

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait “Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Cangkang Telur Ayam (*Gallus domesticus*) dan Cangkang Kerang Totok (*Geloina sp.*) dengan Penambahan *Effective Microorganism* 4 terhadap Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)” merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan. Penelitian terdahulu mengenai pembuatan pupuk organik cair dengan penggunaan cangkang telur, cangkang kerang, dan EM4 sebagai bioaktivator menjadi bahan pertimbangan serta landasan dalam pelaksanaan penelitian ini. Tujuan dari peninjauan studi pustaka untuk membandingkan penelitian sebelumnya dengan pembaruan atau inovasi baru yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mashfufah (2014) yang berjudul “Uji Potensi Pupuk Organik dari Bahan Cangkang Telur untuk Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*)” dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi atau jumlah serbuk cangkang telur, maka akan menghasilkan tanaman seledri yang lebih berkualitas. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi serbuk cangkang telur yang tinggi memiliki kandungan kalsium lebih banyak, sehingga pertumbuhan tanaman seledri khususnya tinggi batang, jumlah daun, dan biomassa tumbuh dengan baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Fazrina & Yursilla (2019) berjudul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)” dapat disimpulkan bahwa pupuk organik limbah cangkang kerang berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun, lebar daun, dan berat basah tanaman sawi. Selain itu, konsentrasi pupuk organik limbah cangkang kerang yang berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi memiliki konsentrasi pupuk sebanyak 50%.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan *et al* (2021) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Pupuk Organik Cair

di Kecamatan Rumbai Bukit” berkaitan dengan pengaplikasian POC. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan aplikasi POC pada tanaman cabai dan pepaya yang ditanam di pekarangan rumah warga memiliki pertumbuhan daun yang lebih luas daripada yang tidak diberi POC.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Huda (2020) yang berjudul “Efektivitas Pupuk Organik Cair Cangkang Telur Ayam Broiler Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa*) Secara Hidroponik Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi Tumbuhan”, dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk organik cair cangkang telur ayam broiler terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa*) secara hidroponik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, panjang akar, dan berat basah tanaman selada, tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman selada.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Lacuba (2019) yang berjudul “Kombinasi Pupuk Organik Cair Limbah Cangkang Telur dan Ajinomoto Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)” dapat disimpulkan pemberian pupuk organik cair berbahan dasar limbah cangkang telur dan ajinomoto berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*). Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian menunjukkan tinggi tanaman, dan jumlah helai daun lebih besar pertumbuhannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Hasrizat *et al* (2022) yang berjudul “Respon Pemberian Mulsa Ampas Tebu dan Pupuk Organik Cair Cangkang Kerang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa chinensis L.*)” dapat disimpulkan pemberian pupuk organik cair cangkang kerang berpengaruh sangat nyata terhadap parameter luas daun dan bobot pakcoy per sampel.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Arif & Supriyanto (2013) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Rumput Laut Dan Cangkang Kerang Sebagai Pupuk Organik Cair” dapat disimpulkan limbah rumput laut dan cangkang kerang berpotensi sebagai bahan baku pupuk organik cair. Pupuk organik berbasis limbah ampas rumput laut dan cangkang kerang memiliki kandungan Ca (kalsium) yang tinggi meskipun pupuk yang dihasilkan memiliki

kandungan N, P₂O₅ dan K₂O yang lebih rendah dibandingkan pupuk organik komersial.

Penelitian yang dilakukan oleh Batubara *et al* (2022) yang berjudul “Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Cangkang Telur Ayam Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*)” disimpulkan perbedaan konsentrasi pupuk cair cangkang telur ayam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah yang meliputi tinggi tanaman, lebar dan panjang daun, jumlah daun dan berat basah juga kadar klorofil pada tanaman bayam merah.

Penelitian yang dilakukan oleh Febriyanti *et al* (2023) yang berjudul “Efektivitas Pemberian POC Cangkang Telur dan Kulit Bawang Merah Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat Sayur (*Lycopersicum esculentum mill.*)” dapat disimpulkan konsentrasi POC cangkang telur dan kulit bawang merah berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, jumlah bunga, dan jumlah buah. Perlakuan yang dilakukan menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan dan paling optimal terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, dan jumlah buah pada rentang umur 14 HST hingga 44 HST, serta pada masa panen pada rentang umur 56 HST hingga 80 HST.

Penelitian yang dilakukan oleh Risman (2022) yang berjudul “Pengaruh Pupuk Organik Cair Cangkang Telur Terhadap Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis L.*)” dapat disimpulkan perlakuan pupuk organik cair cangkang telur berpengaruh nyata pada bobot polong per tanaman, panjang polong, bobot polong per petak jumlah polong pertanaman. Namun, tidak berpengaruh nyata pada umur berbunga.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurrahmi *et al* (2023) dengan judul “Pengaruh Pupuk Organik Cangkang Telur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa L.*)” dapat disimpulkan pemberian pupuk organik cair cangkang tidak berpengaruh terhadap parameter jumlah daun, jumlah umbi, dan berat umbi basah. Pemberian pupuk organik tersebut hanya berpengaruh nyata pada tinggi tanaman umur 21 HST dan berat umbi kering.

Selain itu, terdapat kecenderungan semakin tinggi konsentrasi memberikan hasil tinggi tanaman, jumlah daun yang lebih tinggi, berat umbi basah maupun berat umbi kering yang lebih tinggi. Pemberian pupuk organik cair cangkang telur memberikan nilai yang lebih tinggi terhadap perlakuan lainnya dibandingkan dengan tanpa pupuk organik cangkang telur.

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1	(Mashfufah, 2014)	Mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik dari bahan cangkang telur terhadap pertumbuhan tanaman seledri (<i>Apium graveolens L.</i>)	Semakin besar penambahan konsentrasi atau jumlah serbuk cangkang telur, maka akan menghasilkan tanaman seledri yang lebih berkualitas. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi serbuk cangkang telur yang tinggi memiliki kandungan kalsium lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman seledri khususnya tinggi batang, jumlah daun, dan biomassa	1. Bahan baku tambahan cangkang kerang totok, perbandingan komposisi cangkang telur ayam dan EM4. 2. Analisis yang digunakan pada penelitian, dan pengamatan pada tanaman.

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			tumbuh dengan baik.	
2	(Arif & Supriyanto, 2013)	Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk pupuk organik cair berbahan dasar limbah rumput laut dan cangkang kerang.	Limbah rumput laut dan cangkang kerang berpotensi sebagai bahan baku pupuk organik cair. Pupuk organik berbasis limbah ampas rumput laut dan cangkang kerang memiliki kandungan kalsium yang tinggi meskipun pupuk yang dihasilkan memiliki kandungan nitrogen, fosfor dan kalium yang lebih rendah dibandingkan pupuk organik komersial.	1. Bahan yang digunakan menggunakan cangkang kerang totok serta penambahan bahan cangkang telur ayam 2. Variasi komposisi pupuk
3	(Fazrina & Yursilla, 2019)	1. Mengetahui pupuk organik limbah cangkang kerang darah	1. Pupuk organik limbah cangkang kerang berpengaruh	1. Bahan baku menggunakan cangkang kerang totok dan cangkang

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		<p>(<i>Anadara granosa</i>) terhadap pertumbuhan tanaman sawi (<i>Brassica juncea</i>).</p> <p>2. Mengetahui konsentrasi pupuk organik limbah kulit kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) yang efektif untuk pertumbuhan sawi (<i>Brassica juncea</i>).</p>	<p>secara nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun, lebar daun, dan berat basah tanaman sawi.</p> <p>2. Konsentrasi pupuk organik limbah cangkang kerang yang berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi yaitu dengan konsentrasi pupuk 50%.</p>	<p>telur ayam, perbandingan komposisi cangkang telur ayam dan EM4.</p> <p>2. Analisis yang digunakan pada penelitian, dan pengamatan pada tanaman.</p>
4	(Lacuba, 2019)	Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair cangkang telur dan ajinomoto terhadap pertumbuhan	Pemberian pupuk organik cair berbahan dasar limbah cangkang telur dan ajinomoto berpengaruh terhadap	1. Bahan baku menggunakan tambahan cangkang kerang totok tidak menggunakan

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		tanaman cabai rawit (<i>Capsicum frutescens L.</i>)	pertumbuhan tanaman cabai rawit (<i>Capsicum frutescens L.</i>). Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian menunjukkan tinggi tanaman, dan jumlah helai daun lebih besar pertumbuhannya.	ajinomoto. 2. Variasi komposisi pupuk. 3. Analisis uji pupuk.
5	(Huda, 2020)	Untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair cangkang telur ayam boiler terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun panjang akar dan berat basah tanaman selada (<i>Lactuca sativa</i>) secara hidroponik dengan konsentrasi yang berbeda-beda.	Pemberian pupuk organik cair cangkang telur ayam broiler terhadap pertumbuhan tanaman selada (<i>Lactuca sativa</i>) secara hidroponik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, panjang akar dan berat basah tanaman selada, tetapi tidak berpengaruh	1. Bahan baku tambahan cangkang kerang totok, variasi komposisi cangkang telur ayam dan EM4. 2. Analisis yang digunakan pada penelitian, dan pengamatan pada tanaman.

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			terhadap jumlah daun tanaman selada.	
6	(Hasibuan <i>et al.</i> , 2021)	Untuk menambah wawasan warga Rumbai Bukit terhadap manfaat limbah cangkang telur dalam pembuatan POC. Selama ini limbah cangkang telur hanya ditumpuk di lahan kosong milik desa dan menjadi sumber polusi udara.	Pengaplikasian POC pada tanaman cabai dan pepaya yang ditanam di pekarangan rumah warga memiliki pertumbuhan daun yang lebih luas daripada yang tidak diberi POC.	1. Bahan baku tambahan cangkang kerang totok. 2. Variasi komposisi cangkang telur ayam dan EM4.
7	(Batubara <i>et al.</i> , 2022)	Bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair cangkang telur ayam terhadap pertumbuhan vegetatif bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)”.	Perbedaan konsentrasi pupuk cair cangkang telur ayam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah yang meliputi tinggi tanaman, lebar dan panjang daun,	1. Bahan baku menggunakan cangkang telur dan cangkang kerang totok. 2. Variasi komposisi pupuk 3. Variabel pengamatan.

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			jumlah daun dan berat basah juga kadar klorofil pada tanaman bayam merah.	
8.	(Hasrizat <i>et al.</i> , 2022)	Bertujuan untuk mengetahui respon pemberian mulsa ampas tebu dan pupuk organik cair cangkang kerang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa chineensis L.</i>)	Pemberian mulsa ampas tebu dan cangkang kerang berpengaruh sangat nyata pada parameter tinggi tanaman. luas daun. bobot pakcoy per sampel. bobot pakcoy per plot.	1. Bahan yang digunakan menggunakan cangkang kerang totok serta penambahan bahan cangkang telur ayam. dan EM4. 2. Variasi komposisi pupuk
9.	(Risman, 2022)	Mempelajari dan mendapatkan pengaruh pemberian POC cangkang telur terhadap hasil tanaman kacang panjang.	Perlakuan pupuk organik cair cangkang telur berpengaruh nyata pada bobot polong per tanaman, panjang polong, bobot polong perpetak jumlah	1. Bahan baku menggunakan cangkang telur ayam dan cangkang kerang totok. 2. Variasi komposisi pupuk.

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			polong pertanaman. Namun, tidak berpengaruh nyata pada umur berbunga.	
10.	(Febriyanti <i>et al.</i> , 2023)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi POC berbahan cangkang telur dan kulit bawang merah yang tepat terhadap pertumbuhan tanaman tomat.	Konsentrasi POC cangkang telur dan kulit bawang merah berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, jumlah bunga, dan jumlah buah pada rentang umur 14 HST hingga 44 HST, serta pada masa panen pada rentang umur 56 HST hingga 80 HST.	1. Bahan baku menggunakan cangkang telur ayam dan cangkang kerang totok. 2. Variasi komposisi pupuk
11.	(Nurrahmi <i>et al.</i> , 2023)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pupuk organik cair	Pemberian pupuk organik cair cangkang telur memberikan nilai yang lebih tinggi terhadap perlakuan	1. Bahan baku menggunakan cangkang telur ayam dan cangkang kerang totok.

No	Peneliti	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		cangkang telur terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (<i>Allium cepa L.</i>).	lainnya dibandingkan dengan tanpa pupuk organik cangkang telur.	2. Variasi komposisi pupuk

2.1 Teori - teori yang relevan

2.2.1 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari pembusukan bahan - bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Bahan baku pupuk organik cair yang sangat bagus yaitu bahan organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air tinggi seperti sisa-sisa buah-buahan dan sisa sayur-sayuran (Rigi *et al.*, 2019). Anjuran penggunaan pupuk ataupun bahan lain yang sifatnya organik dimaksudkan untuk mengurangi masalah yang sekarang timbul akibat dipakainya bahan-bahan kimia yang telah terbukti merusak tanah dan lingkungan (Tanti *et al.*, 2020). Berikut adalah persyaratan teknis minimal pupuk organik yang ditetapkan oleh Departemen Pertanian Republik Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Pupuk Organik Cair

NO.	PARAMETER	SATUAN	MINIMUM	MAKSIMUM
1.	C-Organik	%	10	-
2.	pH	-	4	9
3.	Nitrogen (N)	%	2	6
4.	Phospor (P)	%	2	6
5.	Kalium (K)	%	2	6
6.	N-Organik	%	0,5	-
7.	<i>E.coli</i>	cfu/ml	-	1×10^2
8.	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml	-	1×10^2

NO.	PARAMETER	SATUAN	MINIMUM	MAKSIMUM
8.	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml	-	1x10 ²
9.	Na	ppm	-	2.000
10.	Cl	ppm	-	2.000
11.	C/N Rasio	%	-	25

(Sumber: Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019)

2.2.2 Cangkang Telur Ayam

Telur ayam ras adalah salah satu sumber pangan protein hewani yang sangat diminati oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan telur merupakan makanan sumber protein hewani yang murah dan mudah untuk didapatkan oleh masyarakat Indonesia dan memiliki kandungan gizi yang lengkap (Jazil *et al.*, 2013). Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang sangat mudah didapat. Cangkang telur dapat juga berasal dari buangan sampah peternakan ayam petelur. Kurangnya pengetahuan dan wawasan masyarakat mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur mengakibatkan limbah tersebut dapat mencemari lingkungan. Cara untuk menangani limbah cangkang telur yaitu melakukan pengolahan menjadi pupuk organik cair (Taha *et al.*, 2022).

Cangkang telur memiliki kandungan nutrisi yang tinggi (Defvi *et al.*, 2023) menyatakan bahwa sebanyak 97% kalsium terkandung dalam cangkang telur ayam. Tingginya kandungan kalsium ini diketahui sebagai senyawa kalsium karbonat yang sangat baik sebagai bahan baku pembuatan POC dan dapat menaikkan pH media tanah dan air.



Gambar 2.1 Cangkang Telur Ayam

(Sumber: Salpiyana, 2019)

Cangkang telur ayam merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Potensi limbah cangkang telur ayam di Indonesia cukup besar. Sebagai gambaran, produksi telur ayam nasional pada tahun 2009 sebesar 1.071.398 ton. Jika rata-rata berat telurnya 60 g, cangkang telur yang dihasilkan dalam setahun adalah 178.566,33 ton. Cangkang telur memiliki kandungan utama kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 95%. Kandungan ini menjadi unsur hara penting bagi perkembangan tanaman agar dapat tumbuh dengan subur (Safitri *et al.*, 2014).

2.2.3 Cangkang Kerang

Kerang Totok (*Geloina sp.*) merupakan salah satu jenis kerang yang hidup dengan cara membenamkan diri di dalam substratnya yang berlumpur dan berpasir. Kerang Totok (*Geloina sp.*) juga merupakan kerang yang mempunyai karakteristik sebagai hewan budidaya laut. Kandungan yang terdapat pada serbuk cangkang kerang yaitu CaCO_3 sebesar 53.05%. Na sebesar 0.08%. P sebesar 0.05%. Mg sebesar 0.05%. Fe 0.02%. Cu 16.36%. Zn 15.76% dan Si sebesar 0.1 % (Setyowati *et al.*, 2017).



Gambar 2.2 Cangkang Kerang Totok

(Sumber: Peneliti, 2023)

Menurut penelitian Juliutomo *et al* (2018) yaitu pemberian serbuk cangkang kerang berpengaruh terhadap tinggi tanaman. dan hal tersebut disebabkan karena peranan unsur hara dari kalsium (Ca). Serta mampu memicu proses dekomposisi bahan organik sehingga senyawa organik yang terkandung di dalam bahan organik berubah menjadi unsur-unsur mineral yang dapat diserap oleh tanaman. Kerang Totok (*Geloina sp.*) merupakan

salah satu spesies kerang yang hidup dengan cara membenamkan diri di dalam substratnya yang berlumpur dan berpasir. Kerang Totok (*Geliona sp.*) juga merupakan kerang yang mempunyai karakteristik sebagai hewan budidaya laut.

2.2.4 Fermentasi Anaerob

Fermentasi adalah cara mengubah substrat menjadi produk tertentu dengan bantuan mikroba (Kurnia, 2018). Fermentasi merupakan proses yang dilakukan oleh mikroorganisme baik aerob maupun anaerob yang dapat mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman (Safitri, 2021).

Pada penelitian yang akan dilakukan ini, mekanisme fermentasi yang digunakan adalah fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob merupakan proses pembusukan bahan organik tanpa melibatkan oksigen bebas, produk utama proses pembusukan anaerobik adalah metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan senyawa lainnya seperti asam organik. Proses penguraian senyawa organik dalam proses pembuatan pupuk organik menurut (Makiyah, 2013) dapat digambarkan sebagai berikut:

a. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman karena merupakan salah satu penyusun sel tanaman (Rahmadani *et al.*, 2020). Nitrogen sangat berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman. Fungsi nitrogen yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif (Patti *et al.*, 2013). Pada budidaya cabai unsur hara nitrogen sangat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, yaitu pembentukan sel baru dan mengganti sel-sel yang rusak. Nitrogen juga membantu dalam pembentukan klorofil dalam fotosintesis, pembentukan vitamin dan protein, mempercepat pertumbuhan tanaman muda, dan meningkatkan penyerapan unsur hara lainnya seperti fosfor dan kalium (Taufik *et al.*, 2013).

Menurut (Oriska, 2012) dalam (Yuliani *et al.*, 2017) terdapat beberapa fungsi dari unsur nitrogen bagi tanaman sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman;
2. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau (pada daun muda berwarna kuning);
3. Meningkatkan kadar protein dalam tanaman;
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan;
5. Meningkatkan mikroorganisme berkembangbiak di dalam tanah.

b. Fosfor

Fosfor merupakan unsur hara yang penting untuk tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan atau mengandung fosfor yang cukup untuk pertumbuhannya secara normal. Pada tanaman fosfor berfungsi dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer, dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses lainnya di dalam tanaman (Dahlia & Setiono, 2020). Pembentukan fosfor selama pengomposan, mikroorganisme memiliki peran yang sangat penting. Selama proses dekomposisi terjadi, senyawa P organik yang terdapat dalam bahan organik diubah dan dimineralisasikan menjadi senyawa organik yang bisa diserap tanaman. Selain itu, fosfor juga berperan dalam meningkatkan unsur hara tanah dan kesuburan tanah (Ekawandani & Kusuma, 2018).

c. Kalium

Menurut (Sinuraya, 2007) dalam (Arthawidya *et al.*, 2017) unsur kalium (K) merupakan unsur hara yang mudah mengadakan persenyawaan dengan zat lain, misalnya Ca (Kalsium) dan Mg (Magnesium). Sifat K adalah mudah larut dan terbawa hanyut serta mudah difikasi dalam tanah. Kalium berperan penting dalam pertumbuhan tanaman terutama disaat masa pematangan tanaman karena mempengaruhi fotosintesis dalam pembentukan klorofil, pengisian biji dan penting dalam pembentukan karbohidrat. Kalium dapat meningkatkan kandungan gula dan sangat penting bagi tumbuh kembang tanaman (Alfian & Purnamawati, 2019).

d. Kadar C-organik

Kadar C-organik adalah faktor penentu dari kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kadar C-organik total, maka kualitas tanah mineralnya semakin baik. Bahan organik tanah sangat berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah, peningkatan biologis tanah, dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tumbuhan. Bahan organik adalah faktor penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia, maupun biologi tanah (Siregar, 2017).

e. C/N Rasio

Rasio C/N merupakan rasio organik karbon dengan nitrogen. Rasio C/N juga merupakan salah satu aspek penting dalam keseimbangan unsur hara total. Perbandingan rasio C/N antara banyaknya kandungan unsur karbon (C) terhadap banyaknya kandungan unsur nitrogen (N) yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya (Widarti *et al.*, 2015)

2.2.5 Bioaktivator *Effective Microorganism 4 (EM4)*

Larutan *Effective Microorganism-4* yang disingkat dengan EM4 ditemukan oleh Prof.Dr.Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. *Effective Microorganism-4 (EM-4)* merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman yang dapat digunakan sebagai starter untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme (Melisa, 2018).



Gambar 2.3 *Effective Microorganism 4 (EM4)*

(Sumber: Salpiyana, 2019)

EM4 adalah salah satu jenis larutan yang mengandung bakteri antara lain *decomposer*, *lactobacillus* sp, bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces*, jamur pengurai selulosa, bakteri pelarut fosfor yang berfungsi sebagai pengurai bahan organik secara alami (Suryani *et al.*, 2017). Larutan EM4 yang mengandung mikroorganisme fermentasi dapat mempercepat proses fermentasi serta bekerja secara efektif pada bahan organik sehingga dapat diaplikasikan dalam pembuatan kompos (Khoerudin, 2019).

2.2.6 Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) adalah tanaman yang sangat populer diseluruh dunia. Sebagai salah satu tanaman hortikultura, cabai rawit merupakan komoditi tanaman buah semusim yang berbentuk perdu. Tanaman yang berfamily Solanaceae ini merupakan tanaman budidaya yang juga sering ditanam di pekarangan rumah sebagai tanaman sayur. (Zen, 2021)



Gambar 2.4 Tanaman Cabai Rawit

(Sumber: Abdurrosyid, 2019)

Cabai rawit diklasifikasikan dalam kingdom *Plantae*, divisi *Spermatophyta*, kelas *Dicotyledonae*, ordo *Solanales*, famili *Solanaceae*, genus *Capsicum*, spesies *Capsicum frutescens* L. (Kusumawati *et al.*, 2022). Tanaman cabai rawit memiliki ciri khas dengan warna daun cabai rawit berwarna hijau muda. Panjang daunnya sekitar 3 - 11 cm dan lebar daun berkisar 1 - 5 cm. Tanaman cabai rawit memiliki tinggi maksimal sepanjang 80 cm. Panjang batang 20 cm dengan bentuk percabangan yang acak. Warna pada batang hijau tua ketika masih dalam keadaan produktif dan akan berubah menjadi coklat ketika sudah tua. Sistem perakaran tanaman ini termasuk ke dalam kategori akar serabut. Diameter bunganya berkisar antara 5 - 20 mm yang tergolong dalam

bunga sempurna. Cabai rawit ini memiliki ukuran yang sangat kecil dengan panjang buah 1 - 2 cm dan memiliki warna hijau saat masih muda serta berubah menjadi merah saat sudah tua dan siap untuk dipanen (Lagiman & Supriyanta, 2021).

a. Morfologi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)

1. Akar

Cabai rawit termasuk kedalam tumbuhan dikotil yang mempunyai akar tunggang. Akar cabai rawit biasanya berada dekat dengan permukaan tanah dan melebar sejauh 30-50 cm. Akar cabai rawit juga memiliki kemampuan menembus kedalam tanah sejauh 30-60 cm (Lestari, 2021).

2. Batang

- Warna batang tanaman

Warna batang tanaman cabe rawit (*Capsicum frutescens L.*) pada tiga kecamatan memiliki warna yang dominan yaitu berwarna hijau gelap berbentuk bulat dan memiliki struktur yang keras dan berkayu (Effendi *et al.*, 2018).

- Bentuk percabangan

Bentuk percabangan menggarpu dengan posisi daun berselang - seling, Percabangan terbentuk setelah batang tanaman mencapai ketinggian berkisar 30 cm - 45 cm. Cabang tanaman beruas- ruas, setiap ruas ditumbuhi daun dan tunas/cabang. Pertambahan panjang cabang diakibatkan oleh pertumbuhan kuncup ketiak daun secara terus menerus (Effendi *et al.*, 2018).

3. Daun

- Warna helai daun

Warna helaian daun pada tiga kecamatan memiliki permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya yang diterima pada tanaman berbeda (Effendi *et al.*, 2018).

- Warna pertulangan daun

Pada karakter warna tulang daun terbagi menjadi 3 yaitu hijau muda, hijau kekuningan dan hijau tua (Effendi *et al.*, 2018).

- **Bentuk daun**

Pada pengamatan bentuk daun yang dibagi menjadi 3 sub pengamatan yaitu bentuk helai daun, bentuk ujung daun dan bentuk pangkal daun, tepi rata dan pertulangan pada pengamatan tanaman cabe rawit (*Capsicum frutescens L.*). Pada helai daun berbentuk bulat telur sampai berbentuk hati, ujung runcing, pangkal runcing, tepi rata dan pertulangan daun menyirip. sehingga dapat dikatakan bahwa setiap pengamatan bentuk daun keseluruhannya memiliki karakter yang sama (Effendi *et al.*, 2018).

4. Bunga

Bunga cabai rawit berbentuk seperti terompet atau bintang dengan warna bunga umumnya putih, namun ada beberapa jenis cabai yang memiliki warna bunga ungu. Bunga tanaman cabai rawit berada pada ketiak daun, dengan mahkota berwarna kuning kehijauan atau hijau keputihan dengan bentuk seperti bintang dan anter memiliki warna biru. Penyerbukan bunga termasuk kedalam penyerbukan sendiri (*self pollinated crop*) atau dapat juga terjadi secara silang dengan keberhasilan sekitar 56% (Effendi *et al.*, 2018).

5. Buah

Buah cabai rawit memiliki keanekaragaman dalam hal bentuk dan ukuran. Buah cabai rawit dapat berbentuk bulat/pendek dengan ujung runcing atau berbentuk kerucut. Ukuran buah bervariasi berdasarkan pada jenisnya. Pada cabai rawit kecil mempunyai ukuran antara 2 cm - 2,5 cm dan lebar 5 mm sedangkan cabai rawit yang cenderung besar memiliki ukuran panjang mencapai 3,5 cm dan lebar mencapai 12 mm. Buah cabai rawit mempunyai bentuk dan warna yang beragam, namun setelah masak besar berwarna merah (Effendi *et al.*, 2018). Buah cabai rawit biasanya paling pedas buahnya dibandingkan buah cabai lainnya. Rata-rata buah cabai mengandung 70 - 90% air, kalori, protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin (Safitri, 2020).

b. Syarat Tumbuh Cabai Rawit

Tanaman cabai rawit memiliki syarat tumbuh yang tepat untuk mendapatkan pertumbuhan dan hasil produksi yang optimum. Sumber pupuk organik yang kaya akan nutrisi, termasuk nitrogen, fosfor, dan kalium. Nutrisi

ini sangat dibutuhkan oleh tanaman cabai untuk pertumbuhan dan produksi yang baik serta meningkatkan kesuburan tanah (Hermawan, 2019). Berikut ini terdapat beberapa syarat tumbuh cabai rawit meliputi:

1. Tipe Tanah

Tanah yang baik untuk budidaya tanaman cabai rawit adalah tanah yang memiliki sifat gembur dan remah. Menurut (Aziez *et al.*, 2021), tanaman cabai rawit tidak tumbuh dengan baik dalam tanah yang memiliki struktur padat dan tidak memiliki rongga. Alasannya, tanah seperti ini tidak mudah ditembus dengan air sehingga saat penyiraman berlangsung, air tersebut akan menggenang dan menimbulkan banyak dampak negatif. Selain itu, tanah tersebut tidak memberikan kesempatan kepada akar untuk bergerak secara luas. Jenis tanah tersebut termasuk tanah liat, tanah berkaolin dan tanah berbatu. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit yaitu tanah yang memiliki tekstur agak berat seperti lempung berliat.

2. Ketinggian Tempat

Tanaman cabai dapat ditanam pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh pada ketinggian 0 - 2.000 mdpl. Namun, tanaman cabai rawit yang ditanam di dataran rendah dan dataran tinggi pasti mengalami perbedaan seperti diumur panen dan masa panen ataupun pada pertumbuhan lainnya. Tanaman cabai rawit yang dibudidayakan pada dataran tinggi memiliki umur panen yang lebih lama dibandingkan dengan cabai rawit yang ditanam pada dataran rendah. Ketinggian yang optimum untuk budidaya tanaman cabai rawit ini yaitu pada 0 – 1000 mdpl (Aziez *et al.*, 2021).

3. Suhu dan Kelembaban

Cabai rawit dapat beradaptasi dengan baik pada suhu 24° C - 27° C dengan kelembaban yang tidak terlalu tinggi. Curah hujan yang optimum untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit yang baik yakni antara 1000 – 3000 mm setiap tahunnya (Etrina, 2018).

4. pH Tanah Optimum

Cabai rawit merupakan tanaman yang menghendaki tingkat keasaman tanah yang optimal. pH tanah yang baik untuk budidaya tanaman cabai rawit

yakni 5,5 – 6,5. Apabila tanah yang akan digunakan dalam budidaya memiliki tingkat keasaman dibawah 5,5 maka tanah tersebut perlu diberi tambahan kapur untuk menetralkan tingkat keasamannya. pH tanah yang rendah akan mengakibatkan sulitnya unsur hara dalam tanah untuk diserap oleh tanaman. Sebab, unsur hara yang sebagian dibutuhkan oleh tanaman seperti fosfor (P) dan kalsium (Ca) tidak tersedia dalam kondisi pH tanah yang rendah. Tingkat keasaman yang rendah akan mengakibatkan pertumbuhan penyakit pada tanaman seperti adanya cendawan jamur seperti *Fusarium sp* (Sukur *et al.*, 2023).

5. Intensitas Cahaya

Cabai rawit membutuhkan intensitas cahaya yang normal seperti tanaman hortikultura lainnya. Pencahayaan tanaman cabai rawit dibutuhkan dari pagi hari hingga sore hari (Dennon, 2020).

6. Sumber Air

Ketersediaan air yang cukup tentu menunjang pertumbuhan tanaman cabai rawit yang baik. Dengan adanya drainase yang baik dan lancar, tanaman cabai rawit akan tumbuh optimal dengan hasil produksi yang rimbun (Dennon, 2020).

7. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman. Fungsi nitrogen yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif (Patti *et al.*, 2013). Pada budidaya cabai unsur hara nitrogen sangat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, yaitu pembentukan sel baru dan mengganti sel-sel yang rusak. Nitrogen juga membantu dalam pembentukan klorofil dalam fotosintesis, pembentukan vitamin dan protein, mempercepat pertumbuhan tanaman muda, dan meningkatkan penyerapan unsur hara lainnya seperti fosfor dan kalium (Taufik *et al.*, 2013).

8. Phospor

Fosfor merupakan komponen struktur asam nukleat yang kompleks dalam tanaman. Fosfor berfungsi untuk mengatur sintesis protein. Oleh sebab itu, unsur hara ini sangat penting dalam proses pembelahan sel serta perkembangan jaringan baru (Zuhrifah *et al.*, 2015). Unsur fosfor diperlukan dalam jumlah

yang lebih sedikit daripada unsur kalium dan nitrogen. Ini karena, fosfor tidak mudah terlarut dalam air dan cenderung memiliki pergerakan yang lambat di dalam tanah (Ronafani, 2018). Fosfor juga berperan dalam pembelahan sel untuk daun, buah, dan biji serta untuk pembentukan bunga. Selain itu fosfor juga berfungsi untuk merangsang perkembangan akar, memperkuat batang, mempercepat pematangan buah, memperbaiki kualitas tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Siagian *et al.*, 2017).

9. Kalium

Unsur kalium (K) merupakan unsur hara yang mudah mengadakan persenyawaan dengan zat lain, misalnya Ca (Kalsium) dan Mg (Magnesium) (Arthawidya *et al.*, 2017). Sifat K adalah mudah larut dan terbawa hanyut serta mudah difikasi dalam tanah. Kalium berperan penting dalam pertumbuhan tanaman terutama disaat masa pematangan tanaman karena mempengaruhi fotosintesis dalam pembentukan klorofil, pengisian biji dan penting dalam pembentukan karbohidrat. Kalium dapat meningkatkan kandungan gula dan sangat penting bagi tumbuh kembang tanaman (Alfian & Purnamawati, 2019).

10. C-Organik

Kadar C-Organik merupakan faktor penentu kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kadar C-Organik total maka kualitas tanah mineral semakin baik. Bahan organik tanah sangat berperan dalam hal memperbaiki sifat tanah, peningkatan biologis tanah dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Bahan organik itu sendiri merupakan faktor penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia maupun biologi tanah (Siregar, 2017).

11. C/N Rasio

Rasio C/N merupakan rasio organik karbon dengan nitrogen. Rasio C/N juga merupakan salah satu aspek penting dalam keseimbangan unsur hara total. Perbandingan rasio C/N antara banyaknya kandungan unsur karbon (C) terhadap banyaknya kandungan unsur nitrogen (N) yang ada pada suatu bahan organik. Mikroorganisme membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya (Widarti *et al.*, 2015).