

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica rapa* subsp. *Narinosa* L)

Sawi pagoda adalah salah satu jenis sayuran yang sering dikenal dengan nama lain Ta Ke Chai atau tatsoi merupakan jenis sayuran supergreen yang memiliki nilai jual yang tinggi dibandingkan jenis sawi lainnya. Sawi pagoda merupakan salah satu sayuran berdaun yang mengandung vitamin A, C, dan E, protein berkualitas tinggi karotenoid serta antioksidan yang baik bagi tubuh manusia (Kartika et al., 2021)

Kandungan nutrisi dan nilai estetika yang tinggi memungkinkan sawi pagoda memiliki prospek dan peluang pasar yang baik untuk dibudidayakan. Walaupun tanaman ini bukan komoditas asli dari Indonesia, namun ditinjau dari aspek klimatologis, aspek teknis dan aspek sosialnya yang cukup mendukung, sawi pagoda layak untuk dibudidayakan di Indonesia dengan berpolakan agribisnis dan agroindustri yang dapat dikategorikan sebagai salah satu sumber pendapatan dalam sektor pertanian di Indonesia (Hidayah et al., 2020).

Sawi pagoda termasuk kedalam famili Brassicaceae yang memiliki karakter morfologis tanaman yang serupa baik bunga, biji serta bagian perakaran seperti tanaman lobak, kubis krop, dan kubis bunga brokoli. Rata-rata berat tanaman sawi pagoda dapat mencapai berat bobot sekitar 300 gram sampai 400 gram. Selain memiliki bentuk daun yang cantik, tekstur yang renyah, dan rasanya yang begitu enak tanaman ini dapat dijadikan sebagai salah satu jenis sayuran yang dapat mempertahankan kesehatan tubuh, melembabkan kulit, meningkatkan kinerja otak, melancarkan sistem pencernaan, dan menurunkan kolesterol karena sawi pagoda mengandung berbagai macam zat gizi yang lengkap (Hidayah et al., 2020)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica rapa* subsp. *Narinosa* L)

Menurut (Sipayung, 2024) klasifikasi dalam ilmu tumbuhan tanaman sawi pagoda (*Brassica rapa* subsp. *Narinosa* L) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta
Super divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Dilleniidae
Ordo : Capparales
Famili : Brassicaceae
Genus : Brassica
Spesies : Brassica narinosa



Gambar 1.1 Sawi Pagoda (*Brassica narinosa L*)

Menurut (Sipayung, 2024) Sawi pagoda mempunyai karakter morfologis tanaman yang serupa seperti kubis bunga, brokoli dan lobak, yaitu perakarannya batangnya, dan bunganya. Sawi Pagoda (*Brassica narinosa L.*), atau disebut juga tatsoi, memiliki bentuk dan warna yang unik. Selain bentuk daun yang oval, Sawi Pagoda (*Brassica narinosa L.*), ini juga memiliki warna hijau pekat yang sangat mencolok, serta bagian batang dan daun yang renyah. Sawi pagoda ini batangnya pendek, beruas dan tidak terlihat.

Susunan bunga pada sawi pagoda ini yakni mempunyai tangkai bunga (inflorescentia), tumbuh dengan cabang yang tidak sedikit Sistem perakaran sawi pagoda ini memiliki sistem perakaran berakar tunggang, bercabang akar yang berbentuk silindris atau bulat panjang yang tumbuh menyebar pada semua arah dengan kedalamannya 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi guna menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Mirzan, 2021)

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica rapa subsp. Narinosa* L)

Perkembangan tanaman ini akan meningkat dengan pesat dengan suhu siangnya 20°C sampai dengan 35°C dengan intensitas cahaya matahari 10-15 jam per hari. Tanaman sawi pagoda dapat tumbuh subur di tempat iklim panas atau dingin, memungkinkan untuk dibudidayakan baik di dataran rendah maupun pegunungan 5m-1.200 mdpl. Syarat tanah yang dibutuhkan agar tanaman dapat tumbuh baik yaitu jenis tanah yang lempung berpasir seperti tanah andosol, dimana tanahnya subur, gembur, dan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, tata udara dalam tanah berjalan dengan baik, dan pH ideal antara 6-7 (Jayati & Susanti, 2019).

2.2 Fosfor Dan Perannya Dalam Pertumbuhan Tanaman

Fosfor merupakan unsur hara makro primer yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar, selain nitrogen dan kalium. Tanaman membutuhkan fosfor dalam proses pembentukan makromolekul, seperti protein, asam nukleat, membran plasma, ATP, vitamin dan beberapa senyawa sekunder. Selain itu, fosfor juga memainkan peran penting dalam perkembangan akar, penguatan batang, pembentukan bunga dan biji, produksi energi, reaksi penyimpanan, reaksi transfer, pertumbuhan akar, pembelahan dan pembesaran sel, ketahanan terhadap penyakit tanaman, transformasi gula menjadi pati, serta pengangkutan sifat genetik (Jayati & Susanti, 2019)

Terlepas dari pentingnya fosfor untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman, unsur hara ini memiliki ketersediaan yang rendah di dalam tanah. Ketersediaan yang rendah dalam tanah disebabkan oleh unsur fosfor yang mudah membentuk kompleks tidak larut (imobilisasi) dengan kation seperti aluminium dan besi di bawah kondisi tanah asam ataupun kalsium dan magnesium di bawah kondisi tanah basa (Ginting, 2024)

Penambahan pupuk kimia umumnya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman terhadap unsur hara fosfor. Hanya saja, aplikasi pupuk kimia yang berulang dan tidak bijaksana memberikan dampak negatif terhadap lingkungan

yaitu dapat mengganggu keanekaragaman mikroba, sehingga menyebabkan hilangnya kesuburan tanah yang selanjutnya berdampak pada penurunan hasil tanaman. Selain itu, lebih dari 75-90% fosfor dari pupuk kimia dapat menjadi tidak tersedia untuk diserap tanaman segera setelah aplikasi, karena terjadinya pengendapan oleh unsur logam. Mikroba diketahui dapat menjadi salah satu solusi dalam meningkatkan fosfor tersedia bagi tanaman (Ginting, 2024).

Mikroba pelarut fosfat (MPF) terbukti dapat meningkatkan ketersediaan fosfor yang dapat diserap tanaman dengan pendekatan yang ramah lingkungan (Zhu et al., 2011). Aplikasi mikroba pelarut fosfat juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen pada tanaman sawi, wijen, padi, jagung, kacang kedelai dan kacang polong.

Selain itu, penelitian oleh (Sapalina et al., 2022) menunjukkan inokulasi bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan pertumbuhan pada bibit kelapa sawit. Oleh sebab itu, tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai jenis, mekanisme, cara isolasi, serta manfaat mikroba pelarut fosfat di bidang pertanian.

2.3 Mikroba Pelarut Fosfat (MPF)

Mikroba tanah yang telah ditemukan dapat melarutkan fosfat di antaranya bakteri, jamur, aktinomisetes, khamir dan alga. Strain bakteri tanah yang dilaporkan dapat melarutkan fosfat yaitu *Pseudomonas* spp., *Agrobacterium* spp., *Bacillus circulans*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Bradyrhizobium*, *Salmonella*, *Sinomonas*, *Thiobacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Kushneria*, *Paenibacillus*, *Ralstonia*, dan *Rhizobium* (Pane et al., 2022)

Sementara itu, strain jamur yang ditemukan dapat melarutkan fosfat adalah golongan *Achrothcium*, *Alternaria*, *Arthrotrys*, *Aspergillus*, *Cephalosporium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Cunninghamella*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Glomus*, *Helminthosporium*, *Micromonospora*, *Mortierella*, *Myrothecium*, *Oidiodendron*, *Paecilomyces*, *Populospora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Schwanniomyces*, *Sclerotium*, *Torula* dan *Trichoderma*. Sekitar 20% aktinomisetes juga ditemukan dapat melarutkan fosfat yaitu genus *Micromonospora*, dan *Streptomyces*. Alga seperti cyanobacteria juga telah

dilaporkan memiliki aktivitas pelarutan fosfat yang tinggi (Pane et al., 2022). Selanjutnya, khamir *Yarrowia lipolyca* juga ditemukan memiliki potensi untuk melarutkan fosfat. Mikroba pelarut fosfat (MPF) juga ditemukan pada rhizosfer tanaman kelapa sawit. Bakteri pelarut fosfat yang ditemukan pada rhizosfer tanaman kelapa sawit yaitu spesies *Burkholderia arboris*, *B. gladioli* dan *B. seminalis* dan *Novosphingobium nitrogenifigens* (Asril et al., 2023)

Mikroba pelarut fosfat dapat dijadikan pupuk hayati yang meningkatkan jumlah fosfor terlarut (Hidayat et al., 2022). Hal ini dibuktikan oleh penelitian Della Mónica et al. (2020) yang menemukan bahwa inokulasi jamur pelarut fosfat *Talaromyces helices* L7B dan jamur mikoriza arbuskular *Rhizophagus irregularis* dapat meningkatkan fosfor tersedia sebesar 50% dibandingkan dengan kontrol. Inokulasi bakteri pelarut fosfat juga dapat meningkatkan fosfor tersedia dan biomassa tanaman cabai dan jagung serta memperbaiki sifat kimia tanah yaitu meningkatkan C- organik dan KTK tanah (Hidayat et al., 2022). Selain itu, bakteri pelarut fosfat ditemukan dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan merangsang efisiensi fiksasi nitrogen biologis, mensintesis fitohormon dan meningkatkan ketersediaan Zn dan Fe (Sapalina et al., 2022)

Selain melarutkan fosfat, beberapa bakteri pelarut fosfat juga menunjukkan potensi sebagai agen biokontrol terhadap beberapa patogen tanaman dengan memproduksi senyawa anti jamur (seperti PAL, fenolat dan flavonoid), siderofor, antibiotik, hidrogen sianida dan enzim litik yang dapat meningkatkan penghambatan pertumbuhan patogen tanaman (Sapalina et al., 2022). Mikroorganisme pelarut fosfat (MPF) dapat meningkatkan ketersediaan fosfor tanpa mengganggu komposisi biokimia tanah.

2.4 Biofertilizer

2.4.1 Definisi dan Jenis

Salah satu cara untuk memperbaiki kualitas tanah secara fisika, kimia, dan biologi dapat dilakukan melalui penerapan sistem pertanian berbasis organik dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang sudah tersedia di alam. Biofertilizer merupakan salah satu pupuk organik yang dapat dijadikan alternatif

sebagai pengganti pupuk kimia. Biofertilizer mengandung mikroorganisme hayati dan unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Ajeng et al., 2020) melaporkan bahwa pemberian biofertilizer pada tanaman edamame dengan konsentrasi 75% memberikan hasil yang lebih baik untuk pertumbuhan dan jumlah bintil akar dibandingkan perlakuan lainnya.

2.4.2 Aplikasi Biofertilizer Pada Tanaman Hortikultura

Penggunaan pupuk kimia pada tanaman sawi oleh petani saat ini lebih tinggi dibandingkan penggunaan pupuk organik. Banyak faktor-faktor yang membuat petani menggunakan pupuk kimia; salah satunya adalah ketakutan akan menurunnya hasil tanaman. Padahal pupuk kimia memberikan dampak negatif bagi lingkungan jika tidak digunakan secara tepat. Kesuburan tanah yang menurun akibat pemberian pupuk kimia tidak tepat, dapat diperbaiki dengan pemberian pupuk hayati (biofertilizer). Pupuk hayati mengandung inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambah hara tertentu dalam tanah bagi tanaman (Ajeng et al., 2020). Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme yang dapat mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan kebutuhan nutrisi tanaman.

Dengan kata lain, pupuk hayati diberikan ke dalam tanah untuk meningkatkan pengambilan hara oleh tanaman dari dalam tanah atau udara dengan bantuan mikroba. Mikroba penting penyusun biofertilizer di antaranya *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., yang merupakan bakteri-bakteri pelarut fosfat; *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., dan *Acetobacter* sp., sebagai penambat nitrogen. *Celulomonas* sp., *Lactobacillus* sp., merupakan perombak bahan organik dan mikroba penghasil antibiotik maupun hormon pertumbuhan.

Penerapan biofertilizer pada tanaman hortikultura, termasuk sawi pagoda, bertujuan untuk:

1. Meningkatkan Penyerapan Nutrisi: Secara langsung meningkatkan serapan P dan nutrisi lain.
2. Meningkatkan Pertumbuhan Vegetatif: Produksi fitohormon oleh mikroba (misalnya auksin, giberelin) dapat meningkatkan laju pertumbuhan.

3. Meningkatkan Kualitas dan Hasil: Hasil akhir adalah peningkatan biomassa dan kualitas panen.
4. Mendukung Pertanian Berkelanjutan: Mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, meminimalisir biaya, dan mengurangi dampak ekologis.

2.5 Penelitian Terdahulu

Menurut (Hidayat et al., 2022) : Mikroba pelarut fosfat dapat dijadikan pupuk hayati yang meningkatkan jumlah fosfor terlarut (Hidayat et al., 2022) Hal ini dibuktikan oleh penelitian Della Mónica et al. (2020) yang menemukan bahwa inokulasi jamur pelarut fosfat *Talaromyces helices* L7B dan jamur mikoriza arbuskular *Rhizophagus irregularis* dapat meningkatkan fosfor tersedia sebesar 50% dibandingkan dengan kontrol. Inokulasi bakteri pelarut fosfat juga dapat meningkatkan fosfor tersedia dan biomassa tanaman cabai dan jagung serta memperbaiki sifat kimia tanah yaitu meningkatkan C- organik dan KTK tanah (Hidayat et al., 2022)

Menurut (Akbar et al., 2025) : Pengertian pupuk organik artinya yaitu sumber bahan baku untuk pembuatannya berasal dari makhluk hidup yang ada baik hewan maupun tumbuhan.

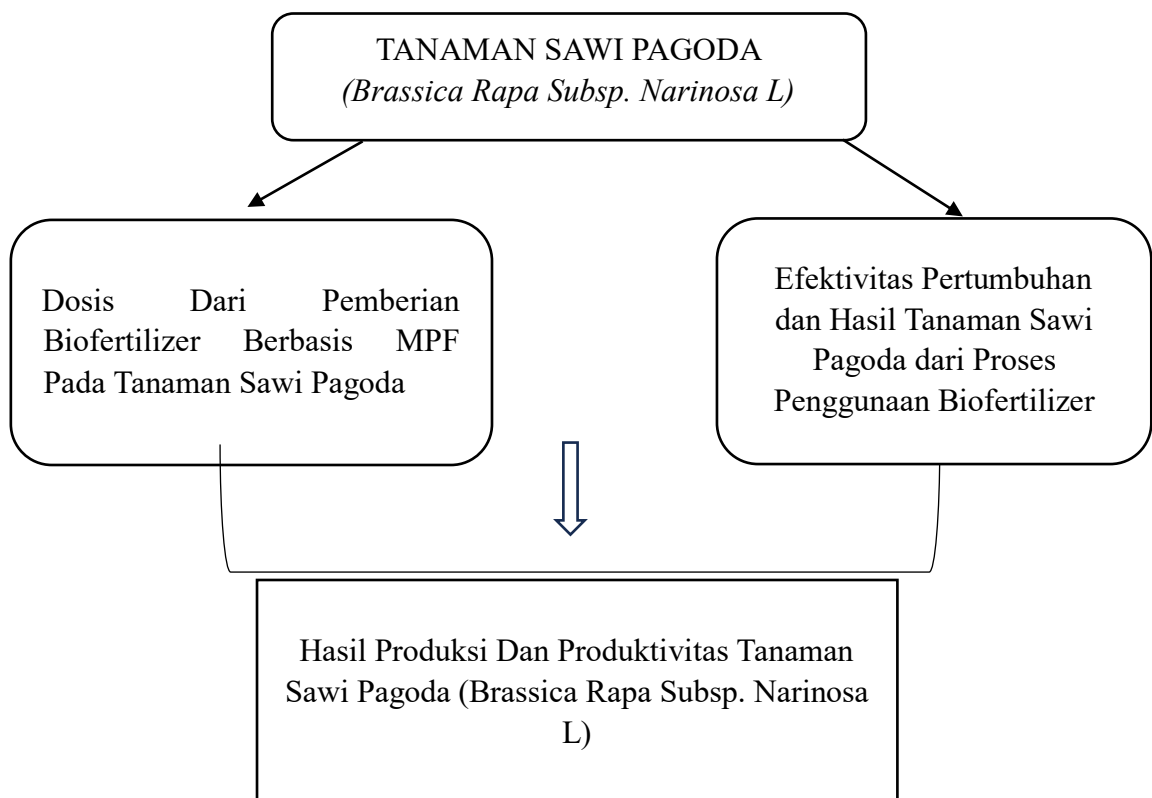
Menurut (Hidayah et al., 2020) : Pupuk Organik dapat berbentuk padat maupun cair. Pupuk organik cair adalah pupuk yang dapat memberikan hara sesuai dengan kebutuhan tanaman karena bentuknya yang cair, jika terjadi kelebihan kapasitas pupuk pada tanah, dengan sendirinya tanaman akan mudah mengatur penyerapan komposisi pupuk yang dibutuhkan (Hidayah et al., 2020)

Menurut (Himawarni & Nuraini, 2022) : Kelebihan penggunaan pupuk organik dibandingkan dengan pupuk lainnya adalah kandungan hara dalam pupuk organik cair mudah diserap oleh tanaman, dapat menyediakan hara secara cepat, mengandung mikroorganisme yang beragam, dan haranya tidak mudah tercuci oleh air. Salah satu pupuk organik cair yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman yaitu pupuk organik cair Liquid Organic Biofertilizer (LOB).

Menurut (Ananda Putri & Koesriharti, 2023) : LOB merupakan pupuk yang memiliki kandungan mikroorganisme yang berfungsi untuk memperbaiki agregat tanah, menghasilkan zat pemacu tumbuh, meningkatkan ketersediaan hara, dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

2.6 Kerangka Penelitian

Berikut adalah diagram kerangka berpikir penelitian yang menggambarkan hubungan antara variabel independen (Dosis Biofertilizer Berbasis MPF) dan variabel dependen (Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pagoda),



Gambar 2.1 Kerangka Pikiran