

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

#### 2.1. Tinjauan pustaka

##### 2.1.1. Sawi pagoda (*Brassica rapa* subs. *narinosa*)

Tanaman sawi pagoda berasal dari Asia, tepatnya di daerah China. Di China tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2500 tahun yang lalu, kemudian menyebar luas ke Filipina, Malaysia, Thailand dan Indonesia. Masuknya sawi pagoda ke Indonesia diduga pada abad ke-19 yang bersamaan dengan lintas perdagangan jenis sayuran subtropis lainnya, terutama kelompok kubis-kubisan (*Cruciferae/ Brassicaceae*) (Rukmana dan Yudirachman, 2016).

Sawi pagoda merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi dan bergizi tinggi, berkalori rendah, mengandung serat dan sumber antioksidan. Kandungan gizi yang terdapat pada sawi pagoda adalah vitamin A dan C, kalium, kalsium dan asam folat yang potensial. Dalam 100 gram sawi pagoda mengandung: 22 kkal kalori, 2,20 g protein, 3,90 g karbohidrat, 2,8 g serat makanan, 0 gram kolesterol, 0,017 g lemak tak jenuh, 210 mg kalsium, 1,50 mg zat besi, 11 mg magnesium, 28 mg fosfor, 449 mg kalium, 21 mg natrium, 0,17 mg seng, 130,0 mg vitamin C, 159 mikrogram (mcg) folat, 495 mcg vitamin A (RAE), 0,068 mg vitamin B1, 0,153 mg vitamin B6, dan 0,178 mg vitamin B5 (Database Nutrisi Nasional Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA), 2019).

##### a. Klasifikasi dan tanaman sawi pagoda

Klasifikasi tanaman sawi pagoda (*Brassica rapa* subs. *narinosa*) menurut Susilo (2017), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales (Brassicales)
Famili	: Cruciferae (Brassicaceae)
Spesies	: <i>Brassica rapa</i> subs. <i>narinosa</i>

## **b. Morfologi Sawi Pagoda**

Sawi pagoda berbentuk *flat rosette* berdaun dekat dengan tanah berwarna hijau tua berbentuk seperti sendok, memiliki batang berwarna hijau muda berukuran pendek. Struktur bunga sawi Pagoda tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga sawi pagoda terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua (Cahyono, 2003). Sistem perakaran tanaman sawi pagoda memiliki akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar berbentuk bulat panjang (silindris) menyebar ke semua arah dengan kedalaman antara 30cm sampai 50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain mengisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Batang tanaman sawi pagoda pendek sekali dan beruas-ruas sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Heru dan Yovita, 2003).

## **c. Syarat Tumbuh Sawi Pagoda**

Tanaman sawi pagoda dapat tumbuh baik di tempat yang suhu panas maupun suhu dingin, sehingga dapat diusahakan dari dataran rendah maupun dataran tinggi. Meskipun demikian pada kenyataannya hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Daerah penanaman yang cocok adalah mulai dari ketinggian 500 meter sampai dengan 1.200 meter di atas permukaan laut. Tanaman sawi pagoda tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun, dan pertumbuhannya membutuhkan suhu udara yang sejuk. Akan lebih cepat tumbuh apabila ditanam dalam suasana lembab. Dengan demikian, tanaman ini cocok bila di tanam pada akhir musim penghujan. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi pagoda adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, subur, serta drainase baik, derajat kemasaman (pH) 6,0 sampai 7,0 (Haryanto, 2007). Suhu optimum bagi pertumbuhan sawi pagoda yaitu 20°C sampai 25°C dan kelembaban yang optimum yaitu 80% sampai 90% (Rukmana, 2016). Curah hujan yang dikehendaki yakni 1000 mm sampai 1500 mm/tahun (Badih, Saleh dan Rahmayanti, 2021).

### 2.1.2. Vertikultur

Vertikultur berasal dari bahasa Inggris, yaitu *vertical* dan *culture*. Vertikultur merupakan teknik bercocok tanam diruang atau lahan sempit dengan memanfaatkan bidang vertikal sebagai tempat bercocok tanam yang dilakukan secara bertingkat. Tujuan vertikultur adalah untuk memanfaatkan lahan yang sempit secara optimal sehingga dapat diterapkan di rumah-rumah. Sistem budidaya tanaman yang dilakukan secara vertikal atau bertingkat dapat dilakukan di dalam maupun di luar ruangan. Sistem budidaya secara vertikal atau bertingkat ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas (Sihombing dkk, 2019).

Kelebihan sistem pertanian vertikultur yaitu efisiensi penggunaan lahan karena yang ditanam lebih banyak dibandingkan sistem konvensional, penghematan penggunaan pupuk dan pestisida, kemungkinan tumbuhnya gulma lebih kecil, dapat dipindahkan dengan mudah karena tanaman diletakkan dalam wadah tertentu, kemudahan pemantauan pemeliharaan, dan adanya atap plastik memberikan keuntungan untuk mencegah kerusakan karena hujan, dan menghemat biaya karena atap plastik mengurangi penguapan (Pujiati dan Primiani, 2017). Namun sistem budidaya vertikultur juga memiliki kelemahan yaitu, Investasi awal cukup tinggi. Sistem penyiraman harus kontinyu serta memerlukan beberapa peralatan tambahan, misalnya tangga sebagai alat bantu penyiraman, dll (Sastro, 2009).

Bentuk dan model pertanian sistem vertikultur ada beberapa jenis. Bentuk yang ada tergantung kreativitas masing-masing dan kemampuan memanfaatkan bahan yang ada. Secara umum dan yang sering dijumpai adalah berbentuk persegi panjang, segitiga, piramid, bentuk anak tangga dengan beberapa undakan, bentuk rak (ditempelkan pada tiang, ditempel di tembok, dan sistem gantung). Pertanian vertikultur dengan sistem gantung dapat menggunakan pot, kaleng bekas kucing, botol bekas air minum, atau bahan lainnya, asalkan bahan yang digunakan sebagai wadah harus yang ringan agar mudah ketika dipilih. Bahan yang dimanfaatkan dapat berupa bahan baru atau bekas yang tidak terpakai. Beberapa bahan diantaranya bambu, pipa paralon, kaleng bekas, polibag, pot, saluran talang air

aluminium, sampai lembaran karung beras pun bisa. Bahkan, saat ini sudah ada rakitan untuk bertanam vertikultur yang diperdagangkan (Liferdi dan Saparinto, 2016).

Beberapa model pertanian sistem vertikultur yang dapat diterapkan menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Barat (2021) adalah :

- 1) *Vertiminaponik* yang merupakan kombinasi antara system budidaya sayuran secara vertical berbasis pot talang plastik dengan aquaponik (budidaya ikan) atau dengan kata lain integrasi antara budidaya sayuran dengan ternak ikan. Media tanam yang digunakan adalah batu zeolit dan kompos.
- 2) *Walkaponik* yang merupakan system budidaya sayuran yang juga diintegrasikan dengan ternak ikan. Prinsip dari *walkaponik* sama dengan *vertiminaponik*, yang membedakan adalah system budidaya sayuran yang menggunakan pot-pot dan disusun sedemikian rupa membentuk taman vertical, sehingga disebut walkaponik yang berasal dari kata *wall gardening* dan *aquaponik*. Media tanam yang digunakan adalah batu zeolit dan kompos.
- 3) Model *Wall gardening* yang merupakan sistem budidaya tanaman memanfaatkan tembok atau dinding yang kosong. Beberapa model wall gardening meliputi: (1). *Wall gardening* model terpal : bahan yang digunakan adalah terpal yang dibentuk seperti tempat sepatu. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah, sekam dan kompos/pupuk kandang; (2). *Wall gardening* model paralon : bahan yang digunakan adalah paralon atau bambu yang dilubangi sebagai tempat tumbuhnya tanaman. Media tanamnya adalah campuran tanah, sekam dan kompos/pupuk kandang; (3) *Wall gardening* model pot plant : bahan yang digunakan adalah pot dengan rangka besi atau balok sebagai penyangganya. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah, seam, dan kompos/pupuk kandang; (4). *Wall gardening* model partisi/modul: bahan yang digunakan adalah agro pro dan besi sebagai penyangganya. Media tanam yang digunakan adalah cocopeat dan pupuk kandang/kompos.

Jenis tanaman yang dapat ditanam dengan sistem vertikultur sangat banyak, misalnya tanaman buah dan sayur semusim (sawi, selada, kubis, wortel, tomat, terong, cabai dan lain-lainnya), juga bunga seperti anggrek, bougenville, mawar, melati, azelea dan kembang sepatu yang diatur dengan pemangkasan (Pujiati dkk, 2017).

### **2.1.3. Pupuk organik cair**

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tanaman atau hewan terdiri atas bahan organik yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, sifat kimia, dan biologi tanah (Ishak, 2014). Pupuk organik berperan untuk menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman, baik yang sifatnya makro maupun mikro. Unsur makro yang dibutuhkan tanaman antara lain Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Sedangkan unsur mikro adalah Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Klor (Cl), Boron (B), Molybdenum (Mo) dan Aluminium (Al). Pupuk organik yang dibuat dengan bahan baku yang lengkap bisa mengandung semua kebutuhan unsur hara tersebut (Kurnia, 2014).

Pupuk organik mempunyai beragam jenis dan varian. Jenis-jenis pupuk organik dibedakan dari bahan baku, metode pembuatan dan wujudnya. Dari sisi bahan baku ada yang terbuat dari kotoran hewan, hijauan atau campuran keduanya. Dari metode pembuatan ada banyak ragam seperti kompos aerob, bokashi, dan lain sebagainya. Sedangkan dari sisi wujud ada yang berwujud serbuk, cair dan granul atau tablet (Kurnia, 2014).

Pupuk organik cair (POC) umumnya merupakan ekstrak bahan organik yang sudah larut dengan pelarut seperti air, alkohol atau minyak. Senyawa organik yang mengandung unsur karbon, vitamin, atau metabolit sekunder dapat berasal dari ekstrak tanaman, tepung ikan, tepung tulang, atau enzim. Pengaplikasian pupuk organik umumnya dengan cara disemprotkan menggunakan sprayer ke daun atau disiram ke tanah (Musnamar, 2005).

Menurut Hadisuwito (2012) penggunaan pupuk organik cair dapat memberikan keuntungan dibandingkan dengan penggunaan pupuk organik yang berbentuk padat. Keuntungannya yakni dapat mengatasi terjadinya defisiensi unsur hara dan menyuplai hara dengan cepat. Selain itu pupuk organik cair juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa digunakan oleh tanaman.

Selain itu menurut Simamora dkk (2005) dalam Suhastyo dan Raditya (2019) penggunaan pupuk organik cair memiliki keuntungan sebagai berikut: (1) Pengaplikasian lebih mudah jika dibandingkan dengan pengaplikasian pupuk organik padat, (2) Unsur hara yang terdapat di dalam pupuk cair mudah diserap tanaman, (3) Komposisi mikroorganisme yang jarang terdapat dalam pupuk padat, (4) Pencampuran pupuk organik dengan pupuk anorganik mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat tersebut.

#### **2.1.4. Tanaman Paku Air (*Azolla pinnata*)**

*Azolla* telah banyak digunakan sebagai pupuk organik karena mengandung nitrogen yang cukup tinggi. *Azolla* banyak terdapat pada persawahan di Indonesia sehingga cukup menjanjikan untuk menjadikannya sebagai sumber nitrogen biologis yang berasal dari jasad hayati alami yang bersifat dapat diperbaharui. *Azolla* mempunyai sebaran yang cukup luas serta mampu menambat N<sub>2</sub> dari udara. Sebagai sumber hara nitrogen, *Azolla* dapat diberikan sebagai pupuk organik, dikomposkan ataupun sebagai pupuk hijau. Pemberian *Azolla* yang berupa pupuk cair diharapkan mampu menyediakan unsur hara yang mendukung pertumbuhan (Suryati, Sampurno, dan Anom, 2015).

##### **a. Klasifikasi *Azolla pinnata***

Menurut Khan (1988) dalam Nur (2018), klasifikasi dari *azolla* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Pteridophyta
Classis	: Pteridopsida
Ordo	: Salviniiales

Famili : Salviniaceae  
Genus : Azolla  
Species : *Azolla pinnata*

#### **b. Morfologi *Azolla pinnata***

*Azolla* merupakan tumbuhan ukuran yang kecil, memiliki panjang 1,5 sampai 2,5 cm. Tipe akar yang dimiliki yaitu akar lateral dimana bentuk akar adalah runcing atau tajam terlihat seperti rambut atau bulu di atas air. Bentuk daun kecil dengan ukuran panjang sekitar 1 sampai 2 mm dengan posisi daun yang saling menindih. Permukaan atas daun berwarna hijau, coklat, atau kemerah-merahan dan permukaan bawah berwarna hijau transparan. Pada rongga daun *azolla* terdapat *Cyanobacteria* yang dikenal dengan nama *Anabaena azollae* yang besimbiosis berfungsi sebagai agen memfiksasi Nitrogen dari udara (Sudjana, 2014).

Spesies *Azolla pinnata* adalah sejenis pakis air yang berukuran kecil yang hidup bebas mengambang secara horizontal di permukaan air tawar (Karimuddin, 2016). Menurut Suhadi, Farida, dan Zakirah (2017) pada kondisi optimal *azolla* akan tumbuh baik dengan laju pertumbuhan 35 % tiap hari. *Azolla* mengandung protein antara 24 sampai 30 %. Kandungan asam amino esensial, terutama lisin 0,42 % lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrat jagung, dedak, dan beras pecah. *Azolla* memang sudah tidak diragukan lagi kontribusinya dalam memengaruhi peningkatan tanaman, terutama padi. Hal ini telah dibuktikan di beberapa tempat dan beberapa negara. Kontribusi terbesar *azolla* adalah dengan menjaga hasil panen tetap tinggi.

#### **c. Syarat tumbuh *Azolla pinnata***

*Azolla* dapat hidup di lahan yang mempunyai derajat keasaman (pH) tanah 4,5 sampai 7,0. Ketersediaan air harus terjamin dan mencukupi karena *azolla* tumbuhan air yang tumbuh dan berkembang di atas permukaan air. Kebutuhan cahaya matahari yang dapat diterima langsung oleh *azolla* paling sedikit 25 sampai 50%. Sedangkan intensitas cahaya matahari yang optimum untuk fiksasi  $N_2$  (Nitrit) oleh *Annabaena azollae* sekitar 40 sampai 60 lux. Temperatur yang

dikehendaki azolla berkisar 20 sampai 35°C dan kelembaban 85 sampai 90% (Syafi'i, 2016).

## **2.2. Kerangka Pemikiran**

Dalam sistem budidaya vertikultur perlu dilakukan pemupukan untuk mensuplai dan menjaga ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman. Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk anorganik atau pupuk organik. Pupuk organik mempunyai beragam jenis dan varian. Jenis-jenis pupuk organik dibedakan dari bahan baku, metode pembuatan dan wujudnya. Dari sisi wujud ada yang berwujud serbuk, cair dan granul atau tablet (Kurnia, 2014).

Salah satu jenis pupuk organik yang baik digunakan untuk budidaya sawi pagoda dengan sistem vertikultur yaitu pupuk organik cair (POC). Pupuk organik cair (POC) umumnya merupakan ekstrak bahan organik yang sudah larut dengan pelarut seperti air, alkohol atau minyak. Pengaplikasian pupuk organik umumnya dengan cara disemprotkan menggunakan sprayer ke daun atau disiram ke tanah (Musnamar, 2005). Namun pemupukan lewat daun dirasa lebih efektif karena unsur hara lebih mudah diserap oleh tanaman. Hal ini disebabkan daun mampu menyerap pupuk sekitar 90%, sedangkan akar hanya mampu menyerap 10% (Satriyo dan Aini, 2018). Dalam aplikasi pupuk daun harus memperhatikan beberapa faktor yakni konsentrasi pupuk, jenis pupuk dan waktu pemupukan (Wibowo, 2017).

Menurut Hanolo (1997) pemberian pupuk organik cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dari pada melalui tanah. Semakin tinggi konsentrasi pupuk diberikan maka kandungan unsur hara diterima oleh tanaman akan semakin banyak, begitu pula dengan semakin seringnya frekuensi aplikasi pemupukan. Namun perlu di perhitungkan dalam pemberian pupuk konsentrasi berlebihan, karena akan mengakibatkan timbulnya gejala kerusakan pada tanaman. Menurut Ardinal, Nurbaiti dan Tabrani (2015) hal ini dikarenakan tanaman mempunyai batas serapan hara sehingga jika konsentrasi melebihi dari kebutuhan optimum, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Dan dari hasil penelitian Putra (2005) diketahui pemberian pupuk yang

diaplikasikan ke daun dari arah bawah dan pada waktu sore hari dapat mempercepat pertumbuhan bibit vanili.

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat pupuk organik cair yaitu tumbuhan azolla (*Azolla pinnata*). Azolla banyak terdapat pada persawahan di Indonesia sehingga cukup menjanjikan untuk menjadikannya sebagai sumber nitrogen biologis yang berasal dari jasad hayati alami yang bersifat dapat diperbaharui.

Menurut Dewi (2007) dalam Leksono dkk (2017) *Azolla pinnata* memiliki berbagai unsur hara esensial antara lain Nitrogen (N), Fosfor (P), Sulfur (S), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Seng (Zn), dan Mangan (Mn). Dari hasil penelitian Lestari, Mutryarni, dan Susi (2019) Unsur hara yang terdapat pada POC azolla yakni N 4,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,5% sampai 0,9%, K<sub>2</sub>O 2% sampai 4,5%, Ca 0,4% sampai 1%, Mg 0,5% sampai 0,6%, Mn 0,11% sampai 0,16% dan Fe 0,06 sampai 0,26 %. Sesuai dengan Keputusan Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 mengatur penggunaan pupuk organik cair yang baik adalah yang mengandung unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium sebesar 2-6% (Lampiran 9). Dengan adanya kandungan unsur hara Nitrogen sudah memenuhi, azolla merupakan bahan dasar pupuk organik yang baik karena selain dapat memenuhi kebutuhan unsur hara makro, azolla dapat memenuhi kebutuhan unsur hara mikro yang juga diperlukan tanaman.

Sejumlah penelitian menunjukkan peranan pupuk organik cair azolla terhadap tanaman. Hasil penelitian yang dilakukan Leksono dkk (2017) pemberian pupuk organik cair azolla dapat menambah kepadatan sel pada *Spirullina* sp dengan konsentrasi terbaik 18 ml/L. Dari hasil penelitian Purnama, Mutakin dan Nafi'ah (2021) penambahan pupuk cair azolla berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada umur 28 HST dan bobot segar pada sawi hujau (*Brassica juncea* L.) pada konsentrasi 15ml/L. Dari hasil penelitian Laurentia (2019) penambahan pupuk cair azolla berpengaruh terhadap tinggi tanaman caisim (*Brassica chinensis* var. *Parachinensis*) pada konsentrasi 10 ml/L. Dari hasil penelitian Suhadi dkk (2017) pemberian pupuk cair azolla berpengaruh terhadap tinggi tanaman pakcoy

(*Brassica chinensis* L.) pada 14 hst dan 28 hst, jumlah daun dan berat segar tanaman dengan Konsentrasi 5ml/L.

Dari hasil penelitian-penelitian dan pemaparan tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan dengan mencoba berbagai konsentrasi pupuk organik cair azolla pada budidaya tanaman sawi pagoda dengan sistem vertikultur.

### **2.3. Hipotesis**

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat diperoleh hipotesis sebagai berikut :

1. Pemberian pupuk organik cair azolla berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pagoda pada sistem vertikultur.
2. Terdapat konsentrasi pupuk organik cair azolla yang berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil sawi pagoda pada sistem vertikultur.