersebar luas, mudah, dan umum ditemui pada ekosistem tanah, akar tanaman, daun tanaman, kayu yang membusuk, serta bahan organik tanaman lainnya. *Trichoderma harzianum* Gambar 3 adalah cendawan yang hidup bebas, umum ditemui pada ekosistem tanah dan akar tanaman yang sehat sehingga dapat bermanfaat bagi tanaman serta mampu menyerang patogen yang ada disekitar perakaran tanaman. *Trichoderma harzianum* merupakan cendawan penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan (Nurahmi, Susanna, dan Sriwati, 2012). *Trichoderma harzianum* merupakan jenis cendawan nonmikoriza yang hidup diberbagai habitat dan ditemukan hampir disemua macam tanah (Nurahmi, et al., 2012; Mukarlina, Khotimah, dan Rianti, 2010).

Menurut Erdiansyah dan Anugerah (2023) *Trichoderma harzianum* secara makrokopis mulanya miselium berwarna putih lalu menjadi hijau muda dan selanjutnya menjadi hijau tua, pada hari ke 7 setelah inokulasi miselium akan tumbuh memenuhi cawan petri. Koloni pada media PDA berwarna hijau muda sampai hijau tua. Pertumbuhan miselium membentuk lingkaran seperti cincin yang dipenuhi warna hijau dengan batas yang jelas. *Trichoderma harzianum* membentuk dua lapis cincin lingkaran. Permukaan konidia halus dan pertumbuhan hifanya terlihat rapat dan menyebar ke segala arah. *Trichoderma harzianum* memiliki konidiofor jamur bercabang. Tangkai *filialid* pendek dengan ujung yang mengerucut, sedangkan konidianya berbentuk *globuse* (bulat) dan terdapat juga yang berbentuk *oval* tumbuh pada *filialid*, bersel satu dan ada juga yang terbentuk secara berkelompok, berwarna hijau agak keputihan dan ada pula yang berwarna hijau terang.

Klasifikasi *Trichoderma harzianum* adalah sebagai berikut: (Artiwi, 2023)

Kingdom : Fungi
 Divisi : Ascomycota
 Kelas : Sordariomycetes
 Ordo : Hypocreales
 Famili : Hypocreaceae
 Genus : *Trichoderma*
 Spesies : *Trichoderma harzianum*



Gambar 3. Struktur mikroskopis (1) dan koloni *Trichoderma harzianum* (2)
 (Sumber: Tecnologia Horticola 2022) DP

Trichoderma harzianum yang digunakan dalam percobaan ini menggunakan produk Trichoderma+ yang didapatkan dari toko *e-commerce*. Beberapa kandungan mikroba yang terdapat pada kemasan produk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan mikroba pada kemasan produk *Trichoderma+*

NO	Mikroba	Jumlah
1.	<i>Trichoderma harzianum</i>	$5,1 \times 10^7$ CFU/g
2.	<i>Rhizobium</i> sp	$3,2 \times 10^8$ CFU/g
3.	<i>Azetobacter</i> sp	$4,1 \times 10^8$ CFU/g
4.	<i>Bacillus subtilis</i>	$6,2 \times 10^8$ CFU/g
5.	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	$4,3 \times 10^8$ CFU/g
6.	<i>Aspergillus niger</i>	$7,1 \times 10^7$ CFU/g

Rhizobium sp., berperan penting dalam proses fiksasi nitrogen, mengubah nitrogen di atmosfer menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Ningrum dan Septya, 2022). *Azotobacter* adalah bakteri tanah nonsimbiotik yang berperan sebagai pupuk hayati, menambat nitrogen dari udara menjadi amonia untuk menyuburkan tanah, menghasilkan fitohormon (seperti auksin dan sitokinin) yang memacu pertumbuhan akar tanaman (Ningrum dan Septya, 2022). *Bacillus subtilis* adalah bakteri tanah yang berfungsi sebagai agens pengendali hayati (biopestisida) untuk menekan patogen tanaman. *Pseudomonas fluorescens* adalah bakteri tanah yang sangat populer dalam bidang pertanian sebagai agen pengendali hayati (biopestisida) dan pupuk hayati (biofertilizer). *Aspergillus niger* berperan sebagai jamur pelarut fosfat dan agen biokontrol. Jamur ini menghasilkan enzim dan asam organik yang mengubah fosfat terikat di dalam tanah menjadi bentuk yang mudah diserap akar, serta memproduksi senyawa yang membantu tanaman bertahan saat kekeringan dan menekan pertumbuhan jamur patogen (Salas-Marina, 2011).

Trichoderma harzianum sebagai agen pengendali hayati memiliki sifat mikoparasitisme, antibiosis, dan kemampuan bersaing dengan patogen (Pani, Kumar, dan Sharma, 2021). *Trichoderma* dapat menghasilkan fitohormon seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) yang dapat bertindak langsung untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Aoumria, Malika, dan Abderrahmane, 2022). *Indole Asetic Acid* (IAA) berperan sebagai salah satu hormon yang sangat penting selama pembentukan dan pertumbuhan vegetatif tanaman (Astriani dan Murtiyaningsih, 2018). Fitohormon ini bekerja dengan memperkuat atau mempercepat perkembangan sistem akar dan bagian udara tanaman. Selain itu Saxena, Raghuwanshi, dan Singh, (2015) menyatakan bahwa dalam konsentrasi rendah *Trichoderma* mampu membunuh mikroba lain karena jamur ini berpotensi menghasilkan racun (antibiotik). Keragaman antibiotik ini telah menunjukkan berbagai aktivitas melawan sel prokariota dan eukariota mikroba lain. *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu spesies *Trichoderma* yang memproduksi metabolit sekunder yang mengandung zat-zat antifungal yang dapat merusak dinding sel. *Isosharzianic acid* (asam harzianic) dan *trichoharzin* merupakan produk

metabolit sekunder yang dihasilkan dari *Trichoderma harzianum* (Vinale *et al.*, 2014).

Trichoderma mempunyai beberapa dampak secara langsung dan tidak langsung pada tanaman karena memiliki efek fito-stimulator, termasuk pelepasan zat dengan aktivitas auksin, peptida kecil dan asam organik, yang tampaknya memperbaiki arsitektur sistem akar dan asimilasi nutrisi, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Purwanto *et al.*, 2022). *Trichoderma* juga sebagai salah satu jamur yang menghasilkan enzim selulase yang mendegradasi kompleks polisakarida. Kandungan enzim selulase *Trichoderma* dapat mendegradasi selulosa sehingga pembusukan pada bahan organik akan terjadi dengan cepat. Potensi ini sangat bermanfaat bagi sektor pertanian karena dapat digunakan sebagai stimulator dalam proses pengomposan (Afitin dan Darmanti, 2009).

2.2 Kerangka berpikir

Guano merupakan pupuk organik yang memiliki kandungan fosfor dan nitrogen yang tinggi sehingga kandungan tersebut menjadi bahan yang efektif untuk menyuburkan tanah dan menjadikan tanah yang kekurangan zat organik dapat dibuat lebih produktif dengan ditambahkan pupuk guano (Azai *et al.* 2018). Komposisi guano dikelompokkan atas guano nitrogen dan guano fosfat. Guano nitrogen maupun guano fosfat merupakan pupuk organik yang penting karena kandungan N dan P pada pupuk guano lebih tinggi daripada yang terdapat pada pupuk kandang. Komponen utama guano adalah unsur N, P, serta Ca dan komponen tambahannya adalah K, Mg, serta S (Suwarno dan Komaruddin, 2007). Sifat fisik maupun kimia tanah dapat diperbaiki dengan pengaplikasian pupuk organik. Sifat fisik dan kimia tanah yang dapat diperbaiki melalui pupuk organik adalah peningkatan kadar hara seperti nitrogen dalam tanah (Nurmi dan Azis, 2023).

Unsur N yang terkandung dalam pupuk berperan dalam pertumbuhan daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tia, Isaeni, dan Rosmala (2020) bahwa salah satu pupuk yang sangat berperan pada pertumbuhan daun adalah unsur nitrogen (N). Unsur fosfor (P) merupakan unsur esensial bagi tanaman karena merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman (Suyono,

2010). Unsur hara Kalium (K) pada tanaman berperan penting sebagai aktivator beberapa enzim dalam metabolisme tanaman. Pemberian dosis pemupukan kalium akan mempengaruhi biokimia tanaman meskipun tidak menjadi struktur kimia dalam tanaman tersebut (Sumarni et al., 2012).

Keberhasilan dalam peningkatan hasil produksi tanaman melalui pupuk guano telah dibuktikan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Djafar, Barus dan Syukri (2013) menyimpulkan bahwa pupuk guano dengan dosis 12 g/tanaman dan urine kelinci dengan konsentrasi 60 ml/L memberikan hasil terbaik pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, produksi per plot dan per hektar (ha). Penelitian Mahdinoor, Sugianto dan Arfarita (2023) menyimpulkan bahwa pupuk guano dengan dosis 36 g/tanaman + konsentrasi urine kelinci 180 ml/L memberikan hasil terbaik pada tanaman pakcoy terhadap parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, hasil bobot segar total, bobot segar konsumsi, dan bobot t per hektar. Penelitian Nabon dan Raharjo (2017) juga menyimpulkan bahwa pemberian pupuk guano dengan takaran 10 t/ha dapat meningkatkan presentase hasil pada tanaman kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) sebesar 31,1%. Hasil penelitian Suryana, Sujana dan Gai (2024) menyimpulkan bahwa dosis pupuk guano 16 t/ha dapat memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Penelitian lain oleh Perdamaian, Rusmarini, dan Setyawati (2024) menyatakan bahwa pemberian pupuk guano dengan dosis sampai dengan 600 g/tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun Jubilee.

Alternatif lain yang dapat menjadi solusi sebagai upaya peningkatan produktivitas tanaman selada keriting adalah dengan penggunaan mikroba yang dapat mendekomposisi bahan organik serta memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara bagi tanah (Hardianti, Rahayu dan Asri, 2014). Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah adalah jamur *Trichoderma* (Hermosa, Chat dan Monte, 2012). Spesies *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu jenis jamur antagonis yang secara umum diaplikasikan sebagai pengendali patogen tular tanah (agensia hayati),

mikroorganisme pengurai (biodekomposer) pada bahan organik dan merangsang pertumbuhan tanaman (Hermosa *et al.*, 2013).

Trichoderma harzianum memberikan pengaruh positif dan nyata terhadap komponen vegetatif (tinggi tanaman dan panjang akar 81 HST), komponen generatif (jumlah bunga dan jumlah cabang produktif), komponen fisiologi (kandungan prolin, berat basah akar 81 HST, berat biomassa tanaman 81 HST dan laju pertumbuhan relatif 81 HST) serta komponen hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) (Sutrisno, Hartatik dan Dewanti, 2022).

Hasil penelitian Wati, Yafizham, dan Fuskhah (2020), menyimpulkan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* sebanyak 50 g/L telah meningkatkan produksi cabai sebesar 63,56% dan dapat mengendalikan penyakit layu fusarium. Penelitian Wulandari, Zulfita dan Surachman (2013) menyimpulkan bahwa pemberian dekomposer *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh terhadap luas daun, volume akar, berat segar bagian atas tanaman, dan berat kering tanaman. Hasil pengamatan yang paling mempengaruhi dan menyimpulkan hasil terbaik adalah variabel berat segar tanaman sawi hijau dengan pemberian dekomposer *Trichoderma harzianum* sebanyak 40 g/polybag. Hasil penelitian Fachrezi (2023) menyimpulkan dosis *Trichoderma harzianum* yang paling berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy adalah sebanyak 20 g/tanaman.

Hasil penelitian (Al Intifadha, Nafiah, dan Sativa, 2023) menyimpulkan bahwa pemberian *Trichoderma* dengan dosis 8 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada keriting. Perlakuan kombinasi *Trichoderma* dan pupuk guano memberikan pengaruh yang nyata pada produksi bawang merah terhadap jumlah umbi bawang merah. Pengaruh nyata perlakuan terlihat pada parameter hasil seperti diameter umbi, berat segar umbi dan berat segar akar. Dosis kombinasi yang paling baik, yaitu perlakuan kombinasi *Trichoderma* 35 g + pupuk guano 45 g (Widuri *et al.*, 2025).

Trichoderma harzianum memiliki kemampuan kompetisi yang tinggi terhadap patogen sehingga dapat bertahan hidup dan berkembang biak dengan baik pada lingkungan tumbuh yang sama dengan patogen (Sriwati, Chamzurni dan Kemalasari, 2014). Koloni *Trichoderma harzianum* yang tumbuh semakin banyak,

memiliki potensi kompetisi dengan jamur patogen yang lebih baik. *Trichoderma harzianum* berperan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman karena dapat berperan aktif merangsang perkembangan sel-sel tanaman sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman. ZPT yang dihasilkan adalah hormon auksin, giberelin, dan sitokinin. IAA merupakan hormon auksin yang berfungsi merangsang pemanjangan sel akar, meningkatkan pembentukan akar lateral dan akar serabut. Giberelin/GA3 berfungsi merangsang pemanjangan batang, sitokinin berfungsi merangsang pembelahan sel dan memperlambat penuaan daun. *Trichoderma harzianum* perlu ditambahkan karena jamur ini memiliki peran yang sangat penting dalam peningkatan kesehatan tanaman, mengendalikan hama dan penyakit, serta membantu meningkatkan kualitas tanaman.

Kombinasi pupuk guano dan *Trichoderma* diperlukan bagi pertumbuhan tanaman selada keriting, pupuk guano mampu memberikan unsur hara penting untuk pertumbuhan tanaman, sedangkan *Trichoderma* berperan sebagai dekomposer, membantu meningkatkan penyerapan unsur hara tanaman, serta kemampuannya sebagai fungisida alami yang dapat melindungi tanaman dari penyakit (Milyana, Purwanti, dan Sunaryono, 2019). Maka dari itu penelitian perlakuan kombinasi pupuk guano dan *Trichoderma harzianum* perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman keriting (*Lactuca sativa* L.).

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut:

1. Kombinasi pupuk guano dan *Trichoderma harzianum* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada keriting (*Lactuca sativa* L.).
2. Terdapat kombinasi pupuk guano dan *Trichoderma harzianum* yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada keriting (*Lactuca sativa* L.).