

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Taksonomi Dan Morfologi Tanaman Brokoli

Tanaman brokoli (*Brassica oleracea var.italica*) adalah sayuran yang berasal dari mediterania dan termasuk dalam keluarga *brassicaceae*. Brokoli atau biasa disebut kol bunga hijau merupakan salah satu tanaman kubis-kubisan (*Cruciferae*) yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Nama brokoli sendiri diambil dari bahasa Italia broco yang artinya tunas. Brokoli telah menjadi sayuran penting sejak masa kerajaan Romawi. Baru pada tahun sekitar 1970-an, brokoli sampai ke Indonesia melalui perantara pedagang dari Spanyol (Kaleka, 2017).

Berdasarkan klasifikasi tata nama (sistem tumbuhan) tanaman brokoli termasuk kedalam (Kaleka, 2017) :

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Sub divisi</i>	: <i>Angiospermae</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Dicotyledoneae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Rhoeadales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Cruciferae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Brassica</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Brassica oleracea L.</i>

Menurut Kumar et al., 2021 akar brokoli bersifat serabut dan berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah. Akar yang sehat dan kuat sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Akar brokoli dapat menjangkau kedalaman tanah yang cukup untuk mendapatkan kelembaban dan nutrisi yang diperlukan. Akar juga berperan dalam stabilitas tanaman, terutama saat tanaman mulai tumbuh tinggi.

Menurut Sari et al., 2020 batang tanaman brokoli tegak dan bercabang, dengan tinggi mencapai 60-90 cm. Batang ini berfungsi sebagai penopang bagi daun dan bunga, serta sebagai saluran transportasi air dan nutrisi dari akar ke bagian tanaman lainnya. Batang yang kuat dan sehat akan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Batang brokoli juga memiliki permukaan yang halus dan berwarna hijau, yang dapat berubah menjadi ungu atau merah pada beberapa varietas

Menurut Hussain et al., 2019 daun brokoli berwarna hijau tua, berbentuk oval, dan memiliki tepi bergerigi. Daun ini berfungsi sebagai tempat fotosintesis, di mana tanaman mengubah cahaya matahari menjadi energi. Daun yang sehat dan lebar dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dan mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, daun brokoli juga berperan dalam proses transpirasi, yang membantu mengatur suhu tanaman. Daun brokoli biasanya tumbuh secara berpasangan di sepanjang batang.

Menurut Zhang & Wang, 2020 bagian yang paling dikenal dari tanaman brokoli adalah kepala bunga yang berbentuk bulat dan terdiri dari kumpulan bunga kecil yang belum mekar. Kepala bunga ini adalah bagian yang dikonsumsi dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Setelah masa panen, jika tidak dipanen, bunga akan mekar menjadi bunga kuning yang menarik bagi serangga penyerbuk. Proses pembungaan ini sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu dan cahaya. Kepala bunga brokoli biasanya berwarna hijau, tetapi dapat juga memiliki nuansa ungu atau putih tergantung pada varietasnya.

Menurut Hussain et al., 2019 Setelah proses penyerbukan, brokoli menghasilkan buah yang disebut silika, yang berbentuk kubah, padat dan berwarna hijau. Buah ini mengandung biji yang dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman. Namun, dalam budidaya brokoli, buah ini biasanya tidak dipanen karena fokus utama adalah pada kepala bunga.

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Brokoli

Tanaman brokoli memerlukan syarat tumbuh yang optimal untuk mencapai pertumbuhan dan produksi yang baik. Beberapa syarat tumbuh yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Iklim

Brokoli tumbuh baik pada suhu antara 15-20°C. Suhu yang terlalu tinggi (di atas 25°C) dapat menyebabkan tanaman cepat berbunga (bolting) dan mengurangi kualitas hasil. Sebaliknya, suhu

yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan (Hussain et al., 2019).

Kelembaban udara yang ideal untuk pertumbuhan brokoli berkisar antara 60-70%. Kelembaban yang cukup penting untuk mencegah stres pada tanaman dan mendukung proses fotosintesis (Kumar et al., 2021).

2. Media Tanam

Brokoli lebih menyukai tanah yang subur, kaya akan bahan organik, dan memiliki drainase yang baik. Tanah lempung berpasir atau tanah loam adalah pilihan yang baik untuk pertumbuhan brokoli (Sari et al., 2020).

pH tanah yang ideal untuk pertumbuhan brokoli berkisar antara 6,0 hingga 7,0. pH yang terlalu asam atau terlalu basa dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh tanaman (Zhang & Wang, 2020).

3. Ketinggian tempat

Brokoli dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian antara 0 hingga 1.500 meter di atas permukaan laut. Namun, ketinggian yang ideal untuk pertumbuhan brokoli biasanya berada pada kisaran 800 hingga 1.200 meter. Pada ketinggian ini, suhu dan kelembaban cenderung lebih stabil, yang mendukung pertumbuhan optimal tanaman (Sari et al., 2020).

4. Cahaya

Brokoli memerlukan sinar matahari penuh, minimal 6-8 jam per hari, untuk fotosintesis yang optimal. Tanaman ini dapat tumbuh dalam kondisi naungan, tetapi hasilnya biasanya tidak sebaik jika ditanam di tempat yang terkena sinar matahari langsung (Kumar et al., 2021).

5. Nutrisi

Brokoli memerlukan nutrisi yang cukup, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Pupuk bokashi dari limbah ternak ayam petelur dapat menjadi pilihan yang baik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan brokoli (Sari et al., 2020).

2.3 Kandungan brokoli

Menurut (Cahyono, 2001) dalam (Novia, 2023) Brokoli merupakan sayuran yang mempunyai peran penting untuk kesehatan karena mengandung mineral dan vitamin yang dibutuhkan tubuh manusia. Mineral yang terkandung dalam kubis bunga adalah kalsium, besi, fosfor, dan sulfat. Vitamin yang terkandung dalam brokoli antara lain vitamin A, vitamin C dan vitamin B. Adapun serat yang terkandung dalam kubis bunga bermanfaat untuk meningkatkan proses pencernaan makanan. Berdasarkan data USDA, dalam 100 gram bunga brokoli segar terdapat berbagai kandungan gizi seperti: air (89,30 g), energi (34 kkal), protein (2,82 g), lemak (0,37 g), abu (0,87 g), karbohidrat (6,64 g), serat (2,6 g), gula (1,7 g), Ca (47 mg), Fe (0,73 mg), Mg (21 mg), P (66 mg), K (316 mg), Na (33 mg), Zn (0,41 mg), Cu (0,049), Mn (0,21 mg), vitamin C (89,2 mg), vitamin B1

(0,071 mg), vitamin B2 (0,117 mg), vitamin B5 (0,573 mg), dan vitamin B6 (0,175 mg) (USDA, 2019).

2.4 Pupuk bokashi

Pupuk bokashi adalah pupuk organik yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan organik, termasuk kotoran ternak, dedak, dan bahan lainnya. Proses ini melibatkan mikroorganisme yang berperan dalam penguraian bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman. Pupuk bokashi memiliki keunggulan dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, dan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman.

Limbah ternak ayam petelur, terutama kotoran ayam, merupakan sumber bahan baku yang melimpah untuk pembuatan pupuk bokashi. Kotoran ayam kaya akan nitrogen, fosfor, dan kalium, yang merupakan unsur hara penting bagi pertumbuhan tanaman. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pengolahan kotoran ayam menjadi pupuk bokashi merupakan solusi yang efektif untuk memanfaatkan limbah sekaligus meningkatkan kesuburan tanah.

Penggunaan pupuk bokashi dari limbah ternak ayam petelur memiliki berbagai manfaat, antara lain:

1. **Meningkatkan Kesuburan Tanah:** Pupuk bokashi mengandung unsur hara yang diperlukan oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman.

2. **Memperbaiki Struktur Tanah:** Pupuk ini dapat meningkatkan aerasi dan retensi air dalam tanah, yang sangat penting untuk pertumbuhan akar tanaman.
3. **Meningkatkan Produksi Tanaman:** Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk bokashi dapat meningkatkan hasil panen tanaman, termasuk brokoli, dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia.

2.5 Optimalisasi Penggunaan Pupuk Bokashi Limbah Ternak Ayam Petelur

Optimalisasi penggunaan pupuk bokashi dari limbah ternak ayam petelur dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor, seperti:

1. **Dosis Pupuk:** Penentuan dosis pupuk bokashi yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal. Dosis yang terlalu rendah mungkin tidak memberikan efek yang signifikan, sementara dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman.
2. **Waktu Aplikasi:** Waktu aplikasi pupuk juga mempengaruhi efektivitasnya. Pupuk bokashi sebaiknya diaplikasikan sebelum penanaman atau pada fase pertumbuhan awal tanaman.
3. **Metode Aplikasi:** Metode aplikasi pupuk, seperti pengolahan tanah atau aplikasi langsung ke tanaman, juga dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, penggunaan pupuk bokashi dari limbah ternak ayam petelur dapat dioptimalkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan

produksi tanaman secara berkelanjutan. Optimalisasi ini tidak hanya bermanfaat bagi petani dalam meningkatkan hasil panen, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian dan kesehatan tanah.

2.6 Analisis ekonomi produksi tanaman brokoli

Analisis ekonomi produksi tanaman brokoli adalah suatu kajian yang dilakukan untuk mengevaluasi aspek finansial dan ekonomi dari usaha budidaya brokoli. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah usaha tersebut layak dijalankan, seberapa efisien penggunaan biaya, dan potensi keuntungan yang bisa diperoleh. Salah satu metode yang umum digunakan dalam analisis ekonomi produksi tanaman brokoli adalah R/C Ratio. Metode ini membandingkan antara pendapatan yang diperoleh (Revenue) dengan biaya yang dikeluarkan (cost). R/C Ratio ini memberikan gambaran seberapa efisien usaha tani tersebut dalam menghasilkan keuntungan relatif terhadap biaya yang dikeluarkan.

Rumus R/C Ratio :

$$R/C = \frac{\text{Penerimaan total (TR)}}{\text{Total Biaya (TC)}}$$

Interpretasi hasil R/C Ratio :

- a. $R/C > 1$: Jika ratio R/C lebih besar dari 1, artinya pendapatan yang diperoleh lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan sehingga usaha tani disebut menguntungkan.

- b. $R/C = 1$: Jika rasio R/C sama dengan 1, artinya pendapatan dan biaya seimbang, yang berarti usaha tani tersebut tidak mengalami kerugian maupun keuntungan.
- c. $R/C < 1$: Jika ratio R/C kurang dari 1,, artinya biaya yang dikeluarkan lebih besar daripada pendapatan yang diperoleh, sehingga usaha tani tersebut tidak menguntungkan atau bahkan merugi.

Usaha menanam brokoli dianggap berhasil apabila hasil penjualannya melebihi titik keseimbangan (Break Even Point). Sebaliknya, usaha ini dianggap gagal apabila hasil penjualannya kurang dari titik keseimbangan (Break Even Point), baik dari segi jumlah panen, pendapatan maupun harga jual. Perhitungan titik keseimbangan (BEP) produksi brokoli dapat dilakukan dengan rumus :

$$\text{BEP Produksi} = \frac{\text{biaya total}}{\text{Harga jual}}$$

Atau

$$\text{BEP Harga Jual} = \frac{\text{Biaya Total}}{\text{Volume Produksi Total}}$$

Atau

$$\text{BEP Penerimaan} = \frac{\text{Biaya Total}}{1 - \left[\frac{\text{Biaya variabel total}}{\text{Penerimaan total}} \right]}$$

Rumus ROI (Return on investment)

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan bersih}}{\text{Total biaya investasi}} \times 100\%$$

2.7 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Menurut Klarisa et al (2023) dalam penelitiannya menyatakan bahwa interaksi antara dosis pupuk kandang ayam dan PGPR berpengaruh nyata terhadap luas daun pada 49 hst, indeks luas daun pada 49 hst, laju pertumbuhan pada 35-49 hst, berat segar bunga pada tanaman dan berat segar bunga per hektar. Dari data yang ada, dosis pupuk kandang ayam yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil brokoli adalah 8 ton ha⁻¹ dengan dosis PGPR 18 l ha⁻¹. Kombinasi ini memberikan hasil terbaik dalam hal berat segar bunga baik per tanaman maupun per hektar. Menurut Risky et al (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian perlakuan N6 (100% pupuk kotoran ayam) secara umum dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol dibandingkan dengan perlakuan yang lain pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar, bobot kering tanaman dan total padatan terlarut bunga. Menurut Zulhadi et al (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang ayam 5 ton/ha sudah memperlihatkan hasil lebih baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.).

Menurut Moniz et al (2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aplikasi kotoran ayam dan biochar secara bersamaan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kembang kol. Kombinasi dosis kotoran ayam 20 t h-1 dan biochar 10 t h-1 memberikan hasil terbaik, sedangkan perlakuan tanpa kotoran ayam dan biochar menghasilkan produksi terendah. Menurut Tri Vivonda, Armaini, & Yoseva, S (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian pupuk bokashi 4 ton/ha merupakan dosis terbaik pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*). Menurut Masdar Farman et al (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kombinasi dosis pupuk kandang 2 kg per petak dan waktu pemberian 7 hari sebelum tanam merupakan dosis yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman brokoli.

Menurut Ali Muharom (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa interaksi pemberian berbagai bokashi dan pupuk NPK nyata terhadap tanaman lobak putih. Perlakuan terbaik bokashi adalah bokashi kulit pisang kapok 2kg/plot (B2), yang berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, Panjang umbi, berat basah umbi, volume umbi dan berat brangkas kering tanaman, sedangkan perlakuan terbaik dosis NPK adalah 16:16:16 24 gram/plot (N3) yang berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, Panjang umbi, berat basah umbi, volume umbi dan berat brangkas kering tanaman. Menurut Kurnia, Anshar dan Imam (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang ayam yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan

dan hasil tanaman kubis bunga. Pemberian dosis pupuk kandang ayam mampu meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah pada tanah masam, hal ini terlihat dari hasil pengamatan bahwa perlakuan kontrol memiliki nilai terendah dibandingkan perlakuan dosis pupuk kandang ayam lainnya. Menurut Inosensius, Henderikus, dan Yuyun (2021) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Pemberian pupuk kandang ayam berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, namun berpengaruh sangat nyata terhadap berat segar tan-1, serta berat segar ha-1. Dosis optimum pupuk kandang ayam 60 ton ha-1 merupakan perlakuan terbaik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis* L.) yang optimal dengan produksi rata-rata berat segar ha-1 mencapai 52,47 ton ha-1.