II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sawi Bola (*Brassica rapa L*)

Sawi bola merupakan salah satu jenis sayuran daun dari genus brassica yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Sawi bola sering dikenal dengan nama petsai, kubis cina atau sawi jantung, dalam bahasa Inggris disebut chinese cabbage, petsai, atau celery cabbage. Tanaman sawi bola dapat dibudidayakan pada dataran rendah maupun dataran tinggi, akan tetapi lebih cocok jika dibudidayakan pada daerah dataran tinggi. Apabila dibudidayakan pada dataran rendah krop yang dihasilkan akan berbentuk kecil dan keropos. Kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah tanah yang subur, banyak mengandung unsur hara, pH tanah maksimal 6,0 - 6,8 serta tanaman tempat hidup dengan memiliki sinar matahari yang cukup. Ciri khas tanaman sawi bola adalah tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanaman sepanjang musim (Novianti *et al.*, 2019).

Tanaman sawi bola sangat cocok dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dan ekonomi masyarakat. Apabila dilihat dari aspek ekonomi, Sawi bola memiliki harga yang relatif stabil yaitu sekitar Rp. 5.000/kg. Dari aspek bisnis, hasil dari produksi sawi bola ditujukan untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen, pemasarannya dapat melalui pasar tradisional, pasar modern, maupun ekspor. Sedangkan Dari aspek teknis, budidaya tanaman sawi bola tidak terlalu susah karena mempunyai waktu masa panen yang singkat. Sawi bola dapat dipanen pada umur yaitu 40 – 60 hari setelah tanam, sehingga perputaran modal cukup cepat (Here *et al*., 2020).

Sawi bola memiliki sebutan yang berbeda di beberapa negara. Di Inggris dikenal dengan nama Chinese cabbage, celery cabbage, peking cabbage dan petsai.

Di Prancis dikenal dengan namachou de Chine dan chou de Shangton. sedangkan di Indonesia disebut petsai dan sawi bola (Rukmana, 2018). Menurut Van Steenis (2020), klasifikasi tanaman sawi bola oleh Linneus secara sistematik adalah sebagai berikut:

Kingdom	:	*Plantae*
Divisi	:	*Spermatophyta*
Kelas	:	*Dicotyledone*
Orde	:	*Rhoedales*
Familia	:	*Cruciferaceae*
Genus	:	*Brassica*
Species	:	*Brassica Rapa L*

2.2 Morfologi Sawi Bola

2.2.1 Akar sawi bola

Tanaman sawi bola memiliki sistem perakaran yaitu akar serabut yang tumbuh secara menyebar di sekitar tanah. Akar tersebut menembus tanah tidak terlalu dalam yaitu hanya sekitar 5 cm saja. Struktur akar pada sawi bola mudah putus. Akar ini bisa tumbuh dengan optimal pada tanah yang subuh, gembur dan mengandung banyak air. Akar tersebut berbentuk fili dan diameternya kecil. Akar pada sawi ujungnya meruncing dengan kulit yang berwarna hijau muda hingga kuning pucat. Bagian dalam akar berwarna putih cerah jika dibelah.

2.2.2 Batang sawi bola

Sawi bola mempunyai batang pendek dan beruas-ruas, sehingga hamper tidak kelihatan Batang sawi dapat berfungsi sebagai alat pembentuk dan penompang daun, sedangkan daun sawi bertangkai panjang dan bentuknya pipih. Tanaman sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami.

2.2.3 Daun sawi bola

Daun sawi bola berbentuk lonjong dan memiliki tangkai daun yang panjang hasil pertumbuhan dari batang. Tangkai daun sawi berukuran besar, berdaging dan mengandung banyak air. Permukaan daun memiliki tekstur yang halus, mengkilat dan tidak ditumbuhi bulu. Umumnya, daun sawi bola tumbuh secara berserak atau roset, tersusun rapat dan rapih sehingga sangat sulit untuk membentuk krop dengan tekstur yang mudah sobek dan lunak. Daun ini memiliki tipe tulang daun menyirip berbentuk oval dengan ujung yang membulat.

2.2.4. Buah sawi bola

Tanaman sawi bola memiliki buah yang berbentuk lonjong dan ada juga yang bulat. Buah ini berwarna hijau keputihan. Buah ini berupa kapsul yang terbuka dengan dua katup. Buah tersebut berbentuk polong. Dalam tiap buah terdapat 2 hingga 8 biji. Pada buah terdapat rongga yang di dalamnya terdapat butiran biji.

2.2.5 Biji

Biji sawi bola berukuran sangat kecil dan berwarna cokelat dengan diameter sebesar 2,5 mm. Biji sawi berbentuk bulat telur atau oval. Bagian permukaan bijinya licin dan mengkilap. Biji tersebut juga memiliki tekstur yang keras. Pada bagian luar biji terdapat selaput, sementara pada sawi tidak memiliki endosperma. Biji sawi tidak berbau khas bahkan saat dikunyah atau di tumbuk. Biji sawi tergolong sebagai biji berkeping satu atau biasa.

2.3 Syarat tumbuh sawi bola (*brassica rapa l*)

Tanaman sawi putih dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik ketika tanaman berada pada syarat tumbuh yang seharusnya. Adapun syarat tumbuh tanaman sawi putih sebagai berikut.

2.3.1 Iklim

Pada stadia pembibitan diperlukan intensitas cahaya lemah sehingga memerlukan naungan, untuk mencegah cahaya matahari langsung yang dapat membahayakan pertumbuhan bibit. Pada stadia pertumbuhan diperlukan intensitas cahaya kuat, sehingga tidak membutuhkan naungan. Secara umum sawi bola memerlukan penyinaran 10-13 jam/hari. Suhu udara yang untuk budidaya sawi bola adalah 15-20 ^{0}C dan toleran terhadap suhu 32-35^{0}C (Telaumbanua et al., 2016).

2.3.2 Media tanam

Syarat yang paling penting adalah tanahnya subur, gembur, kaya bahan organik dan tidak mudah seperti pada tanah lempung hidup dengan baik pada tanah jenis latosol. Keasaman yang cocok adalah pH 5,5–7,5. Tetapi pada kisaran pH 5,9-8,2 sawi bola masih dapat tumbuh dengan baik. Kandungan air tanah yang baik adalah pada kandungan air tersedia, yaitu pF antara 2,5–4. Dengan demikian lahan tanaman sawi bola memerlukan pengairan yang cukup baik (irigasi maupun drainase). Sawi bola tidak dapat hidup dengan baik pada tanah yang berlebihan air atau tergenang (Kalb *et al.*, 2016).

2.4 Biochar

Biochar merupakan arang yang dapat menjadi bahan pembenah tanah, baik berupa kompos maupun bahan organik. Biochar telah terbukti efektif untuk mempercepat pemulihan lahan yang terdegragasi. Salah satunya dapat

meningkatkan kemampuan tanah memegang air, sehingga penggunaan air dapat lebih efesien. Menurut (Nurida dan Dariah, 2022) bahan organik sulit lapuk yang berasal dari sisa panen seperti sekam padi, tempurung kelapa, tandan kosong kelapa sawit, bisa dimanfaatkan untuk pembenah tanah jika telah diolah menjadi biochar (arang aktif), yang dapat meningkatkan kualitas fisik tanah yang tergradasi dan dapat meningkatkan produktifitas tanaman. Biochar juga memiliki potensi yang baik untuk perbaikan sifat tanah dengan digunakan sebagai amandemen tanah, selain itu biochar juga dapat mengurangi dampak negatif yang mungkin timbul dari hutan opresasi penghapusan biomassa. Efek aplikasi Biochar banyak diaplikaikan diwilayah seperti hutan subtropis, karena sebagian berasal dari sistem pertanian sementara (Dariah,2022).

2.4.1 Biochar Sekam Padi

Sekam adalah bagian dari bulir padi (serealia) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, yang melindungi bagian dalam padi. Sekam padi (kulit gabah) merupakan hasil penggilingan gabah yang memiliki lapisan keras meliputi kariopsis, terdiri dari belahan lemma dan palea yang saling bertautan. Dari proses penggilingan padi, biasanya diperoleh sekam 20 –30%, dedak 8 – 12 %, dan beras giling 50 – 63,5% dari bobot awal gabah (Sipahutar, 2017). Sekam memiliki kerapatan jenis bulk density 125 kg m-3, dengan nilai kalori 1 kg sekam padi sebesar 3300 kalori dan ditinjau dari komposisi kimiawi, sekam mengandung karbon (zat arang) 1,33%, Hidrogen 1,54%, Oksigen 33,645%, dan Silika (SiO2) 16,98%. Artinya sekam dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kimia dan sebagai sumber energi panas untuk keperluan manusia (Sipahutar, 2017). Biochar sekam padi juga mengandung unsur lain

seperti Fe2O3, K2O, MgO, CaO, MnO dan Cu dalam jumlah yang kecil serta beberapa jenis bahan organik. Kandungan silikat yang tinggi dapat roboh karena perakaran sawi putih yang tidak terlalu dalam antara 20 – 30 cm (Kalb et. al, 2016) .Arang sekam memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dan porositas yang baik. Sifat ini menguntungkan jika digunakan sebagai media tanam karena mendukung perbaikan struktur tanah aerasi dan drainase menjadi lebih baik. Abu sekam padi memiliki fungsi mengikat logam berat (Febrinugroho, 2019). Selain itu abu sekam padi berfungsi untuk menggemburkan tanah sehingga bisa mempermudah akar tanaman menyerap unsur hara di dalamnya. Kandungan unsur hara abu sekam padi tidak sebanyak yang ada pada pupuk buatan, sehingga penggunaan yang terbaik adalah dengan mencampur antara kompos (misalnya sekam padi) dan pupuk buatan, dengan intensitas sesuai kebutuhan tanah. Abu sekam padi ini sangat kaya akan silika (Si) yang dalam oksidanya dikenal dengan silika dioxide. Silika yang dari abu sekam padi ini sama dengan silika fume (Febrinugroho, 2019). Sekam bakar sering digunakan sebagai media tanam untuk tanaman hias maupun campuran pembuatan kompos. Sekam yang diperoleh dari hasil penggilingan kemudian diproses lebih lanjut dengan alat ISRI – 552 dengan suhu 400 – 500 0C selama 2-4 jam.

2.4.2 Biochar Sebagai Pembenah Tanah

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang baik. Pada beberapa hal, biohar lebih baik dari kompos (Santi dan Goenadi, 2020). Biochar secara efektif dapat memperbaiki kesuburan tanah (Sukartono, 2011). Pemberian biochar meningkatkan hasil pertanian pada tanah yang kurang subur, biochar berfungsi sebagai pembenah tanah dengan cara memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi

tanah. Biochar mengikat CO2 dalam tanah sehingga tidak terlepas ke atmosfir. Akibatnya, keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) dapat terjaga dalam waktu yang lama (Gani, 2019). Aplikasi Biochar dapat meningkatkan kandungan Corganik tanah (COT) khususnya pada kedalaman 0-10 cm. Biochar menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman, kemampuan biochar dalam mengadopsi kation lebih besar dibandingkan bahan organik biasa. Biochar dapat mengikat kation utama, P, N-total, KTK, dan pH, sehingga, kadar unsur hara dalam tanah meningkat. Peningkatan KTK mengakibatkan pencucian (leaching) unsur hara bermuatan positif berkurang.

Biochar dapat menyediakan habitat yang disukai mikroba, tapi tidak dikonsumsi oleh mikroba. Hal ini karena nilai pH biochar sangat sesuai dengan mikroorganisme sehingga mikroorganisme tumbuh dengan optimal. Biochar menyediakan karbon organik yang dibutuhkan mikroorganisme. Hal tersebut meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman.

2.4.3 Peranan Biochar terhadap Sifat Fisika Tanah

2.4.3.1. Retensi air

Salah satu peran biochar adalah meningkatkan retensi air, retensi air tanah dapat ditentukan oleh distribusi dan konektivitas dari pori-pori matriks dalam tanah, dan sebagian besar dipengaruhi oleh bahan organik, agregasi tanah dan tekstur tanah (Brady dan Weil, 2018). Peningkatan retensi air dapat disebabkan dengan adanya luas permukaan yang tinggi pada biochar. Pada tekstur tanah berpasir, peningkatan tingkat kapasitas dengan menambahan biochar paling sering diamati. Oleh karena itu perbaikan retensi air tanah dapat dilakukan dengan

adanya penambahan biochar, terutama pada tanah yang bertekstur kasar seperti tanah pasir dikarenakan memilik pori-pori makro yang besar. Penambahan biochar didalam tanah dapat bermanfaat sebagai habitat mikroba. Aktivitas mikroorganisme mempengaruhi ruang pori tanah (Saito dan Marumoto, 2022).

Kandungan bahan organik mengakibatkan peningkatan retensi air dalam tanah berpasir. Dekomposisi bahan organik tanah mempengaruhi ruang pori yang ada diantara partikel tanah. Tanah yang mengandung bahan organik mempunyai lapisan tanah yang remah sehingga kemampuan menghisap airnya baik. Hasil penelitian Rawls et al., (2023) menunjukkan bahwa kemampuan biochar dalam meretensi air baik karena adanya peningkatan bahan organik. Hal ini sesuai dengan penelitian Atkinson et al., (2020) bahwa manfaat yang besar dari penambahan biochar terhadap meningkatnya kemampuan retensi air tanah hanya ditunjukkan pada tanah berpasir.

2.4.3.2 Berat Isi

Penambahan biochar ke dalam tanah dapat menurunkan berat isi tanah hal ini dikarenakan berat isi tanah lebih tinggi dibandingkan berat isi biochar. Hal ini dikarenakan biochar telah melalui beberapa proses hingga menjadi arang. Aplikasi biochar ini berpengaruh langsung terhadap luas permukaan biochar. Meningkatnya luas permukaan spesifik dan kondisi fisika mungkin juga menguntungkan komunitas mikroba asli. Kishimoto dan Sugiura (2019) memperkirakan luas permukaan dalam dari arang yang terbentuk pada suhu 400-1.000 0C berkisar antara 200 hingga 400 N2 kg-1.

2.4.3.3 Permeabilitas tanah

Permeabiitas tanah merupakan kondisi dimana tanah tersebut mampu meloloskan air ke lapisan bawah profil tanah. Struktur dan tekstur serta unsur organik lainnya berperan dalam menaikkan laju permeabilitas tanah. Pengertian permeabilitas secara kualitatif sebagai pengerangan gas-gas, cairan, atau penetrasi air. Sruktur tanah juga berperan dalam kemampuan tanah meloloskan air. Struktur, tekstur serta peranan bahan organik berperan untuk menaikkan laju permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi maka laju infiltrasi juga tinggi, sebaliknya apabila keadaan infiltrasi rendah maka akan mempengaruhi keadaan pemeabilitas tanah. Berdasarkan kondisi tanah pasir yang memiliki pori-pori yang besar kemampuan dalam meloloskan air sangat mudah, untuk memperbaiki kondisi tersebut maka diperlukan penambahan pembenah tanah diharapkan mampu memperbaiki sifat fisika tanah pasir. Salah satu bahan pembenah tanah yang sering digunakan adalah arang dan abu sekam.

Penggunaan arang dan abu sekam dapat memperbaiki sifat fisik maupun kimia tanah. Menurut Setyorini (2023), abu sekam padi memiliki fungsi mengikat logam. Selain itu, abu sekam padi berfungsi untuk menggemburkan tanah, sehingga bisa mempermudah akar tanaman menyerap unsur hara. menjelaskan bahwa salah satu cara memperbaiki media tanam yang mempunyai drainase buruk adalah dengan menambahkan arang sekam pada media tersebut. Hal tersebut akan meningkatkan berat volume tanah (bulk density), sehingga tanah banyak memilki pori-pori dan tidak padat. Kondisi tersebut akan meningkatkan ruang pori total dan mempercepat drainase air tanah.

2.5 Pupuk NPK Mutiara

Pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara. Contoh dari pupuk majemuk antara lain seperti NP, NK, dan NPK. Ada dua cara dalam pembuatan pupuk majemuk yaitu melalui proses kimia dan blending (diaduk). Setiap proses mempunyai keuntungan, keuntungan dari proses kimia yaitu setiap butir pupuk mengandung unsur hara yang sama sesuai dengan formulasinya, sedangkan keuntungan dari proses blending (diaduk) yaitu kandungan unsur hara N, P, K dalam pupuk lebih mudah di ubah sesuai dengan kebutuhan tanaman (Zaini, 2024). Ditinjau dari segi distribusi, penyimpanan, dan aplikasi, pupuk majemuk lebih efisien dibandingkan pupuk tunggal karena unsur N, P, terdapat dalam satu pupuk (Hartatik dan Widowati, 2020)

Menurut Efendi dkk. (2019), fungsi unsur hara NPK bagi tanaman yaitu Nitrogen (N) untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya batang, cabang, dan daun, berperan dalam pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam fotosintesis, pembentukan protein, lemak, dan berbagai senyawa organik. Fosfor (P) yaitu merangsang pertumbuhan akar khususnya membantu asimilasi dan pernafasan, mempercepat pembangunan dan pemasakan biji serta buah. Kalium (K) yaitu membantu pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat daun, bunga dan buah tidak mudah gugur, dan unsur hara ini sebagai sumber kekuatan dalam menghadapi kekeringan dan serangan penyakit. Pupuk NPK mutiara memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pupuk NPK lainya (seperti pupuk NPK phonska dan pupuk NPK pelangi). Keunggulan dari pupuk NPK mutiara yaitu mengandung unsur hara NPK sekaligus hara mikro.

CaO dan MgO yang sangat dibutuhkan tanaman, menjaga keseimbangan unsur hara makro dan mikro pada tanah, pengaplikasianya cukup mudah sehingga biaya pemupukan relatif lebih kecil, dan dapat digunakan untuk semua jenis tanaman.

Kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk NPK mutiara (16:16:16) yaitu 16% N, 16% P O5 (Phospate), 16% K O (Kalium), 0,5 MgO (Magnesium), dan 6% (kalsium) (Narka, 2016). Unsur hara N,P dan K tersebut sangat dibutuhkan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman (Fahmi et al., 2024).

Menurut Narka (2016), pemberian pupuk NPK mutiara pada tanaman mempunyai beberapa manfaat yaitu mempercepat, memperbanyak dan memperkuat perakaran tanaman sehingga meningkatkan penyerapan hara. Mempercepat, memperbesar, dan menyehatkan pertumbuhan tunas. Mempercepat, memperbesar, dan memperkuat pertumbuhan tanaman serta mencegah kekerdilan. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas serta produksi buah. Mengurangi kerontokan bunga dan buah serta meningkatkan jumlah mutu hasil tanaman sehingga pendapatan petani akan meningkat.

Perlakuan dosis pupuk NPK (16:16:16) berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi bibit, diameter pangkal batang, luas daun, panjang daun, panjang akar, berat basah akar, berat basah berangkasan atas, berat kering berangkasan atas, dan persentase akar yang terinfeksi mikoriza pada umur 60 dan 90 hari. Pertumbuhan bibit kakao pada media subsoil terbaik dijumpai pada dosis pupuk NPK mutiara (16:16:16) 5 g.tanaman-1 (Nasrullah, 2021).