

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Tomat (*Lycopersicon esculentum*) memiliki nama daerah *terong kaluwat* (Sumatera), *tomat*, *ranti* (Jawa), *kemantes* (Sulawesi); dan nama asing *tomato* (Inggris) dan *tomate* (Jerman). Tomat termasuk genus *Lycopersicon* dari keluarga Solanaceae (Anonymous, 2011).

Tomat merupakan tanaman sayuran yang sudah dibudidayakan sejak ratusan tahun silam, tetapi belum diketahui dengan pasti kapan awal penyebarannya. Jika ditinjau dari sejarahnya, tanaman tomat berasal dari Amerika, yaitu daerah Andean yang merupakan bagian dari negara Bolivia, Cili, Kolombia, Ekuador, dan Peru. Semula di negara asalnya, tanaman tomat hanya dikenal sebagai tanaman gulma. Namun, seiring dengan perkembangan waktu, tomat mulai ditanam, baik di lapangan maupun di pekarangan rumah, sebagai tanaman yang dibudidayakan atau tanaman yang dikonsumsi (Purwati dan Khairunisa, 2007).

Di negara tropis seperti Indonesia, tanaman tomat memiliki daerah penyebaran yang cukup luas, yaitu di dataran tinggi (≥ 700 m dpl), dataran medium tinggi (450 - 699 m dpl), dataran medium rendah (200 - 499 m dpl), dan dataran rendah (≤ 199 m dpl) (Purwati dan Khairunisa., 2007).

2.1.1 Klasifikasi Tomat

Klasifikasi Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Menurut Simpson (2010) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Division : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Order : Solanales
Family : Solanaceae
Genus : *Lycopersicon*
Species : *Lycopersicon esculentum*

2.1.2 Morfologi Tomat

Tanaman tomat memiliki habitus berupa herba yang hidup tegak atau bersandar pada tanaman lain, berbau kuat, tinggi 30-90 cm. Batang berbentuk bulat, kasar, memiliki *trikhoma*, rapuh, dan sedikit memiliki percabangan. Daun majemuk menyirip gasal berselang-seling dan memiliki *trikhoma* pada helaian dan tangkai daunnya (Gambar 1).



Gambar 1. Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)



Gambar 2. Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Bunga pada tanaman tomat berkelamin dua (hermaprodit), kelopaknya berjumlah 5 buah dengan warna hijau dan memiliki *trikhoma*, sedangkan mahkotanya yang berjumlah 5 buah berwarna kuning. Alat kelaminnya terdiri atas benang sari dan putik. Buah tomat merupakan buah tunggal dan merupakan buah buni dengan daging buah lunak agak keras, berwarna merah apabila sudah matang, mengandung banyak air dengan kulit buah yang sangat tipis (Gambar 2).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tomat

Syarat tumbuh tomat terdiri atas :

1. Keadaan iklim

Iklim yang cocok untuk tanaman tomat adalah pada musim kemarau dengan pengairan yang cukup. Kekeringan menyebabkan banyak daun gugur, lebih-lebih bila disertai dengan angin kencang. Sebaliknya, pada musim hujan pertumbuhannya kurang baik karena kelembapan dan suhu yang tinggi akan menimbulkan banyak penyakit (Pracaya, 1998).

Pertumbuhan tanaman tomat akan baik bila udara sejuk, suhu pada malam hari antara 10°C – 20°C dan pada siang hari antara 18°C – 29°C . Suhu

yang terlalu tinggi menyebabkan banyak buah rusak terkena sengatan matahari. Suhu di atas 40⁰C menyebabkan pertumbuhan terhambat, sedangkan pada suhu 60⁰C tanaman tomat tidak dapat hidup/ mati (Pracaya, 1998).

2. Media Tanam

Media tanam yang dapat digunakan untuk tanaman tomat pada umumnya adalah tanah. Tanaman tomat dapat ditanam di segala jenis tanah, mulai tanah pasir (ukuran partikel 0,05 - 2.0 mm) sampai tanah lempung (ukuran partikel kurang dari 0,002 mm). Akan tetapi, tanah yang ideal adalah tanah lempung berpasir yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik serta unsur hara, dan mudah merembaskan air (Pracaya, 1998).

Untuk komoditas sayuran seperti tomat, pH tanah yang cocok adalah 5,5-7 atau agak asam hingga netral. Bila pH tanah terlalu asam, (pH < 5), maka tanaman akan kekurangan kalsium sehingga berpotensi terserang penyakit busuk ujung buah atau *blossom and root*, dengan gejala bagian ujung buah membusuk (Tafajani, 2010).

Kandungan bahan organik dalam tanah juga mempengaruhi ketersediaan unsur hara. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi, hal ini mempengaruhi ketersediaan hara yang dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, kandungan bahan organik dalam tanah menimbulkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam tanah, bakteri pengurai, jamur, yang mengundang organisme lainnya seperti cacing, sehingga terbentuk rongga dalam tanah yang dapat menjadi pori udara dan pori air. Dengan demikian, ketersediaan air dan udara dalam tanah tercukupi (Tafajani, 2010).

2.1.4 Kandungan Gizi dan Manfaat tomat

Tomat sangat bermanfaat bagi tubuh, karena mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan. Buah tomat juga mengandung zat pembangun jaringan tubuh manusia dan zat yang dapat meningkatkan energi untuk bergerak dan berpikir, yakni karbohidrat, protein, lemak, dan kalori (Cahyono, 2008).

Sebagai sumber vitamin, buah tomat sangat baik untuk mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit, seperti sariawan karena kekurangan vitamin C, xerophthalmia pada mata karena kekurangan vitamin A, bibir merah dan radang lidah karena kekurangan vitamin D (Cahyono, 2008).

Sebagai sumber mineral, buah tomat bermanfaat untuk pembentukan tulang dan gigi (zat kapur dan fosfor). Sedangkan zat besi (Fe) yang terkandung dalam buah tomat dapat berfungsi untuk pembentukan sel darah atau hemoglobin (Cahyono, 2008).

Buah tomat juga mengandung serat yang berfungsi memperlancar proses pencernaan makanan dalam perut. Selain itu buah tomat juga mengandung potasium yang sangat bermanfaat untuk menurunkan gejala tekanan darah tinggi (Cahyono, 2008).

Zat belerang (Sulfur) yang terkandung dalam buah tomat dapat mencegah radang hati dan radang usus buntu. Zat klorin yang ada di dalam buah tomat dapat merangsang fungsi hati lebih aktif membersihkan zat-zat tidak berguna (Cahyono, 2008).

Tomat banyak mengandung likopen yang merupakan kelompok karotenoid seperti beta-karoten yang bertanggung jawab terhadap warna merah pada tomat. Di dalam tubuh, likopen dapat melindungi dari penyakit seperti kanker prostat serta beberapa jenis kanker lain serta penyakit jantung koroner. Kemampuan likopen dalam meredam oksigen tunggal dua kali lebih baik daripada beta karoten dan sepuluh kali lebih baik daripada alfa-tokoferol (Sunarmani, 2008).

Beberapa penelitian telah menunjukkan manfaat likopen bagi kesehatan. Pada kesehatan wanita, likopen bermanfaat dalam penyembuhan kanker payudara serta osteoporosis. Peng dkk. (1998) menyebutkan bahwa penelitian-penelitian terbaru mengindikasikan wanita yang memiliki kandungan likopen rendah lebih rentan terkena kanker serviks dan kanker ovarium dibandingkan yang memiliki kandungan likopen tinggi. Berbagai karotenoid, termasuk likopen, telah diteliti untuk melihat hubungannya dengan kanker serviks. Hanya likopen yang menunjukkan adanya efek protektif (Sunarmani, 2008).

Kandungan Gizi dan Kalori per 100 gram buah tomat adalah sebagai berikut (Tabel 2.1)

Tabel 2.1 Kandungan gizi dan kalori per 100 gram buah tomat

No.	Jenis Zat	Jumlah
1	Kalori	20 kal
2	Protein	1 g
3	Lemak	0,3 g
4	Karbohidrat	4,2 g
6	Vitamin A	1.500 SI
7	Vitamin B	0,06 mg
9	Vitamin C	40 mg
10	Kalsium	5 mg

11	Fosfor	26 mg
12	Besi	0,5 mg
13	Air	94 g

Sumber : Purwati dan Khairunisa, 2007.

2.2 Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Menurut Simanungkalit (2006), pupuk adalah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman. Jenis pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk organik misalnya pupuk kandang dan kompos; dan pupuk anorganik yang biasa disebut dengan pupuk kimia.

Menurut Suwahyono (2011), pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan baku yang sebagian besar atau keseluruhan berasal dari bahan-bahan organik, baik tumbuhan maupun hewan yang telah melalui proses rekayasa; berbentuk padat atau cair; yang digunakan untuk menyuplai (memberikan) bahan organik; serta berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia/ hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi (Simanungkalit, 2006). Menurut Suwahyono (2011), pupuk organik juga dapat mengemburkan tanah, memacu pertumbuhan

mikroorganisme dalam tanah, serta membantu transportasi unsur hara tanah ke dalam akar tanaman.

Menurut Kasno (2009), pupuk anorganik merupakan pupuk buatan pabrik, berbahan dasar dari mineral dan udara. Bahan dasar pupuk nitrogen adalah nitrogen dari udara, sedangkan pupuk P, K, Ca, Mg berasal dari tambang.

Penggunaan pupuk anorganik ini memang dapat meningkatkan produktivitas tanaman, akan tetapi pemakaian pupuk ini dalam jangka lama umumnya berakibat buruk pada kondisi tanah. Tanah menjadi cepat mengeras, kurang mampu menyerap air, dan cepat menjadi asam yang pada akhirnya dapat memengaruhi produktivitas tanaman (Indrakusuma, 2000 *dalam* Parman, 2007).

2.3 Pupuk Hayati (*Biofertilizer*)

Menurut Simanungkalit (2001), pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Oleh karena itu, pupuk hayati sering juga disebut sebagai pupuk mikroba.

Menurut Suwahyono (2011), pupuk hayati (*biofertilizer*) yaitu pupuk yang dibuat dari mikroba yang mempunyai kemampuan untuk menyediakan unsur hara dan hormon bagi pertumbuhan tanaman.

Pupuk hayati (*biofertilizer*) berperan dalam mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro, efisiensi hara, kinerja sistem enzim, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan dan hasil tanaman. Teknologi ini mempunyai prospek

yang lebih menjanjikan di samping karena pengaruhnya yang nyata dalam meningkatkan hasil, juga lebih ramah lingkungan (Agung dan Ahadiyat, 2004).

2.4 Mikroba Penyusun Pupuk Hayati (*Biofertilizer*)

Pupuk hayati (*biofertilizer*) menggunakan kombinasi antara bakteri dan *yeast*, yang terdiri atas bakteri fiksasi Nitrogen *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, dan *Rhizobium sp.*; bakteri pelarut Fosfat *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas sp.*; mikroba dekomposer *Cellulomonas sp.*, *Lactobacillus sp.*, dan *Saccharomyces cereviceae*, dan mikroba penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT) (Rai, 2006 dan Suwahyono, 2011).

2.4.1 Mikroba Fiksasi Nitrogen

Nitrogen merupakan komponen penting dari protein, salah satu bagian dari DNA, dan sangat penting untuk pertumbuhan dan reproduksi tanaman. Defisiensi unsur ini dapat menyebabkan tanaman kerdil/ mati (Suwahyono, 2011).

Kandungan nitrogen (N_2) yang terdapat di atmosfer terdapat hingga 80%, akan tetapi bagi tumbuhan, nitrogen merupakan nutrisi yang terbatas untuk pertumbuhannya karena tumbuhan tidak dapat menangkap nitrogen yang ada di udara tersebut. Untuk menambat nitrogen tersebut, tumbuhan perlu berasosiasi dengan bakteri (Rai, 2006).

Menurut Schlegel, H. G. (1994), fiksasi nitrogen oleh bakteri dapat dibagi menjadi fiksasi nitrogen oleh bakteri simbiotik dan fiksasi nitrogen oleh bakteri yang hidup bebas (non simbiotik). Fiksasi nitrogen dengan bakteri simbiotik dapat

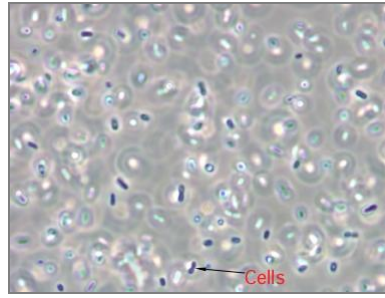
terjadi antara bakteri *Rhizobium* dengan tanaman Leguminosae yang membentuk bintil-bintil akar, sedangkan fiksasi nitrogen dengan bakteri non simbiotik dapat terjadi pada tanaman dengan bantuan bakteri *Azotobacter sp* dan *Azospirillum sp.*

Mineralisasi nitrogen dalam bahan organik berakibat terbentuknya amonium yang merupakan bentuk nitrogen anorganik yang paling tereduksi. Amonium dalam tanah merupakan titik awal serangkaian reaksi yang berakibat terbentuknya nitrit dan nitrat yang diperantarai oleh bakteri khusus (Rao, 1994). Adapun bakteri yang terlibat dalam fiksasi nitrogen adalah *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, dan *Rhizobium sp.* (Rai, 2006).

2.4.1.1 Bakteri *Azotobacter sp.*

Menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition* (2005) adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: Bacteria
<i>Phylum</i>	: Proteobacteria
<i>Class</i>	: Gamma Proteobacteria
<i>Order</i>	: Pseudomonadales
<i>Family</i>	: Pseudomonadaceae
<i>Genus</i>	: <i>Azotobacter</i>
<i>Species</i>	: <i>Azotobacter sp.</i>



Sumber: Anonimous, 2011.

Gambar 3. Morfologi sel *Azotobacter sp.*

Sel *Azotobacter* berukuran besar dengan bentuk batang hingga oval atau bulat tergantung pada umur dan medium kultur. Sel memiliki diameter $\geq 2 \mu\text{m}$ dan panjang $\geq 4 \mu\text{m}$, biasanya polimorfik. Sel tunggal, berpasangan, atau berkelompok. Sel ini bersifat motil dengan flagella pertirikus atau nonmotil (Gambar 3). Bersifat aerob. Fiksasi nitrogen dapat terjadi ketika kadar oksigen berada pada sekitar 2%. pH minimum untuk pertumbuhan agar dapat memfiksasi nitrogen berkisar antara 4,8-6,0, pH maksimum 8,5. Hampir semua isolat *Azotobacter* berasal dari tanah, sedikit yang berasal dari perairan (Brenner, 2005). *Azotobacter* dapat tumbuh pada media *Nitrogen Fixing Bacteria* (NFB) dan uji positif menunjukkan jika terdapat *pelicle* berbentuk cincin berwarna putih pada bagian bawah permukaan media (Saraswati dkk., 2008).

2.4.1.2 Bakteri *Azospirillum sp.*

Menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition* (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

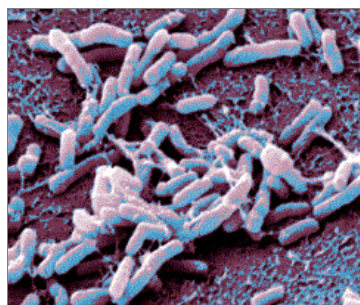
Class : Alpha Proteobacteria
Order : Rhodospirillales
Family : Rhodospirillaceae
Genus : *Azospirillum*
Species : *Azospirillum sp.*

Sel *Azospirillum* memiliki bentuk batang. Sel ini bersifat motil dengan flagella polar. Merupakan bakteri gram negatif dan bersifat heterotrof (Brenner, 2005). Bakteri ini dapat tumbuh pada media *Nitrogen Fixing Bacteria* (NFB) dan uji positif menunjukkan jika terdapat *pelicle* berbentuk cincin berwarna putih pada bagian bawah permukaan media (Saraswati dkk., 2008).

2.4.1.3 Bakteri *Rhizobium sp.*

Klasifikasi bakteri *Rhizobium sp.* menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition, Volume 2* (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Alphaproteobacteria
Order : Rhizobiales
Family : Rhizobiaceae
Genus : *Rhizobium*
Species : *Rhizobium sp.*



Sumber: Anonimous, 2011

Gambar 4. Morfologi sel *Rhizobium sp.*

Rhizobium sp. memiliki bentuk batang dengan ukuran $0.5-1 \times 1.2-3.0 \mu\text{m}$, tidak membentuk endospora, bersifat gram negatif, motil dengan flagella 1-6 flagella peritrikus (Gambar 4). Bersifat aerob, temperatur optimum untuk pertumbuhannya adalah $25-30^{\circ}\text{C}$, beberapa spesies dapat hidup pada temperatur $\geq 40^{\circ}\text{C}$, pH optimum untuk pertumbuhannya adalah 6-7. Waktu generasi sel adalah 1,5-5 jam. *Rhizobium* dapat ditumbuhkan pada media *Mannitol Salt Agar* (MSA) dan menampakkan koloni bulat, elevasi cembung, agak tembus cahaya, berwarna putih susu, dan berwarna kuning di sekitar koloni (Arimurti, 2009 dan Simanungkalit dkk., 2006).

2.4.2 Mikroba Pelarut Fosfat

Fosfor (P) merupakan salah satu hara makro esensial bagi pertumbuhan tanaman. Fosfor digunakan untuk mengonversi energi matahari menjadi energi kimia (ATP) selama proses fotosintesis. Selama ATP digunakan untuk biosintesa dalam sel tanaman, fosfor penting untuk pertumbuhan tanaman terutama pada saat pembentukan bunga/ buah (Suwahyono, 2011).

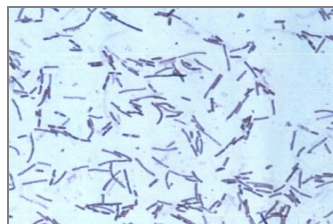
Mikoba pelarut fosfat adalah kelompok mikroba yang mengubah fosfat tidak larut dalam tanah menjadi bentuk yang dapat larut dengan jalan mensekresikan asam organik seperti asam format, asam asetat, asam propionat, asam laktat, asam glikolat, asam fumarat, dan asam suksinat (Rao, 1994). Senyawa asam organik ini dapat melepas ikatan fosfat sehingga dapat diserap oleh tanaman (Suwahyono, 2011).

Menurut Suwahyono (2011) mikroba yang dapat digunakan sebagai pelarut fosfat adalah *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas sp.*

2.4.2.1 Bakteri *Bacillus*

Menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition*, Vol. 3 dalam Madigan dkk. (2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Bacilli
Order : Bacillales
Family : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Species : *Bacillus sp.*



Sumber: Anonimous, 2010

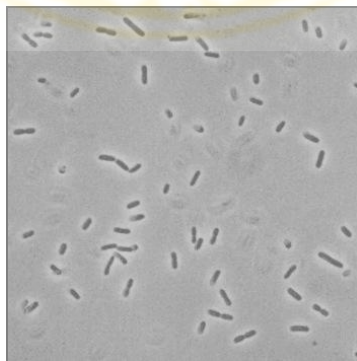
Gambar 5. Morfologi sel *Bacillus sp.*

Bacillus sp. memiliki bentuk batang, merupakan bakteri gram positif, memiliki flagella peritrikus sehingga bersifat motil (Gambar 5). Endospora berbentuk oval, bulat, atau silindris yang berfungsi untuk pertahanan pada kondisi yang ekstrim, aerobik atau anaerobik fakultatif, dan dapat ditemukan pada habitat dengan kisaran luas (Holt dkk., 1994).

2.4.2.2 Bakteri *Pseudomonas sp.*

Klasifikasi bakteri *Pseudomonas sp.* menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition, Vol. 2* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gammaprotobacteria
Order : Pseudomonadales
Family : Pseudomonadaceae
Genus : *Pseudomonas*
Species : *Pseudomonas sp.*



Sumber: Anonimous, 2000.

Gambar 6. Morfologi sel *Pseudomonas sp.*

Pseudomonas sp. merupakan bakteri berbentuk batang negatif dengan ukuran $0,5 - 1,0 \times 1,5 - 5,0 \mu\text{m}$. Bersifat motil karena memiliki satu atau beberapa flagella polar, jarang yang bersifat non motil (Gambar 6). Bersifat aerob, hampir semua spesies tidak dapat tumbuh pada $\text{pH} \leq 4,5$ (Holt dan Bergey, 1994).

Spesies ini tersebar luas di alam. Beberapa spesies bersifat patogen pada manusia, hewan, dan tumbuhan (Brenner D.J, dkk.,2005). *Pseudomonas sp.* dapat ditumbuhkan pada media Pikovskaya dan uji positif ditandai dengan terbentuknya zona bening pada sekitar koloni (Saraswati dkk., 2008).

2.4.3 Mikroba Dekomposer Bahan Organik

Menurut Simanungkalit dkk. (2006), mikroba dekomposer adalah organisme pengurai nitrogen dan karbon dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan hewan dan tumbuhan yang sudah mati). Di dalam ekosistem, organisme perombak bahan organik memegang peranan penting karena sisa-sisa organik yang telah mati diurai menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah dan atmosfer sebagai hara yang dapat digunakan kembali oleh tanaman, sehingga siklus hara berjalan sebagaimana mestinya dan proses kehidupan di muka bumi dapat berlangsung. Menurut Suwahyono (2011), mikroba dekomposer ini mengeluarkan senyawa aktif tertentu (enzim) yang mampu meluruhkan unsur yang terikat dengan tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman.

Bakteri dekomposer ini merupakan bakteri pembenah tanah (*soil conditioner*) yang dapat merubah kondisi fisik tanah, menjadikan tanah sebagai agregat yang stabil, meningkatkan permeabilitas dan tingkat aerasi tanah, serta

meningkatkan kandungan biokimia tanah yang kaya akan senyawa nutrisi anorganik, asam amino, karbohidrat, vitamin, dan bahan bioaktif lainnya yang secara langsung atau tidak langsung dapat memacu pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan hasil dan kualitas panen (Suwahyono, 2011).

Dekomposer bahan organik terdiri atas dekomposer primer dan dekomposer sekunder. Dekomposer primer adalah mesofauna perombak bahan organik, misalnya cacing. Perombak sekunder adalah mikroorganisme perombak bahan organik, sehingga proses mineralisasi berjalan lebih cepat dan penyediaan hara bagi tanaman lebih baik (Simanungkalit dkk., 2006).

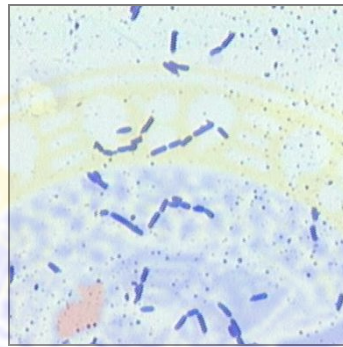
Dalam proses perombakan bahan organik, sel mikroba yang mati merupakan sumber hara bagi tanaman dan substrat bagi mikroorganisme hidup. Dinding sel fungi yang terdiri dari selulosa dan kitin, dan dinding sel bakteri yang terdiri atas *acetylmuramic* yang terkandung dalam peptidoglikan secara bersama dengan material polisakarida lainnya didegradasi dan merupakan substrat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba (Simanungkalit dkk., 2006).

2.4.3.1 Bakteri *Lactobacillus sp.*

Klasifikasi bakteri *Lactobacillus sp.* menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition, Vol. 3* dalam Madigan et al. (2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Bacilli

Order : Bacillales
Family : Bacillaceae
Genus : *Lactobacillus*
Species : *Lactobacillus sp.*



Sumber: Anonimous, 2010

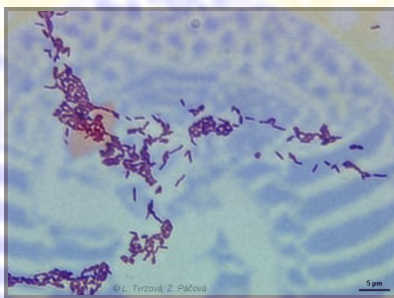
Gambar 7. Morfologi sel *Lactobacillus sp.*

Lactobacillus merupakan bakteri batang, gram positif, non endospore (Gambar 7). Bersifat aerob dan dapat menghasilkan asam laktat sebagai hasil dari fermentasi glukosa (Schelegel, 1994 and Tannock, 1999). Genus *Lactobacillus* dapat diseleksi dengan menggunakan kultur media padat yang ber pH asam, misalnya *Mannitol Rhogasa Sharpe Agar* (MRSA). *Lactobacillus* menampilkan koloni berbentuk bulat dengan warna putih kekuningan (Maheswari dkk., 2006).

2.4.3.2 Bakteri *Cellulomonas sp.*

Klasifikasi bakteri *Cellulomonas sp.* menurut *Bergey's Manual Systematic Bacteriology, second edition, Vol. 3* dalam Madigan dkk. (2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Actinobacteria
Order : Actinomycetales
Family : Cellulomonadaceae
Genus : *Cellulomonas*
Species : *Cellulomonas sp.*



Sumber: Anonimous, 2011

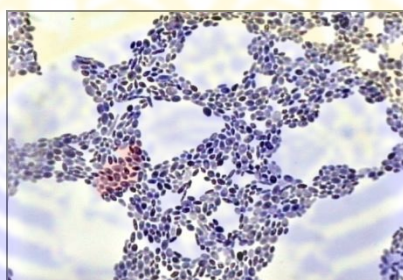
Gambar 8. Morfologi sel *Cellulomonas*

Cellulomonas sp. merupakan bakteri batang, negatif, dan memiliki flagella peritrikus pendek (Gambar 8). Dapat ditemukan di tanah dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase (Brenner, 2005). Bakteri ini dapat ditumbuhkan pada media CMC agar dan akan menampilkan zona bening yang terbentuk di sekitar koloni (Reanida, 2012).

2.4.3.3 Khamir *Saccharomyces sp.*

Menurut Gupta, 1981 and Schlegel, 1994, klasifikasi *Saccharomyces sp.* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Class : Ascomycetes
Order : Endomycetales
Family : Saccharomycetaceae
Genus : *Saccharomyces*
Species : *Saccharomyces sp.*



Sumber: Anonimous, 2011.

Gambar 9. Morfologi sel *Saccharomyces sp.*

Saccharomyces sp. Bersifat unisel, dengan bentuk bulat, oval, ovoid hingga memanjang dengan panjang 8-12 μm dan lebar 8-10 μm . Pada umumnya Yeast berkembang biak secara vegetatif menggunakan budding (Gambar 9). Yeast tersebar luas di alam sebagai saprofit, dapat ditemukan pada substrat yang mengandung gula seperti bunga, buah, tanah, dan pembusukan sisa-sisa tanaman (Gupta, 1981 and Schlegel, 1994).

2.4.4 Mikroba Penghasil Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat pengatur tumbuh (ZPT) atau hormon tanaman adalah senyawa-senyawa organik tanaman yang dalam konsentrasi yang rendah mempengaruhi proses-proses fisiologis. Proses-proses fisiologis ini terutama tentang proses

pertumbuhan, diferensiasi, perkembangan tanaman, dan serapan hara yang dipengaruhi oleh hormon tanaman (Widyastuti dan Donowati, 2001). Menurut Suwahyono (2011), mikroba penghasil Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) ini dapat menghasilkan metabolit aktivator yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Beberapa bakteri berperan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan fotosintesis, menghasilkan substansi bioaktif, seperti hormon dan enzim, dan meningkatkan dekomposisi senyawa lignin di tanah. (Higa, 2000; Hussain dkk., 2002 dalam Javid *and* Nasir, 2010). Bakteri ini misalnya adalah *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Azospirillum sp* (Rai, 2006).

2.5 Kompos

Kompos merupakan produk pembusukan dari limbah tanaman dan hewan hasil perombakan oleh fungi, Actynomicetes, dan cacing tanah (Simanungkalit, 2006). Sedangkan menurut Suwahyono (2011), kompos merupakan hasil pembusukan bahan organik yang digunakan untuk menyediakan kebutuhan nutrisi bagi tanaman.

Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum dimiliki kompos antara lain : (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsur hara secara lambat dan dalam jumlah terbatas; dan (3)

mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah. Kompos mempunyai fungsi utama dalam memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimiawi, dan biologi tanah (Simanungkalit, 2006).

Kompos memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur. Penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat tanah (Simanungkalit, 2006).

Kompos merupakan sumber hara makro dan mikromineral secara lengkap meskipun dalam jumlah yang relatif kecil. Pemberian kompos dapat memperbaiki pH dan meningkatkan hasil tanaman pertanian (Simanungkalit, 2006).

Kompos banyak mengandung mikroorganisme. Penambahan kompos ke dalam tanah dapat menambah jumlah mikroorganisme tanah karena adanya penambahan mikroorganisme baru dan terpacunya mikroorganisme lama yang ada di dalam tanah untuk berkembang (Simanungkalit, 2006).

2.6 Dosis Pupuk

Dosis adalah jumlah yang harus diberikan dengan satuan tertentu (Anonymous, 2010). Menurut Wijayani, 2000; Marschner, 1986 *dalam* Wijayani dan Widodo, 2005, pemberian pupuk pada tanaman harus sesuai dengan dosis yang dibutuhkan oleh tanaman. Pada dosis yang terlalu rendah, pengaruh larutan hara tidak nyata, sedangkan pada dosis yang terlalu tinggi selain boros juga akan

mengakibatkan tanaman mengalami plasmolisis, yaitu keluarnya cairan sel karena tertarik oleh larutan hara yang lebih pekat.

Penggunaan pupuk yang efisien dan efektif harus memenuhi kriteria tepat jenis dan tepat dosis. Untuk mencapai efisiensi pemupukan yang tinggi, perlu diperhatikan beberapa hal, yaitu: (1) jenis tanaman dan kebutuhan akan hara untuk mencapai hasil yang optimal; (2) tingkat ketersediaan hara dalam tanah; dan (3) bentuk pupuk serta cara dan waktu pemberian yang tepat (Suyamto, 1993 *dalam* Suyamto, 2002).

2.8 Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman

Menurut Sitompul dan Bambang (1995), pengertian pertumbuhan sering dikenal dengan morfogenesis, perkembangan bentuk, dan tingkat struktur kehidupan. Morfogenesis terdiri atas dua proses yaitu pertumbuhan dan diferensiasi (perkembangan). Pertumbuhan untuk sementara dapat dinyatakan dalam penambahan ukuran yang dapat dilihat dari ukuran sel, biomassa tanaman, jumlah daun, tinggi dan diameter batang, dan akar. Sementara diferensiasi dapat dibayangkan sebagai penambahan kompleksitas. Adanya pertumbuhan dan perkembangan dapat mempengaruhi produktivitas tanaman.