

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Klasifikasi Cabai Rawit

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) tergolong tanaman semusim atau tanaman berumur pendek yang tumbuh sebagai perdu atau semak, dengan tinggi tanaman dapat mencapai 1,5 m. Menurut Cahyono (2003) secara taksonomi, tanaman cabai rawit digolongkan sabagai berikut :

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Corolliforea</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum frutescens</i> L.

#### 2.2 Anatomi dan Morfologi Tanaman Cabai Rawit

##### 2.2.1 Batang

Batang tanaman cabai rawit memiliki struktur yang keras dan berkayu, bentuk batang bulat dan besar, berdiameter  $\pm 5 - 7$  cm, panjang ruas batang utama 2,93 - 9,82 cm, warna batang bervariasi dari hitam, coklat sampai coklat kehitaman. Selain mempunyai sulur panjat, cabai juga mempunyai sulur buah (cabang buah) dengan jumlah 5 - 7 buah per cabang. Panjang ruas cabang buah berkisar 2,08 - 8,02 cm, cabai juga mempunyai jumlah cabang buah cukup

banyak, dengan bentuk bulat dan berwarna hijau, hijau gelap sampai hijau tua (Haryudin dan Oti, 2009).

### **2.2.2 Daun**

Warna daun muda hijau muda dan daun dewasa berwarna hijau sampai hijau tua. Bentuk daun bervariasi dari lanset sampai oval dan tepi daun rata, ukuran daun lebih kecil dibandingkan dengan daun tanaman cabai besar. Daun merupakan daun tunggal dengan kedudukan agak mendatar, dan berseling dengan bentuk pertulangan daun menyirip, ujung daun runcing sampai meruncing dan tumpul. Bentuk pangkal daun berlekuk dan tidak sejajar. Permukaan daun halus, permukaan daun bergelombang dengan tepi daun rata. Jumlah daun cukup banyak sehingga tanaman tampak rimbun (Haryudin dan Oti, 2011).

### **2.2.3 Bunga**

Bunga tanaman cabai rawit merupakan bunga tunggal yang berbentuk bintang. Bunga tumbuh menunduk pada ketiak daun dengan mahkota bunga berwarna putih. Penyerbukan bunga termasuk penyerbukan sendiri (*self pollinated crop*), namun dapat juga terjadi secara silang dengan keberhasilan sekitar 56% (Sofiati, 2009).

### **2.2.4 Buah**

Buah cabai rawit akan terbentuk setelah terjadi penyerbukan. Buah memiliki keanekaragaman dalam hal ukuran, bentuk, warna dan rasa buah. Buah cabai rawit dapat berbentuk bulat panjang (*conical*), bulat pendek (*globular*), panjang pipih (*filiform*), dan panjang kecil (*cylindrical*) dengan ukuran juga bervariasi.

Warna buah cabai rawit bervariasi, buah muda berwarna hijau atau putih sedangkan buah yang telah masak berwarna merah menyala atau merah jingga (merah agak kuning) pada waktu masih muda, rasa buah cabai rawit kurang pedas, tetapi setelah masak menjadi pedas (Haryudin dan Oti, 2011).

### **2.2.5 Biji**

Biji cabai rawit berwarna putih kekuningan – kuning, berbentuk bulat pipih, tersusun berkelompok (bergerombol) dan saling melekat pada empulur. Ukuran biji cabai rawit lebih kecil dibandingkan dengan biji cabai besar. Biji – biji ini dapat digunakan dalam perbanyakan tanaman (Sofiati, 2009).

### **2.2.6 Akar**

Perakaran cabai rawit terdiri atas akar tunggang yang tumbuh lurus ke pusat bumi dan akar serabut yang tumbuh menyebar ke samping. Perakaran tanaman tidak dalam sehingga tanaman hanya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, porous (mudah menyerap air) dan subur (Sofiati, 2009).

## **2.3 Syarat Tumbuh Cabai Rawit**

Kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman merupakan syarat utama keberhasilan usaha tani. Suhu yang dikehendaki tanaman cabai rawit antara 18°C - 30°C . Tanaman cabai rawit juga memerlukan kelembaban udara tertentu, kelembaban udara yang cocok untuk tanaman cabai rawit adalah 60 % - 80 %. Pada kelembaban udara yang tinggi pemanfaatan unsur hara dalam tanah tidak seimbang. (Cahyono, 2003).

Curah hujan berpengaruh terhadap pembungaan dan pembuahan. Agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik tanaman cabai rawit memerlukan

curah hujan berkisar antara 600 mm - 1.250 mm per tahun. Tanah merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan proses produksi pertanian. Tanaman cabai rawit memerlukan derajat keasaman (pH) tanah antara 6,0 - 7,0 (pH optimum 6,5). Tanaman cabai rawit memiliki daya adaptasi yang luas sehingga dapat ditanam pada berbagai ketinggian tempat antara 0 m - 500 m dpl (Cahyono, 2003).

## **2.4 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit**

### **2.4.1 Fase Vegetatif**

Fase vegetatif tanaman ditandai dengan proses pertambahan ukuran dan jumlah dari setiap sel yang bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali pada bentuk semula. Tanaman yang sedang tumbuh, terlihat adanya pembentukan organ - organ baru seperti daun semakin banyak, akar semakin panjang dan bertambah banyak (Marta, 2013).

Pertumbuhan pada tumbuhan berlangsung terbatas pada beberapa bagian tertentu, yang terdiri dari sejumlah sel yang baru dihasilkan melalui pembelahan sel di meristem. Pembelahan sel tidak menyebabkan pertambahan ukuran melainkan produk pembelahan sel itulah yang tumbuh dan menyebabkan pertumbuhan. Meristem apical tajuk dan meristem akar terbentuk selama proses perkembangan embrio saat pembentukan biji. Pertumbuhan dan perkembangan menghasilkan berbagai ragam bentuk yang mengagumkan, yang merupakan hasil dari tiga peristiwa sederhana yaitu pembelahan sel, pembesaran sel dan diferensiasi sel. Berbagai macam cara sel membelah, membesar dan terspesialisasi telah menghasilkan berbagai jenis jaringan dan organ tumbuhan dan banyak jenis tumbuhan (Salisbury dan Cleon, 1995).

Proses pembelahan sel terbagi menjadi dua cara yaitu secara mitosis dan meiosis. Mitosis merupakan periode pembelahan sel yang berlangsung pada jaringan titik tumbuh (meristem), seperti pada ujung akar dan pucuk tanaman, proses mitosis terjadi dalam empat fase, yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Sedangkan meiosis terjadi pada fase reproduksi seksual atau pada jaringan nuftah. Pada meiosis terjadi dua kali periode pembelahan sel, yaitu pembelahan I (meiosis I) dan pembelahan II (meiosis II). Akibat adanya dua kali proses pembelahan sel, maka satu sel induk akan menghasilkan empat sel baru, dengan masing - masing sel mengandung jumlah kromosom setengah dari jumlah kromosom sel induk. Pembelahan secara meiosis terjadi pada pembentukan sel telur dan sel serbuk sari (Andhika, 2013).

Pemanjangan sel lebih cenderung ke satu dimensi daripada mengembang secara merata ke segala dimensi, hal ini disebabkan dinding primer sel yang sedang tumbuh tersusun dari mikrofibril selulosa yang terbenam dalam matriks berbentuk polisakarida bukan selulosa dan sejumlah protein. Selama masa pertumbuhan ketebalan dinding sel selalu hampir seragam, pertumbuhan cenderung sama ke segala arah. Tapi pada banyak sel muda, arah mikrofibril tidak seluruhnya acak namun sebagian besar mengikuti arah satu poros. Maka pertumbuhan menjadi lebih mudah terjadi ke arah yang tegak lurus terhadap poros tersebut, seperti pada akar, batang, dan tangkai daun yang sedang memanjang (Salisbury dan Cleon, 1995).

Pembesaran sel merupakan peristiwa penyerapan air ke dalam vakuola yang mengembang, organ tumbuhan yang memanjang adalah batang dan akar. Sel meristem yang baru terbentuk membesar ke tiga dimensi, namun pada batang

dan akar pembesaran segera menjadi pemanjangan (Salisbury dan Cleon, 1995). Pembesaran terjadi ketika dinding sel mengakibatkan tekanan turgor yang kemudian melemahkan ikatan silang antar mikrofibril dan memungkinkan dinding sel meregang, air dapat masuk melalui osmosis. Pertumbuhan akan terus terjadi sampai sel menjadi terikat cukup kuat melalui ikatan hidrogen untuk melawan tekanan turgor sel (Campble, Reece and Mitchell, 2003).

#### **2.4.2 Metabolisme Sel**

Setiap makhluk yang hidup mengalami proses metabolisme dalam tubuhnya tidak terkecuali pada tanaman. Metabolisme adalah segala proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Makhluk hidup mendapat, mengubah dan memakai senyawa kimia dari sekitarnya untuk mempertahankan hidupnya. Proses metabolisme terjadi di dalam sel, yang merupakan aktivitas yang sangat terkoordinasi, melibatkan kerjasama berbagai system enzim yang mengkatalis reaksi - reaksi secara bertahap dan memerlukan pengaturan metabolik untuk mengendalikan mekanisme reaksinya (Ansyah, 2013). Mekanisme pertukaran zat dalam proses metabolisme tanaman meliputi lima proses yaitu difusi, osmosis, transport aktif, endositosis dan eksositosis.

Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahnya suatu zat dalam pelarut dari bagian yang berkonsentrasi tinggi kebagian yang berkonsentrasi rendah, perbedaan konsentrasi yang ada pada dua larutan disebut gradien konsentrasi (Ansyah, 2013). Menurut Kimball (1998) difusi dapat terjadi kerana gerakan acak *kontinu* yang menjadi ciri khas semua molekul yang tidak terkait dalam suatu zat padat. Kecepatan difusi zat melalui membran sel tidak hanya

tergantung pada gradien konsentrasi, tetapi juga pada besar, muatan dan daya larut dalam lipid dari partikel – partikel tersebut.

Osmosis adalah perpindahan air melalui membran permeabel selektif dari bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat. Membran semipermeabel dapat ditembus oleh pelarut, tetapi tidak boleh zat terlarut, yang mengakibatkan gradien tekanan sepanjang membran. Tekanan osmotik merupakan sifat koligatif, yang berarti bahwa sifat ini bergantung pada konsentrasi zat terlarut dan bukan pada sifat zat terlarut itu sendiri (Ansyah, 2013).

Transport aktif adalah gerakan ion dan molekul melawan suatu perbedaan konsentrasi. Disebut aktif karena sel – sel tersebut harus mempergunakan energi untuk transportasi melawan daya difusi yang pasif (Ansyah, 2013).

Endositosis adalah mekanisme pengangkutan bahan dari cairan ekstra sel ke dalam sel dengan cara membungkus bahan tersebut dengan suatu kantong yang terbentuk dari membran sel yang ditekuk ke arah dalam, kemudian kantong tersebut lepas membentuk vakuola di dalam sitoplasma (Ansyah, 2013).

Eksositosis adalah mekanisme pengeluaran bahan sel dari dalam sel menuju keluar sel dengan cara bahan sisa terkumpul dalam suatu kantong membran di dalam sitoplasma, kemudian kantong tersebut bergerak ke permukaan sel untuk mengkosongkan isinya keluar sel (Kimball, 1998).

Reaksi kimia dalam proses metabolisme meliputi proses sintesis (anabolisme) dan penguraian (katabolisme) senyawa atau komponen dalam sel hidup. Semua reaksi metabolisme dikatalis oleh enzim. Perana penting metabolisme adalah dalam penawar racun atau detoksifikasi. Hasil – hasil anabolisme berguna sebagai bahan bakar cadangan untuk katabolisme seperti

glikogen, lemak dan protein, semua transformasi anabolik sama dengan semua reaksi katabolik yang dikatalis oleh enzim. Jika proses katabolisme melepaskan energi, maka berbeda dengan proses anabolisme yang memerlukan energi. Energi yang dilepaskan oleh katabolisme dalam bentuk ATP yang dimanfaatkan dalam proses anabolisme (Kimball, 1998).

### **2.4.3 Fotosintesis**

Organisasi dan fungsi sel hidup tergantung pada persediaan energi. Karbohidrat merupakan sumber energi yang tersimpan dalam molekul – molekul organik, satu – satunya sumber molekul organik di alam yang merupakan tumpuan hidup dari seluruh makhluk hidup berasal dari proses fotosintesis (Yudiarti, Widiastutik dan Herry, 2004). Fotosintesis merupakan proses penggabungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O menjadi karbohidrat dengan bantuan sinar matahari, dan terjadi pada tanaman yang berdaun hijau (Kimball, 1998).

Pigmen pada proses fotosintesis merupakan substansi yang menyerap cahaya, sekumpulan pigmen berwarna hijau yang ada dalam kloroplas disebut klorofil. Dengan klorofil daun menjadi hijau dan pigmen dapat mengabsorpsi sinar dengan panjang gelombang antara lain ungu, biru dan merah. Panjang gelombang sinar yang diabsorpsi oleh satu pigmen disebut spektrum absorpsi. Spektrum absorpsi satu pigmen akan berbeda dengan pigmen yang lainnya (Kimball, 1998).

Klorofil ada dua macam yaitu klorofil a dan b yang mempunyai struktur sama, akan tetapi berbeda dalam spectrum absorpsinya. Selain klorofil a dan b, dalam tanaman mengandung satu pigmen lain yaitu karotenoid yang mempunyai warna berkisar antara merah dan kuning, yang dominan pada bunga dan buah.



Pigmen karotenoid juga terdapat pada daun, namun sering ditutupi oleh klorofil yang jauh lebih banyak. Karotenoid akan tampak pada daun bila musim gugur tiba, karena jumlah klorofil berkurang sehingga daun tampak berwarna kuning dan merah (Kimball, 1998).

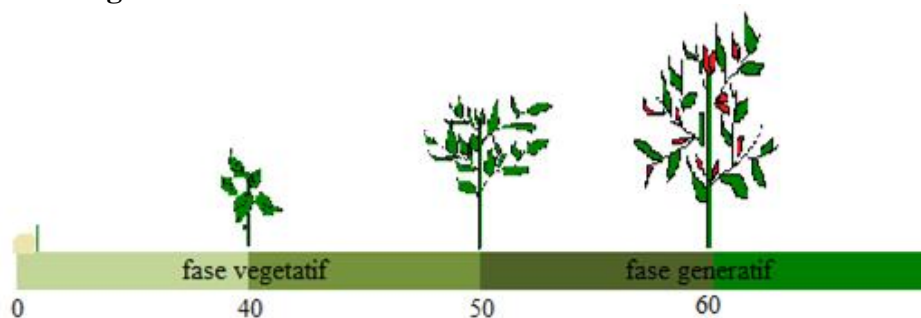
Kloroplas merupakan reaksi kimia pada proses fotosintesis yang terjadi pada organ sel. Satu sel daun mempunyai 40 sampai 50 kloroplas, kloroplas tidak berada pada semua bagian tanaman hanya terbatas pada sel batang yang masih muda, buah yang belum matang dan sel daun. Kloroplas berstruktur memipih dengan panjang 7  $\mu\text{m}$  dan lebar antara 3 – 4  $\mu\text{m}$ , yang dibatasi oleh membrane luar yang halus. Batas luar ini melingkupi matriks fluida yang disebut stroma, membran dalam terlipat berpasangan yang disebut lamella, secara berkala lamella ini membesar hingga membentuk suatu gelombang pipih yang terbungkus membran yang disebut tilakoid. Struktur yang tersusun dalam satu tumpukan mirip dengan tumpukan koin dan tumpukan tilakoid ini disebut grana (Kimball, 1998).

Daun merupakan pabrik fotosintesis yang sebenarnya pada tanaman, apabila daun diiris melintang maka akan tampak bagian – bagian daun, dimulai dari bagian yang paling atas yaitu epidermis atas, bagian ini tersusun dari selapis sel tunggal. Sel – sel tersebut mengeluarkan zat yang disebut kutin, sebagai bahan pembentuk kutikula yang berfungsi sebagai penghambat hilangnya air daun atau penguapan. pada epidermis atas tidak dijumpai kloroplas. Lapisan palisade, bagian ini disusun oleh sel yang berbentuk tabung dan tersusun sedemikian rupa, sehingga sumbu panjangnya tegak lurus dengan bidang daunnya. Setiap sel dari lapisan palisade ini penuh dengan kloroplas dan pada bagian lapisan inilah proses

fotosintesis berlangsung. Lapisan bunga karang, sel penyusun bagian ini berbentuk tidak beraturan dan tersusun tidak rapat. Di dalamnya berisi sedikit kloroplas, fungsi utamanya adalah sebagai penyimpan sementara molekul – molekul makanan yang dihasilkan oleh lapisan palisade, selain itu juga membantu pertukaran gas antar daun dan sekitarnya. Selama siang hari sel – sel mengeluarkan oksigen dan uap air ke ruang udara yang mengitarinya, karbondioksida dari udara yang ada di ruang udara diambilnya. Ruang – ruang udara ini saling berhubungan dan akhirnya kebagian luar daun melalui pori – pori daun atau stomata. Sebagian besar sel – sel epidermis bawah menyerupai yang terdapat di epidermis atas, akan tetapi di setiap stomata terdapat dua sel berbentuk sosis yang disebut sel penjaga atau sel pelindung (Salisbury dan Cleon, 1995).

Proses fotosintesis pada dasarnya terdiri dari dua tingkatan reaksi yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang merupakan reaksi tingkat pertama yang membutuhkan sinar matahari yang digunakan untuk pembentukan ATP dari ADP. Sedangkan reaksi gelap merupakan reaksi kedua dari hasil reaksi pertama yang digunakan untuk mereduksi karbon dari karbondioksida menjadi gula yang sederhana. Proses fotosintesis baik pada reaksi terang maupun reaksi gelap dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas cahaya, temperatur dan adanya gas CO<sub>2</sub> (Yudiarti, Widiastutik. dan Herry, 2004).

## 2.5 Fenologi Tanaman Cabai Rawit



**Gambar 1. fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai rawit**

Sumber : Wahyudi dan Topan (2011) dan Cahyono (2003)

Fenologi merupakan proses dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Fase pertumbuhan terjadi antara umur 0 sampai 50 hari setelah tanam, energi yang di dapat oleh tanaman digunakan untuk pertumbuhan yang cenderung mengarah pada batang dan perakaran (Wahyudi dan Topan, 2011). Fase pertumbuhan di mulai dari perkecambahan yang ditandai dengan munculnya *radicula* dan *plumule*, pertunasan dengan munculnya kecambah hingga munculnya bunga pertama, dan pembentukan bunga.

Fase perkembangan merupakan tahap pembentukan bunga hingga menjadi buah yang siap untuk di panen, berlangsung antara umur 40 atau 50 hari setelah tanam hingga tanaman berhenti berbuah, dan energi pertumbuhan cenderung digunakan untuk pembungaan, pembuahan, pengisian buah, perkembangan buah, dan pematangan buah. Sebaliknya, energi yang digunakan untuk perkembangan perakaran sangat sedikit saat fase perkembangan (Wahyudi dan Topan, 2011). Panen pertama buah cabai rawit pada umur 75 – 120 hari setelah tanam, dilakukan setiap 3 – 7 hari atau dua minggu sekali (Cahyono, 2003).

## 2.6 Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Cabai Rawit

Kebutuhan tanaman akan unsur hara dapat dipenuhi dengan pemupukan, dimana pemupukan bertujuan untuk memperbaiki kesuburan tanah hingga pertumbuhan tanaman lebih baik. Unsur hara terpenting yang harus ditambahkan ke dalam tanah dapat berbentuk pupuk adalah unsur hara N, P dan K. Tanaman membutuhkan ketiga unsur tersebut dalam jumlah banyak, sedangkan dalam tanah ketersediaannya terbatas.

Unsur hara esensial N, P dan K fungsinya tidak dapat digantikan dengan unsur hara yang lain. Apabila salah satu unsur tersebut tidak tersedia, maka pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif maupun fase generatif terbatas. Pemupukan yang efektif membutuhkan persyaratan kuantitatif yang memiliki beberapa hal seperti waktu pemupukan dan penempatan pupuk dengan tepat, sehingga unsur hara yang diberikan pada tanaman dapat di serap dan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan kualitas produksi (Suwandi, 2009). Beberapa kebutuhan hara pada tanaman cabai dan produksinya pada penelitian terdahulu dalam tabel 1.

Tabel. 1 Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Cabai dan Produksi (kg/ha)

sumber	NPK		mutiara		phonska		SP-36	Urea		KCl	ZK plus	ZA		produksi (kg/ha)
	kg/ha	kg N/ha	kg/ha	kg N/ha	kg/ha	kg N/ha		kg/ha	kg N/ha			kg/ha	kg N/ha	
Ameriana, M., Soetiarso, T. A., L. Prabaningrum dan N. Sumarni (2005)	0	150												147,36
Wardani N. dan Jamhari H. P. (2008)							350	250	115	250				11,76
Widodo Yuswadi dan Widyaiswara Madya (2012)			400	64	300	45	400				100			13,3
Koryati Try (2004)								450	207					6,61
petani desa gampang			250	40	500	75								700
petani setempat								78,125	35,93			78,125	14,06	187,5

## 2.7 Teh Kompos

Teh kompos adalah larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar limbah kotoran ternak maupun sampah pasar sampai sampah rumah tangga. Dalam teh kompos mengandung berbagai macam bahan organik seperti asam amino, fitohormon, mikroba menguntungkan, berbagai vitamin dan nutrisi esensial serta berperan dalam mengaktifkan dan menstimulasi pertumbuhan mikroba di rizosfer dan filosfer tanaman. Teh kompos memiliki pasokan substrat organik dan nutrisi yang akan memacu pertumbuhan dan perkembangan mikroba menguntungkan (*beneficial microbes*) yang secara alami banyak terdapat di dalam tanah (Darman, 2006 dalam Ciptadi, 2009).

Limbah ternak sapi banyak mengandung bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas putrefasciens*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus morgani*, *Salmonella spp*, *Enterobacter aerogenes*, *flavobakterium*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Providencia alcalifasciens* (Bawono, 1988 dalam Srimulyati, 2000).

## **2.8 Peran Teh Kompos pada Pertumbuhan Tanaman**

Parman (2007) menyimpulkan bahwa pupuk organik cair yang diberikan mampu memacu metabolisme pada tanaman, karena nitrogen yang terkandung dalam pupuk organik cair berperan sebagai penyusun protein sedangkan fosfor dan kalium berperan dalam memacu pembelahan jaringan meristem dan merangsang pertumbuhan akar dan perkembangan daun. Kalium mengatur kegiatan membuka dan menutupnya stomata, pengaturan stomata yang optimal akan mengendalikan transpirasi dan berperan dalam memelihara tekanan turgor dengan baik, sehingga memungkinkan lancarnya proses – proses metabolisme dan menjamin kesinambungan pemanjangan sel.

### **2.8.1 Peran Mikroba Sebagai Perombak Bahan Organik**

Di dalam ekosistem, mikroba perombak bahan organik memegang peran penting karena sisa organik yang telah mati diurai menjadi unsur – unsur yang dikembalikan ke dalam tanah dan atmosfer. Mikroba perombak bahan organik merupakan aktivator biologis yang tumbuh alami atau sengaja diberikan untuk mempercepat pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Perombak bahan organik terdiri atas perombak primer dan perombak sekunder. Perombak primer adalah mesofauna perombak bahan organik, seperti *Colembolla*, *Acarina* yang berfungsi meremah – remah bahan organik atau serasah menjadi berukuran lebih kecil, perombak sekunder ialah mikroba perombak bahan organik seperti *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta chrysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces* (Kurniawan, 2011).

Aktivitas fauna tanah memudahkan mikroba untuk memanfaatkan bahan organik, sehingga proses mineralisasi berjalan lebih cepat dan penyediaan hara bagi tanaman lebih baik. Mikroba perombak bahan organik ini terdiri atas jamur dan bakteri, pada kondisi aerob mikroba perombak bahan organik terdiri atas jamur, pada kondisi anaerob sebagian besar perombak bahan organik adalah bakteri. Jamur berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik untuk semua jenis tanah, jamur terdapat di setiap tempat terutama di darat dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Jamur mempunyai kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa – sisa tanaman. Sebagian besar mikroba tanah memiliki peran yang menguntungkan, yaitu berperan dalam menghancurkan limbah organik, siklus hara tanaman, fiksasi nitrogen, pelarut posfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen, dan membantu penyerapan unsur hara (Kurniawan, 2011).

### **2.8.2 Peran Mikroba Sebagai Penyubur Tanah**

Pupuk organik cair sangat baik diaplikasikan di tanah karena merupakan penyangga biologi yang berfungsi dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Pupuk organik cair juga mampu meningkatkan dan mempertahankan kesuburan tanah, meningkatkan jumlah dan aktivitas jasad mikro tanah dan memperbaiki penampilan tanah (Darliana, 2012). Ketersediaan unsur hara sangat berkaitan dengan aktivitas mikroba dalam tanah, bila salah satu mikroba tersebut tidak berfungsi maka akan terjadi ketimpangan unsur hara di dalam tanah (Nasahi, 2010).

Darliana (2012) menyatakan bahwa mikroba penambat N dapat meningkatkan kualitas unsur hara makro yang dilakukan dengan meningkatkan

peran mikroba penambat N simbiotik dan non simbiotik. Mikroba tanah juga menghasilkan metabolit yang mempunyai efek sebagai zat pengatur tumbuh. Bakteri *Azotobacter* selain dapat menambat N juga menghasilkan thiamin, riboflavin, nicotin, indol acetic acid dan giberellin yang dapat mempercepat perkecambahan bila diaplikasikan pada benih dan merangsang regenerasi bulu – bulu akar sehingga penyerapan unsur hara melalui akar menjadi optimal. Sedangkan mikroba pelarut fosfat bersifat menguntungkan bagi tanaman, karena mengeluarkan berbagai asam organik seperti asam formiat, asam asetat, asam propionate, laktat, glikolat, fumarat dan suksinat. Beberapa spesies jamur pelarut fosfat dari genus *Aspergillus* mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam melarutkan fosfat terikat dibandingkan bakteri.

### **2.8.3 Peran Mikroba Sebagai Pestisida Hayati**

Pestisida hayati secara umum diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan dan hewan serta dari mikroba hidup lainnya. Pestisida ini relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Oleh karena terbuat dari mikroba hidup atau bahan alami maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan, karena residunya mudah hilang. Pestisida hayati bersifat "pukul dan lari (*hit and run*)", artinya apabila diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah hamanya terbunuh maka residunya akan cepat menghilang di alam (Kardinan, 1999 *dalam* Darliana, 2012).

Pengendalian secara biologis atau dikenal sebagai pengendalian hayati dapat menekan patogen dengan faktor – faktor alami seperti tanaman inang,



patogen, lingkungan fisik, dan agen pengedali hayati. Mikroba antagonis dalam pengendalian hayati terhadap patogen tanaman banyak jenisnya termasuk didalamnya bakteri, aktinomycetes jamur, virus tanaman tingkat tinggi dan predator mikrofauna seperti protozoa, nematode, collembola dan tungau (Baker dan Cook, 1982 *dalam* Nasahi, 2010).

Agen pengendali hayati yang terbanyak adalah dari kelompok jamur terutama dari kelompok jamur penghuni tanah. Jamur penghuni tanah ada dua kelompok yaitu yang pertama adalah *Soil Invader* yaitu jamur yang sewaktu – waktu berada dalam tanah dan dalam waktu tertentu jamur ini dapat menginfeksi tanaman inangnya yang terdapat di atas permukaan tanah. Sedangkan kelompok kedua adalah *Soil Inhabitans*, jamur ini keberadaannya selalu di dalam tanah atau menyerang tanaman inang pada bagian tanaman yang berada di bawah permukaan tanah, contohnya *Trichoderma* spp. Jamur ini selain sebagai agensia pengendali hayati juga dapat mendorong adanya fase revitalisasi tanaman yang disebabkan adanya interaksi antara tanaman dan agensia aktif dalam memacu hormon (Suwahyono dan Wahyudi, 2004 *dalam* Nasahi, 2010).

## **2.9 Peran Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Pupuk anorganik atau pupuk buatan (dari senyawa anorganik) adalah pupuk yang sengaja dibuat oleh manusia dalam pabrik dan mengandung unsur hara tertentu dalam kadar tinggi. Pupuk anorganik digunakan untuk mengatasi kekurangan mineral murni dari alam yang diperlukan tumbuhan untuk hidup secara wajar. Pupuk anorganik dapat menghasilkan bulir hijau dan yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis.

### **2.9.1 Peran Nitrogen Bagi Tanaman**

Unsur nitrogen diserap tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NO}_3^-$ , yang akan di ubah menjadi asam – asam amino dan selanjutnya akan menjadi molekul protein yang digunakan oleh tanaman. Dari hasil penelitian Koryati (2004) bahwa pemupukan urea dosis yang lebih tinggi memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang dan produksi. Karena kebutuhan tanaman akan unsur N terpenuhi untuk meningkatkan pertumbuhan.

Manfaat unsur hara N bagi tanaman yaitu membantu pertumbuhan tanaman pada masa vegetatif. Unsur hara N berperan dalam membentuk senyawa protein yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif. Senyawa protein tersebut digunakan dalam pembentukan daun, batang, dan akar untuk mengalami pertambahan panjang dan lebar. Unsur N pada tanaman berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, lemak, enzim dan persenyawaan lain. Unsur hara N yang cukup dalam tanah dapat menunjang kesehatan tanaman. Tanaman yang tercukupi unsur N dapat dilihat dari warna daunnya yang lebih hijau, serta batang yang lebih sehat (Satriyo dan Jamilatul, 2012).

### **2.9.2 Peran Fosfor Bagi Tanaman**

P (fosfor) merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Jumlah P (fosfor) dalam tanaman lebih kecil dibandingkan nitrogen dan Kalium. Unsur ini merupakan komponen tiap sel hidup dan cenderung terkonsentrasi dalam biji dan titik tumbuh tanaman. Unsur P (Fosfor) sangat berguna bagi tumbuhan karena berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal-awal pertumbuhan, mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah.

Tanaman menyerap P (Fosfor) dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang terdapat dalam larutan tanah. Didalam jaringan tanaman P (Fosfor) berperan dalam hampir semua proses reaksi biokimia. Peran P (Fosfor) yang istimewa adalah proses penangkapan energi cahaya matahari dan kemudian mengubahnya menjadi energi biokimia. P (Fosfor) merupakan komponen penyusun membran sel tanaman, penyusun enzim – enzim, penyusun ko – enzim, nukleotida (bahan penyusun asam nukleat), P (Fosfor) juga ambil bagian dalam sintesis protein, terutama yang terdapat pada jaringan hijau, sintesis karbohidrat, memacu pembentukan bunga dan biji serta menentukan kemampuan berkecambah biji yang dijadikan benih. Produksi buah yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur fosfor dalam tanaman. Kekurangan unsur P (fosfor) juga dapat menyebabkan terhalangnya pertumbuhan serta proses biokimia dan fisiologi tanaman (Rakhmawati, 2011).

### **2.9.3 Peran Kalium Bagi Tanaman**

Penelitian Djajil (2003) menyatakan bahwa pemberian pupuk KCl dengan dosis 50 kg per hektar merupakan dosis yang terbaik untuk pertumbuhan tinggi tanaman. Diduga pada pemberian dengan dosis tersebut jumlah kalium yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tinggi tanaman sudah mencukupi. Unsur kalium lebih berperan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman terutama pada bagian yang sedang aktif bertumbuh yaitu pada bagian meristem ujung (pucuk) dan terdapatnya juga dalam jumlah yang lebih banyak pada jaringan tersebut dibandingkan dengan bagian yang lebih tua, unsur kalium berperan penting dalam pembentukan dan translokasi karbohidrat. Unsur kalium yang terdapat pada bahan pupuk KCl kurang berperan untuk pembentukan organ generatif tanaman.

Unsur kalium mempunyai peran dalam gerakan – gerakan stomata, dan juga berperan dalam metabolisme air dalam tanaman, mempertahankan turgor, membentuk batang yang lebih kuat dan berpengaruh terhadap hasil. Fungsi kalium adalah untuk memperlancar fotosintesis, membantu pembentukan protein dan karbohidrat serta sebagai katalisator dalam transformasi tepung dan gula serta lemak tanaman. Dengan semakin giatnya unsur kalium memperlancar fotosintesis maka akan semakin banyak hasil – hasil fotosintesis yang dihasilkan tanaman sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, kalium dapat membuat tanaman lebih tahan terhadap serangan penyakit dan dapat merangsang pertumbuhan akar (Barus, 2006).

#### **2.9.4 Mekanisme Serapan Unsur Hara Oleh Tanaman**

Hubungan tanah, tanaman, unsur hara dan air di dalam ekosistem merupakan bagian yang paling dinamis. Unsur hara dan air di serap oleh tanaman dari dalam tanah yang dipergunakan untuk proses – proses metabolisme dalam tubuhnya. Daun dan ranting serta cabang yang rontok tertimbun di permukaan tanah yang nantinya memberikan masukan tanaman berupa bahan organik melalui serasah, bahan organik yang ada di permukaan tanah dan bahan organik yang telah ada di dalam tanah akan mengalami dekomposisi, mineralisasi dan melepaskan hara tersedia ke dalam tanah dan diserap melalui akar – akar dan tudung akar yang mati serta dari eksudasi akar (Hairiah, Utami, Lusiana dan Meine, 2013).

Unsur hara N (nitrogen) diserap oleh akar dalam bentuk ion nitrat  $\text{NO}_3^-$  atau ion ammonium  $\text{NH}_4^+$  yang berasal dari penguraian sisa – sisa organisme serta senyawa hasil fiksasi nitrogen oleh bakteri dan petir. Fungsi nitrogen yaitu untuk

bahan sintesis asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, merangsang pertumbuhan vegetatif, membuat bagian tanaman menjadi lebih hijau karena mengandung butir hijau yang penting dalam proses fotosintesis.

P (fosfor) diserap oleh akar dalam bentuk ion  $\text{HPO}_4^{2-}$  atau ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  yang berasal dari sisa – sisa organisme. Di alam terdapat banyak batuan fosfat berupa senyawa  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , tetapi sukar larut dalam air sehingga tidak dapat diserap oleh tumbuhan. P (fosfor) berfungsi memacu pertumbuhan akar, pembungaan dan pemasakan buah atau biji, serta berguna pada pembentukan asam nukleat (inti sel), fosfolipid (lemak), dan protein dan koenzim.

K (kalium) diserap oleh tumbuhan dalam bentuk ion  $\text{K}^+$  yang berasal dari berbagai mineral seperti ortoklas ( $\text{KSiO}_8$ ) dan lesit ( $\text{KSiO}_6$ ). Kalium berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan karbohidrat (fotosintesis) dan protein, memperkokoh tubuh tumbuhan dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama.

Hariono, Manik dan Sumini (2012) menyatakan bahwa kategori penyediaan unsur hara untuk tanaman terdiri dari tiga, yaitu tersedia dari udara, tersedia dari air yang diserap akar tanaman, dan tersedia dari tanah. Mekanisme penyediaan unsur hara dalam tanah melalui tiga mekanisme, yaitu aliran massa, difusi dan intersepsi akar.

Aliran Massa. Mekanisme aliran massa adalah suatu mekanisme gerakan unsur hara di dalam tanah menuju ke permukaan akar bersama – sama dengan gerakan massa air. Peristiwa penguapan air yang dikenal dengan peristiwa transpirasi dialami oleh tanaman selama masa hidupnya. Selama proses

transpirasi tanaman berlangsung, proses penyerapan air oleh akar tanaman juga terjadi (Bio Satia, 2013).

Difusi. Ketersediaan unsur hara ke permukaan akar tanaman, terjadi melalui mekanisme perbedaan konsentrasi. Konsentrasi unsur hara pada permukaan akar tanaman lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi hara dalam larutan tanah dan konsentrasi unsur hara pada permukaan koloid liat serta pada permukaan koloid organik, karena sebagian besar unsur hara tersebut diserap oleh akar tanaman. Tingginya konsentrasi unsur hara pada ketiga posisi tersebut menyebabkan terjadinya peristiwa difusi dari unsur hara berkonsentrasi tinggi ke posisi permukaan akar tanaman (Bio Satia, 2013).

Intersepsi Akar. Mekanisme intersepsi akar merupakan pergerakan akar tanaman yang memperpendek jarak dengan keberadaan unsur hara. Peristiwa ini terjadi karena akar tanaman tumbuh dan memanjang, sehingga memperluas jangkauan akar tersebut. Perpanjangan akar tersebut menjadikan permukaan akar lebih mendekati posisi dimana unsur hara berada, baik unsur hara yang berada dalam larutan tanah, permukaan koloid liat dan permukaan koloid organik (Bio Satia, 2013).