

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Unsur Hara Tanaman

Salah satu proses terpenting yang terjadi di alam adalah fotosintesis. Dalam proses ini, karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) di dalam sel klorofil bereaksi dengan bantuan radiasi matahari untuk memproduksi gula. Gula yang terbentuk dapat digunakan oleh tanaman untuk memproduksi energi melalui proses respirasi.

Tanaman menyerap berbagai jenis unsur hara dalam bentuk ion positif dan ion negatif. Bentuk-bentuk ion tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Unsur Hara Kation dan Anion yang Diserap Oleh Tanaman.

Jenis Unsur Hara	Simbol	Bentuk yang diserap oleh tanaman	
		Kation (+)	Anion (-)
Nitrogen	N	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3^-$
Phospor	P	-	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$
Kalium	K	$\text{K}^+$	-
Kalsium	Ca	$\text{Ca}^{2+}$	-
Magnesium	Mg	$\text{Mg}^{2+}$	-
Sulfur	S	-	$\text{SO}_4^{2-}$
Mangan	Mn	$\text{Mn}^{2+}$	-
Boron	B	-	$\text{BO}_3^{2-}$
Molibdenum	Mo	-	$\text{MoO}_4^{2-}$
Tembaga	Cu	$\text{Cu}^{2+}$ atau $\text{Cu}^{3+}$	-
Seng	Zn	$\text{Zn}^{2+}$	-
Besi	Fe	$\text{Fe}^{2+}$ atau $\text{Fe}^{3+}$	-

Sumber : Ir Novizan, 2005

Dengan mengetahui bentuk – bentuk ion tersebut akan terbuka gambaran mekanisme setiap unsur hara yang dapat terikat pada koloid tanah yang bermuatan negatif dan mekanisme unsur hara yang diserap tanaman, tercuci oleh aliran air, atau terikat oleh ion lain yang bermuatan berlawanan dan membentuk senyawa yang mengendap dalam air. Bagian yang mengendap tersebut tidak dapat digunakan oleh tanaman.

Unsur hara yang tersedia tersebut dapat diserap oleh tanaman dan berpengaruh terhadap produksi tanaman. Macam dan jumlah unsur hara dalam tanah harus cukup seimbang untuk dapat mendukung pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman (Syarief,1986).

Unsur hara tergolong esensial bagi tanaman, bila memenuhi beberapa kriteria (Graham,1975) yaitu :

1. Apabila unsur tersebut dihilangkan, pertumbuhan tanaman akan terhambat
2. Apabila unsur tersebut disuplai kembali, pertumbuhan tanaman akan kembali proporsional
3. Tidak adanya suplai unsur hara, mengakibatkan siklus hidupnya tidak sempurna.

Unsur hara dapat diserap oleh tanaman setelah melalui tiga mekanisme sebagai berikut :

1. Unsur hara dapat diserap langsung oleh akar bersama dengan penyerapan air dari larutan tanah. Karena itu, sangat penting untuk menjaga keseimbangan unsur hara di dalamnya, misalnya mempertahankan pH pada posisi netral.

2. Unsur hara memasuki membran sel akar mengikuti hukum difusi, tanpa mengikutsetakan air. Jika konsentrasi ion terlarut di dalam larutan tanah lebih tinggi dari pada di dalam sel akar, ion dari larutan tanah akan bergerak ke dalam sel akar.
3. Mekanisme penyerapan yang ketiga berlangsung lebih rumit, yang dikenal dengan proses pertukaran ion. Mekanisme ini terjadi karena pernapasan akar menghasilkan  $CO_2$  yang bergabung dengan air di dalam tanah lalu membentuk asam karbonat ( $H_2CO_3$ ). Selanjutnya  $H_2CO_3$  tersebut terurai membentuk  $H^+$  dan  $HCO_3^-$ .

Unsur hara yang diserap oleh tanaman berasal dari 3 sumber sebagai berikut :

1. Bahan organik. Sebagian besar unsur hara terkandung di dalam bahan organik. Sebagian dapat langsung digunakan oleh tanaman, sebagian lagi tersimpan untuk jangka waktu yang lama. Bahan organik harus mengalami proses dekomposisi (pelapukan) terlebih dahulu sebelum tersedia bagi tanaman.
2. Mineral alami. Setiap jenis batuan mineral yang membentuk tanah mengandung bermacam – macam unsur hara. Mineral alami ini berubah menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman setelah mengalami penghancuran oleh cuaca.
3. Unsur hara yang terjerat atau terikat. Unsur hara ini terikat di permukaan atau diantara lapisan koloid tanah dan sebagai sumber utama dari unsur hara yang dapat diatur oleh manusia. Unsur hara yang terikat ini biasanya tidak dapat digunakan oleh tanaman, karena pH-nya terlalu ekstrim atau terdapat ketidak

seimbangan jumlah unsur hara. Lewat pengaturan pH tanah, unsur hara ini dapat diubah menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman.

Berikut ini merupakan unsur hara yang tergolong penting bagi tanaman yaitu :

#### 1. Nitrogen ( N )

Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion nitrat ( $NO_3^-$ ) dan ion ammonium ( $NH_4^+$ ). Sebagian besar nitrogen diserap dalam bentuk ion nitrat karena ion tersebut bermuatan negatif sehingga selalu berada di dalam larutan tanah dan mudah terserap oleh akar. Karena selalu berada di dalam larutan tanah, ion nitrat lebih mudah tercuci oleh aliran air. Arah open cucian menuju lapisan di bawah daerah perakaran sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Sebaliknya, ion ammonium bermuatan positif sehingga terikat oleh koloid tanah, Ion tersebut dimanfaatkan oleh tanaman berdasarkan pertukaran kation.

Nitrogen tidak tersedia dalam bentuk mineral alami seperti unsur hara lainnya. Sumber nitrogen yang terbesar berupa udara yang sampai ke tanah melalui air hujan atau udara yang diikat oleh bakteri pengikat nitrogen. Contoh bakteri pengikat nitrogen adalah *Rhizobium sp.*, *Azotobacter*.

Nitrogen dapat kembali ke tanah melalui pelapukan sisa makhluk hidup (bahan organik). Nitrogen yang berasal dari bahan organik dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan setelah melalui tiga tahap reaksi yang melibatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Adapun tahapan reaksi tersebut yakni:

- Penguraian protein yang terdapat pada bahan organik menjadi asam amino dan disebut reaksi aminisasi
- Perubahan asam amino menjadi senyawa amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan amonium ( $\text{NH}_4$ ) dan disebut reaksi amonifikasi
- Perubahan senyawa amonia menjadi nitrat yang disebabkan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* dan disebut reaksi nitrifikasi

## 2. Fosfor (P)

Fosfor diserap tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ , atau tergantung dari nilai pH tanah. Fosfor sebagian besar berasal dari pelapukan bahan organik. Walaupun sumber fosfor di dalam tanah mineral cukup banyak tanaman masih bisa mengalami kekurangan fosfor. Pasalnya, sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lain sehingga menjadi senyawa yang sukar larut di dalam air. Ketersediaan fosfor di dalam tanah ditentukan oleh banyak faktor, tetapi yang paling penting adalah pH.

Selain faktor pH, faktor lain yang menentukan pasokan fosfor pada tanah adalah sebagai berikut:

- a. Aerasi, ketersediaan oksigen di dalam tanah (aerasi) diperlukan untuk meningkatkan pasokan fosfor lewat proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme tanah.
- b. Temperatur, secara langsung temperatur dapat meningkatkan atau menurunkan ketersediaan fosfor. Pada relatif hangat, ketersediaan fosfor

akan meningkat karena proses perombakan bahan organik juga meningkat. Ketersediaan fosfor menipis di daerah yang bersuhu rendah. Ketersediaan fosfor menipis di daerah yang bersuhu rendah.

- c. Bahan organik, sebagian besar fosfor yang mudah larut diambil oleh mikroorganisme tanah untuk pertumbuhannya.
- d. Unsur hara lain, tercukupinya jumlah unsur hara lain dapat meningkatkan penyerapan fosfor.

Jika terjadi kekurangan fosfor, tanaman menunjukkan gejala pertumbuhan sebagai berikut :

- a. Lambat dan kerdil
- b. Perkembangan akar terhambat
- c. Gejala pada daun sangat beragam, beberapa tanaman menunjukkan warna hijau tua mengkilap yang tidak normal
- d. Pematangan buah terhambat
- e. Perkembangan bentuk dan warna buah buruk
- f. Biji berkembang tidak normal

### 3. Kalium (K)

Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion  $K^+$ . Persediaan kalium di dalam tanah dapat berkurang karena tiga hal, yaitu pengambilan kalium oleh tanaman, pencucian kalium oleh air, dan erosi tanah. Biasanya tanaman menyerap kalium lebih banyak daripada unsur hara lain, kecuali nitrogen.

Secara umum peran kalium berhubungan dengan proses metabolisme, seperti fotosintesis dan respirasi. Beberapa peran kalium yang perlu diketahui sebagai berikut :

- a. Translokasi (pemindahan) gula pada pembentukan pati dan protein
- b. Membantu proses membuka dan menutup stomata (mulut daun)
- c. Efisiensi penggunaan air
- d. Memperluas pertumbuhan akar
- f. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit
- g. Memperkuat tubuh tanaman supaya daun, bunga, dan buah tidak gampang rontok
- h. Memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generatif, menambah rasa manis pada buah
- i. Dibutuhkan oleh tanaman buah dan sayuran yang memproduksi karbohidrat dalam jumlah banyak, misalnya kentang
- j. Daun terlihat lebih tua
- k. Batang dan cabang lemah dan mudah rebah
- l. Muncul warna kuning di pinggir dan diujung daun yang sudah tua, yang akhirnya mengering dan rontok
- m. Daun mengerut (keriting) dimulai dari daun tua
- n. Kematangan buah terlambat, ukuran buah menjadi lebih kecil, buah mudah rontok, warna buah tidak merata, dan tidak tahan disimpan lama
- o. Biji buah menjadi kisut

## 2.2 Pupuk

Pupuk dalam arti luas termasuk semua bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk tidak berisi unsur - unsur hara tanaman dalam bentuk unsur seperti nitrogen, fosfor, kalium, tetapi unsur tersebut ada dalam bentuk campuran yang memberikan bentuk - bentuk ion dari unsur hara yang dapat di absorpsi tanaman (Foth, 1975).

Pupuk digolongkan menjadi dua, yakni pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa - sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai. Contohnya adalah pupuk kompos dan pupuk kandang. Pupuk kompos berasal dari sisa - sisa tanaman, dan pupuk kandang berasal dari kotoran ternak. Pupuk organik mempunyai komposisi kandungan unsur hara yang lengkap, tetapi jumlah tiap jenis unsur hara tersebut rendah. Sesuai dengan namanya, kandungan bahan organik pupuk ini termasuk tinggi.

Pupuk anorganik atau pupuk buatan adalah jenis pupuk yang dibuat oleh pabrik dengan cara meramu berbagai bahan kimia sehingga memiliki persentase kandungan hara yang tinggi. Contoh pupuk anorganik adalah urea, TSP, dan gandasil.

### 2.2.1 Jenis -jenis pupuk

#### 1. Pupuk majemuk

Pemakaian pupuk majemuk saat ini sudah sangat luas. Berbagai merek, kualitas, dan analisis telah tersedia di pasaran. Kendati harganya sangat relatif lebih



mahal, pupuk majemuk tetap dipilih karena kandungan haranya lebih lengkap. efisiensi pemakaian tenaga kerja pada aplikasi pupuk majemuk juga lebih tinggi daripada aplikasi pada pupuk tunggal yang harus diberikan dengan cara dicampur.

Pupuk majemuk berkualitas prima memiliki besar butiran yang seragam dan tidak terlalu higroskopis, sehingga tahan disimpan dan tidak cepat menggumpal. Hampir semua pupuk majemuk bereaksi asam, kecuali yang telah mendapatkan perlakuan khusus, seperti penambahan Ca dan Mg.

Variasi analisis pupuk majemuk sangat banyak. Meskipun demikian, perbedaan variasinya bisa jadi sangat kecil, misalnya antara NPK 15, 15, 15 dan NPK 16, 16, 16. Berikut ini gambaran fungsi beberapa jenis analisis pupuk majemuk.

Variasi analisis pupuk, seperti 15, 15, 15, 16, 16, 16, dan 20, 20, 20 menunjukkan ketersediaan unsur hara yang seimbang. Fungsi pupuk majemuk dengan variasi analisis seperti ini antara lain untuk mempercepat perkembangan bibit sebagai pupuk pada awal penanaman dan sebagai pupuk susulan saat tanaman memasuki fase generatif, seperti saat mulai berbunga atau berbuah.

Dalam memilih pupuk majemuk perlu dipertimbangkan beberapa faktor, antara lain kandungan unsur hara yang tinggi, kandungan unsur hara mikro, kualitas pupuk, dan harga perkilogramnya.

## **2. Pupuk Daun**

Daun memiliki mulut yang dikenal dengan nama stomata. Sebagian besar stomata terletak dibawah bagian daun. Mulut daun ini berfungsi untuk mengatur

penguapan air dari tanaman sehingga aliran air dari akar dapat sampai ke daun. Saat suhu udara terlalu panas, stomata akan menutup sehingga tanaman tidak mengalami kekeringan. Sebaiknya, jika udara tidak terlalu panas, stomata akan membuka sehingga air yang ada dipermukaan daun yang dapat masuk ke dalam jaringan daun. Dengan sendirinya, unsur hara yang disemprotkan ke permukaan daun juga masuk ke dalam jaringan daun.

Pupuk daun berbentuk serbuk dan cair. Kualitasnya dianggap baik jika mudah larut di dalam air tanpa menyisakan endapan. Karena mudah larut di dalam air, sifat pupuk daun menjadi sangat higroskopis. Akibatnya tidak dapat disimpan terlalu lama jika kemasannya telah dibuka.

Keuntungan menggunakan pupuk daun antara lain respon terhadap tanaman sangat cepat karena langsung dimanfaatkan oleh tanaman. Selain ini, tidak menimbulkan kerusakan sedikit pun pada tanaman, dengan catatan aplikasinya dilakukan secara benar.

Penyemprotan pupuk daun idealnya dilakukan pada pagi atau sore hari karena bertepatan dengan saat membukanya stomata. Prioritaskan penyemprotan pada bagian bawah daun karena paling banyak terdapat stomata. Faktor cuaca termasuk kunci sukses dalam penyemprotan pupuk daun. Dua jam setelah penyemprotan jangan sampai terkena hujan karena akan mengurangi efektivitas penyerapan pupuk. Tidak disarankan menyemprot pupuk daun pada saat suhu udara sedang panas karena konsentrasi larutan pupuk yang sampai ke daun cepat meningkat sehingga daun dapat terbakar.

### 3. Pupuk Organik

Kandungan unsur hara yang terdapat didalam pupuk organik jauh lebih kecil dari pada pupuk buatan. Dalam penggunaannya pupuk organik jauh lebih sulit, karena pupuk organik dibutuhkan dalam jumlah yang lebih besar, dan tenaga kerja yang dibutuhkan juga lebih banyak. Berikut ini beberapa manfaat dari pupuk organik :

- a. Meskipun dalam jumlah yang jauh lebih kecil, pupuk organik mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro
- b. Memperbaiki granulasi tanah berpasir dan tanah padat sehingga dapat meningkatkan kualitas aerasi, memperbaiki drainase tanah, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air.
- c. Kandungan asam humat ( humus ) yang mampu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah
- d. Penambahan pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah
- e. Pada tanah asam, penambahan pupuk organik dapat membantu meningkatkan pH tanah
- f. Penggunaan pupuk organik tidak menyebabkan polusi tanah dan polusi air.

Jenis – jenis pupuk organik yang banyak dikenal sebagai berikut :

- a. Kompos

Kompos adalah hasil pembusukan sisa – sisa tanaman yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Kualitas kompos sangat ditentukan oleh besarnya antar jumlah karbon dan nitrogen ( C / N rasio ). Jika C / N rasio tinggi, berarti bahan penyusun kompos belum terurai secara sempurna.

Kandungan unsur hara pada kompos sangat bervariasi. Tergantung dari jenis bahan asal yang digunakan dan cara pembuatan kompos. Kandungan unsur hara kompos sebagai berikut :

- Nitrogen 0,1 – 0,6 %
- Fosfor 0,1 – 0,4 %
- Kalium 0,8 – 1,5 %
- Kalsium 0,8 – 1,5 %

b. Pupuk kandang

Pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari kotoran ternak. Kualitas pupuk kandang sangat tergantung pada jenis ternak, kualitas pakan ternak, dan cara penampungan pupuk kandang. Pada tabel 2 menunjukkan unsur hara beberapa jenis pupuk kandang.

Tabel 2.2. Kandungan Unsur Hara Beberapa Jenis Pupuk Kandang

Jenis Ternak	N ( % )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( % )	K <sub>2</sub> O ( % )
Ayam	1,7	1,9	1,5
Sapi	0,3	0,2	0,3
Kuda	0,4	0,2	0,3
Domba	0,6	0,3	0,2

Sumber : Hardjowigeno, 1995

### 2.3 Tanah

Pengertian tanah sangat berbeda – beda tergantung dari mana dan siapa yang memadamang. Seorang ahli kimia akan memberikan pengertian lain dari seorang ahli fisika.

Bagi seorang ahli pertanian tanah didefinisikan sebagai tumbuhnya vegetasi yang terdapat dipermukaan bumi atau bentuk organik dan anorganik yang ditumbuhi tumbuhan baik tetap maupun sementara (Darmawijaya,1990).

Dari beberapa definisi yang telah dikeluarkan oleh para ahli maka ditentukan definisi tanah yang dianggap lengkap meskipun belum sempurna dengan apa yang diharapkan oleh para ahli ilmu tanah sebagai Ilmu Pengetahuan Yang Murni. Adapun definisi tersebut yaitu " Tanah adalah akumulasi tubuh alam bebas, menduduki sebagian besar permukaan planet bumi, yang mampu menumbuhkan tanaman dan memiliki sifat sebagai akibat pengaruh aktivitas jasad hidup yang bertindak terhadap bahan induk dalam keadaan relatif tertentu selama jangka waktu tertentu pula " ( Darmawijaya,1990 ).

### **2.3.1 Peranan Bahan Organik dan Mikroorganisme Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Bahan organik tanah disebut juga humus karena meliputi semua bahan organik tanah, kecuali sisa organik dan biomasa tanah. Sisa Organik adalah jaringan dari tumbuhan dan hewan yang telah mati yang belum terdekomposisi, dan produk dekomposisinya belum sempurna. Biomasa tanah merupakan bahan organik dalam jaringan hidup terutama sel atau jaringan mikroba (Stevenson, 1982).

Miller dan Roy (1990) mengatakan bahwa bahan organik tanah merupakan sumber nitrogen hingga 90 – 95 % pada tanah yang tidak subur. Bahan organik juga

dapat bertindak sebagai khelat yang sangat membantu menjadi unsur hara yang tersedia bagi pertumbuhan tanaman.

Bahan organik yang ditambahkan kedalam tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya pada sifat fisika, kimia, dan biologi tanah.

Fungsi biologi bahan organik tanah sangat nyata mempengaruhi kegiatan mikroflora dan mikrofauna tanah sebagai sumber karbon untuk memperoleh energi. Fungsi fisika bahan organik tanah dapat teramati pada perbaikan tekstur, perbaikan keterolahan, peningkatan aerasi, dan daya menyimpan air dari tanah. Sedangkan fungsi kimia bahan organik tanah dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK), meningkatkan daya bufer tanah, membentuk khelat sehingga meningkatkan ketersediaan mikro tanaman. Bahan organik tanah dapat juga bergabung dengan senyawa organik lainnya seperti pertisida sehingga mempengaruhi bioaktivitas dan persistensi yang dapat mengurangi jumlah pertisida (Stevenson, 1982).

Menurut Sarief (1980), tanah yang subur adalah tanah yang kaya akan bahan organik, mineral, dan nutrisi yang diperlukan untuk perkembangan tanaman, ketersediaan bahan organik tanah, mineral dan berbagai nutrisi tersebut terus menerus tersedia. Tanah yang produktif tidak hanya mengandung komponene padat, cair dan gas tetapi mengandung juga jasad hidup, yang berperan dalam melapukkan bahan organik tanah sehingga akar tersedia unsur – unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

## 2.4 Urin

Urin adalah buangan kimia jasad hidup, termasuk manusia. Urin terdiri dari dari beberapa senyawa organik dan beberapa senyawa anorganik dalam bentuk ion. Tidak jarang urin digunakan sebagai salah satu analisis di dalam ilmu kesehatan, seperti misalnya untuk mendeteksi ada tidaknya penyakit diabetes militus. Jumlah terbesar dalam urin adalah urea dan senyawa organik, diikuti oleh ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Ion an organik lainnya adalah ammonium, kalium fosfat, dan sulfat dalam konsentrasi sekitar 0,01%.

Urin dapat pula dikatakan sebagai cairan yang dihasilkan oleh ginjal dan dikumpulkan dalam kandung kemih sebelum dikeluarkan. Pemeriksaan urin tidak hanya memberikan gambaran tentang ada tidaknya penyakit ginjal dan saluran pembuangannya, namun pada fungsi ginjal yang tidak baik pun dapat pula diperoleh data penting mengenai penyakit yang terdapat ditempat lain dalam tubuh ( Dawiesah, 1983 ).

Urin sendiri memiliki sifat – sifat umum di antaranya :

### ❖ Volume cairan

Pada umumnya volume urin 600 ml – 2500 ml per hari. Ini tergantung pada air yang masuk ke dalam tubuh, suhu luar, makanan, keadaan mental dan fisik individu. Volume urin dapat berkurang pada musim panas.

### ❖ Warna urin

Urin normal berwarna kuning pucat atau ambar. Warna itu sulit untuk di buat tiruannya karena warna urin merupakan campuran dari beberapa

pigmen dan tidak selalu dalam jumlah yang sama. Pigmen utama urin adalah urokrom. yang berwarna kuning tetapi terdapat sejumlah kecil *urobilin*, *hematoporfirin*, *ureoerythrin*, dan *ureoerythirin*. Urin dapat berwarna kuning tua atau kecoklatan karena suatu pemekatan yang di sebabkan karena tubuh mengalami demam.

❖ pH urin

pH urin berkisar antara 4,8 - 7,5 . Pada umumnya urin bersifat asam dengan pH rata - rata 6 ( Klinker, 1958 ).

❖ Berat jenis urin

Urin mempunyai berat jenis antara 1,03 - 1,030 gram / ml dan bervariasi menurut konsentrasinya. Dan bervariasi menurut konsentrasi. Zat terlarut dalam urin setiap harinya adalah 50 gram/ 1200 mL urin ( Harper, 1957 ).

❖ Bau urin

Pada umumnya urin yang masih segar adalah berbau, bau urin dapat di timbulkan dari makanan yang masuk ke dalam tubuh. Macam - macam makanan tersebut memberikan bau yang karakteristik pada urin. Dengan di ketahuinya bau yang karakteristik tersebut maka akan membantu dalam diagnosa terhadap suatu penyakit (keinko, 1955).

Menurut Azwar, A (1995), seorang yang normal diperkirakan menghasilkan tinja rata - rata sehari sekitar 83 gram dan menghasilkan air seni sekitar 970 gram. Kedua jenis kotoran manusia ini sebagian besar berupa air, terdiri dari zat - zat



organik (sekitar 20 % untuk tinja dan 2,5 % untuk air seni), serta zat - zat organik seperti nitrogen, asam fosfat, sulfur dan sebagainya.

Menurut Gotas (1995), perkiraan volume air seni sebesar 1,0 - 1,3 liter perkapita perhari dengan jumlah bahan padat kering sebesar 50 - 70 gram perkapita perhari.

Perkiraan komposisi urin dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.3 perkiraan komposisi urin manusia

Komponen	Kandungan ( % )
Air	93 - 96
<b>Bahan Organik</b>	<b>65 - 68</b>
Nitrogen	15 - 19
Fosfor	2,5 - 5
Potasium	3,0 - 4,5
Karbon	11 - 17
Kalsium	4,4 - 6

Sumber : Pusdiknas Depkes RI

Gotas (Wagner dan Lanuix, 1958 ) mengumpulkan data dari berbagai sumber di seluruh dunia, mengatakan bahwa kuantitas tinja dan air seni dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Kuantitas tinja dan urin manusia

Tinja / Urin	Berat Basah ( Gram / Orang / Hari )	Berat Kering ( Gram / Orang / Hari )
Tinja	135 - 170	35 - 70
<b>Urin</b>	<b>1.000 - 1.300</b>	<b>50 - 70</b>
Jumlah	1.135 - 1.570	85 - 140

Sumber : Pusdiknas Depkes RI

### **2.4.1 Kegunaan Urin**

Berdasarkan penelitian sebelumnya urin telah banyak digunakan sebagai pupuk selama berabad - abad di beberapa bagian negara. Di negara bagian barat dan Afrika urin banyak diaplikasikan dalam bidang pertanian. Berdasarkan data yang diperoleh setiap manusia mengeluarkan 600-2500 mL setiap harinya. Urin banyak berisi nitrogen, fosfor, dan juga kalium dalam kuantitas lebih kecil, yang merupakan nutrient bagi pertumbuhan tanaman.

Nitrogen yang terdapat pada urin sangat baik bagi pertumbuhan tanaman karena urin membantu dalam pembentukan protoplasma, protein, dan komponen – komponen pertumbuhan tanaman yang lain. Urin juga meningkatkan pertumbuhan daun, dimana daun menjadi lebih banyak, lebih hijau dan besar serta lebih tebal jika memakai urin. Fosfor sangat penting dalam pembentukan akar, pematangan buah dan perkecambahan biji, meskipun persentase fosfor lebih rendah dibanding nitrogen pada urin. Kalium penting untuk perkembangan buah dan bunga yang bagus. Setiap tanaman mempunyai kemampuan menyerap pupuk yang berbeda – beda, namun apabila tanaman diberi pupuk urin maka pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan tanaman yang tidak diberi pupuk urin (Peter Morgan dan SEI, 2004 ).

### **2.4.2 Pemanfaatan Urin Sebagai Pupuk**

Semua limbah hasil aktivitas akan kembali ke alam dan akan memberikan beban kepada lingkungan jika tidak ditangani dengan baik sesuai dengan Undang - Undang No. 23 tahun 1997 pasal 3 dalam pelaksanaan pembangunan yang

berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Pengendalian limbah secara baik sangat diperlukan agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan disekitarnya. Untuk mengurangi terjadinya pencemaran perlu dilakukan pengolahan limbah secara intensif.

Dalam bidang pertanian, pemanfaatan limbah organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produksi pertanian telah lama dilakukan terutama limbah peternakan yang lebih dikenal sebagai pupuk kandang. Limbah organik dapat bermanfaat sebagai pupuk organik, dan hal ini dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia yang mahal harganya, juga dapat mengurangi dampak negatif penumpukan limbah organik terhadap lingkungan. Beberapa jenis limbah organik dan komposisinya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 2.5 Kandungan N, P, K limbah organik berdasarkan berat kering oven

Jenis bahan	C/N Ratio	N	P	K
Limbah buah	35	0,70 - 1,90	0,11 - 0,18	0,01 - 0,06
Enceng gomdok	18	2,04	0,37	3,40
Kotoran kerbau	19	1,23	0,55	0,69
Kotoran manusia	8	7,24	1,72	2,41
Limbah kulit	-	7,25	-	-
Ulat sutra	-	4,00 - 10,00	0	0,83 - 4,50
Gambut	80	1,08	0,22	-
<b>Urin manusia</b>	<b>0,8</b>	<b>17,14</b>	<b>1,57</b>	<b>4,86</b>
Limbah ikan	4,5	7,5	-	-

Sumber : FAO/UNDP Regional Project RAS/75/004 *cit.* Wibisono dan Basri (1993)

Dari keseluruhan jenis limbah organik yang terlihat pada tabel 5, kandungan N, P, K limbah urin manusia lebih tinggi dibandingkan jenis limbah organik lainnya.

Dan kandungan N, P, K tersebut merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

Pendekatan ekologi sanitasi merupakan salah satu pengolahan limbah sanitasi yang berupa siklus sistem tertutup yang teratur. Sistem ini memanfaatkan sisa kotoran manusia sebagai sumber daya. Urin dan tinja disimpan lalu diproses ditempat.

Menurut Mayung (2004), penggunaan limbah untuk ekologi sanitasi berdasarkan pada beberapa prinsip, yaitu :

- a. Mencoba mencegah pencemaran yang dilakukan oleh manusia
- b. Sanitasi urin dan tinja
- c. Menggunakan produk - produk yang aman untuk tujuan hasil dari agrikultur.

Kontributor terbesar untuk nutrisi tanaman yaitu nitrogen, fosfor dan kalium yang keseluruhannya dapat diperoleh dari air toilet atau ( urin dan tinja ). Pada tabel 6 dapat dilihat perbandingan komposisi NPK pada urin yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Tabel.2.6 Perbandingan komposisi NPK pada urin

Unsur	Peneliti	
	Berger, 1960 ; Guyton, 1992	Johson et al, 1997, 1998
Nitrogen ( N )	80 % - 90 %	1,5 – 2 kg
Fosfor ( P )	50 % - 80 %	0,15 – 0,2 kg
Kalium ( K )	80 % - 90 %	0,4 – 0,9 kg

Sumber : Penelitian di Swedia

Jika semua limbah toilet (urin) diresirkulasi ke pertanian, 75 % dan 85 % kadar NPK yang terkandung dalam urin akan menjadi sumberdaya dan bukan

menjadi pencemar potensial bagi lingkungan. Dengan melakukan proses penampungan dan didiamkan  $\pm$  2 bulan maka urin siap disanitasi.

Jika dimanfaatkan pada tanah, urea pada urin berubah menjadi ion – ion amonia yang dapat ditransformasi menjadi gas amonia, yang dapat menguap dan hilang, dan jika urin terdapat dalam tanah dapat dikonversi sebagai bakteri ototropis (*nitrosomonas*) menjadi ion – ion nitrit dan kemudian niktrobakter menjadi ion – ion nitrat yang dapat digunakan didalam tanah.

Menurut Wolgast (1993) satu liter urin berisi 11gms nitrogen, 0,8 gms fosfor, dan 2 gms kalsium. Rasio NPK berkisar 11: 1:2, dimana jika 500liter urin diproduksi perorang pertahun, maka jumlah persamaannya adalah 5,6 kg nitrogen, 0,4 kg fosfor, dan 1,0 kg kalium. Jumlah mineral – mineral tersebut bervariasi setiap orangnya . Semakin banyak protein yang dikonsumsi, semakin banyak nitrogen yang diekskresi atau dikeluarkan.

Fungsi nitrogen, fosfor dan kalium saling berhubungan. Jika jumlah nitrogen yang digunakan besar, maka akan menyebabkan pertumbuhan daun dan batang yang ekstra, tetapi dalam proses pertumbuhannya membutuhkan fosfor dan kalium ekstra dari tanah.

Nitrogen merupakan nutrient pertumbuhan utama, tetapi tanpa disertai fosfor dan kalium yang cukup, pertumbuhan tidak akan sehat, dan mudah terserang penyakit dan hama. Kalium diperlukan untuk menghasilkan keseimbangan dan memastikan agar struktur tanaman yang luas dalam jaringan – jaringan yang sehat dan efisien.

Ada beberapa cara pemanfaatan urin dalam bidang pertanian:

1. Urin digunakan sebagai pupuk pada tanah tanpa pengenceran sebelum penanaman

Urin dapat digunakan tanpa pengenceran pada tanah sebelum penanaman. Kemudian, setelah beberapa minggu tanah tersebut ditanami sayuran dan disirami air maka pertumbuhannya akan meningkat. Dalam beberapa waktu setelah penggunaan urin tersebut, bakteri tanah mengkonversi urea menjadi amonia, kemudian menjadi nitrit dan akhirnya menjadi nitrat yang dapat diserap oleh tanaman.

2. Urin digunakan sebagai pupuk pada tanah tanpa pengenceran pada masa perkembangan tanaman, diikuti dengan pengairan.

Urin dapat juga digunakan tanpa pengenceran pada tanah disekitar tanaman dan kemudian diencerkan dengan menggunakan air. Sebagian besar tanaman akan mati jika urin tidak diencerkan terlebih dahulu, sehingga urin tersebut langsung menembus ke akar-akar tanaman didalam tanah, maka dalam penggunaannya urin tersebut di siram dibagian samping tanaman. Pengenceran dilakukan jika urin diaplikasikan secara langsung pada tanaman. Nutrien didalam urin tidak tersedia dengan segera pada tanaman sebagai pupuk namun di konversi terlebih dahulu misal pada nitrogen, harus di konversi dari urea menjadi amoniak, kemudian menjadi nitrit dan akhirnya menjadi garam nitrat yang tersedia bagi tanaman.

Tanah yang subur, berisikan sejumlah bakteri tanah yang menguntungkan dan lebih efektif untuk mengkonversi urin di banding tanah berpasir yang kurang subur dan mempunyai bakteri yang lebih sedikit.

3. Urin digunakan sebagai pupuk dengan proses pengenceran.

Cara yang paling baik memanfaatkan urin sebagai pupuk adalah dengan pengenceran dan memanfaatkan pengenceran tersebut pada tanah dimana tanaman akan tumbuh. Usia tanaman dan kondisi tanah sangat penting. Jika tanahnya buruk dan berpasir maka pemakaian urin bisa menghambat pertumbuhan dan bahkan membunuh tanaman muda meskipun di encerkan dengan air. Namun apabila tanah yang akan digunakan merupakan tanah subur maka urin yang digunakan sebagai pupuk akan menghasilkan tanaman yang baik.

4. Urin sebagai aktivator untuk kompos

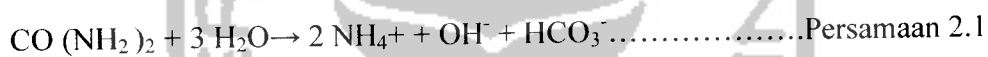
5. Urin sebagai media untuk fermentasi residu – residu tanaman.

Pemanfaatan kotoran manusia untuk pupuk bisa dilakukan dengan pengolahan yang sederhana tanpa melalui proses biogas. Pupuk cair dari kotoran manusia sebenarnya merupakan campuran antara kotoran manusia dan cairan yang keluar bersamaan dengan kotoran manusia.

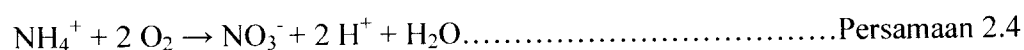
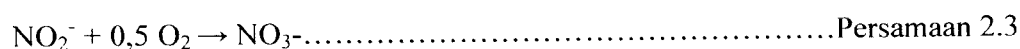
Manfaat dari ekologi sanitasi adalah untuk menahan dan membersihkan kotoran manusia sebelum di pergunakan kembali. Ekologi sanitasi menggantikan alam dengan cara mengembalikan nutrisi tanaman yang terkandung dalam urin dan kotoran manusia kembali ke tanah, jadi urin dan kotoran manusia di manfaatkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburan dan struktur tanah serta kandungan nutrisinya ( Mayung, 2004).

### 2.4.3 Komposisi dan ketersediaan nutrisi tanaman dalam urin

Urin telah disaring oleh ginjal dan hanya berisi substansi bobot molekular rendah. Pada ekskresi, pH urin biasanya berkisar 6 tetapi dapat bervariasi antara 4,5 dan 8,2 (Lentner et al, 1981). Dari nitrogen 75 – 90% di ekskresi sebagai urea dan sisanya sebagai amonium dan *creatinine* (Lentner et al, 1981). Dengan adanya urease urea dengan cepat didegradasi menjadi amonium dan karbon dioksida ( persamaan 1 ) dan ion – ion hidroksida yang di produksi secara normal menaikkan pH menjadi 9 hingga 9,3. Secara normal, urease berakumulasi didalam sistem penampungan urin sehingga reaksi pada persamaan 1 terjadi dengan cepat (Vinneras et al, 1999; Jonsson et al, 2000 )



Amonium merupakan pupuk Nitrogen yang baik dan tersedia pada tanaman secara langsung. Urea dan amonium adalah dua pupuk nitrogen yang sering digunakan. Pada tanah gersang amonium diubah dalam bentuk nitrat ( persamaan 2 – 4 ). Pada tanah dengan aktivitas mikrobia yang rendah, transformasi ini berlangsung lama karena aktivitas dijalankan oleh mikroba.



Ketersediaan nitrogen pada urin sama ketersediaan amonium dan urea pada pupuk kimia. Hal ini disebabkan karena 90 – 100% Nitrogen pada urin ditemukan sebagai urea dan amonium dan telah dibuktikan eksperimen – eksperimen pemupukan yang



telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya ( Kirchman & Petterson, 1995 ; Richert Stintzhing et al, 2001 ).

Phosphor dalam urin hampir seluruhnya berasifat anorganik ( 95 – 100% ) dan dikeluarkan dalam bentuk ion – ion fosfat ( Lentner ety al, 1981 ).

Kalium pada urin tersedia dalam bentuk ion. Bentuk ion tersebut sama seperti yang disuplai oleh pupuk kimia.

#### 2.4.4 Patogen didalam Urin

Beberapa tipe bakteri bisa menyebabkan infeksi saluran kencing. *E.coli* adalah penyebab umum infeksi saluran kencing.

Patogen yang biasanya diekskresi urin adalah *Leptospira interrogans*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* dan *Schistosoma haemtobium*. *Leptospiros* adalah infeksi bakterial yang menyebabkan gejala – gejala menyerupai influenza dengan kematian 5 – 10 %. Umumnya disebarkan oleh urin hewan yang terinfeksi dan berbahaya bagi para pekerja selokan dan pekerja pertanian di negara sedang berkembang (tropis). Urin manusia tidak dianggap sebagai sumber penting atas penyebarannya karena prevalensinya yang rendah.

*Salmonella typhi* dan *salmonela paratyphi* hanya diekskresi di dalam urin selama fase demam *typhoid dan paratyhpaid* ketika bakteri ini berkembang dalam aliran darah.

*Schistosomiasis* atau *bilharziasis* adalah salah satu parasit manusia terbesar terutama terjadi di Afrika. Satu tipe dari *Schistosomiasis* diekskresi oleh urin, sementara tipe lain diekskresi oleh tinja.

Dengan adanya bakteri – bakteri tersebut maka terdapat perlakuan khusus sebelum urin tersebut digunakan sebagai pupuk. Kelangsunga hidup berbagai macam mikroorganismenya didalam urin dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan. Pada urin ketika pH dinaikan hingga 9 maka inaktivasi mikroorganismenya dapat berpengaruh.

Virus – virus tidak berkurang apabila penyimpanan urin berada pada suhu rendah yakni 4 -5 °C. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Franzeb dan Scott (1999), yang mencatat penurunan *Salmonella typhimurium bacteriophage* 28 B selama penelitian 6 minggu di Meksiko dengan suhu 14°C dan 22°C dengan pH sekitar 9,5.

## 2.5 Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum mill*)

### 2.5.1 Taksonomi Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum mill*)

Tomat adalah sayuran *solanaceae* yang paling banyak di tanam, mempunyai rasa manis, dan aroma yang khas, ini menyebabkan kepopulerannya dan keragaman penggunaannya (Rubertzky dan Yamaguchi, 1999).

Menurut ilmu tumbuh - tumbuhan ( botani ), tomat diklasifikasikan ke dalam golongan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* (Tumbuh - tumbuhan)

Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)

- Subsidi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)  
Kelas : *Dicotylodena* (biji berkeping satu)  
Ordo : *Tubiflorae*  
Family : *Solaneceae*  
Spesies : *Lycopersicum esculentum mill*

Berdasarkan klasifikasi botani, tanaman tomat masih satu keluarga dengan kentang (*solanum tuberosum L*), terong (*Solanum melongena L*), Leunca (*Solanum nigrum L*), dan Cabe (*solanum annuum L*) (Wiryanta, 2002).

Berdasarkan pengamatan, sebagian penanaman tanaman tomat berada di daerah dengan kisaran ketinggian 1.000 - 1.250 m di atas permukaan laut. Namun berdasarkan perkembangan, para produsen benih sudah mengembangkan jenis tanaman tomat yang cocok ditanaman di daerah dataran rendah ( 100 - 600 m ) di atas permukaan laut.

Tanaman tomat memerlukan intensitas cahaya matahari  $\pm$  10 - 12 jam/hari. Cahaya matahari dipergunakan untuk proses fotosintesis, pembentukan bunga, pembentukan buah, dan pemasakan buah. Jika tanaman kekurangan cahaya matahari maka akan berdampak negatif, misal umur panen menjadi lama, batang menjadi lemas, tanaman tumbuh meninggi, dan gampang terkena cendawan.

Tanaman ini tidak tahan terhadap hujan dan sinar matahari terik, tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur. Suhu yang cocok untuk pertumbuhan tanaman tomat yaitu 24 - 28° C pada siang hari dan antara 15 - 20° C pada malam hari., serta pH yang cocok berkisar antara 5,5 - 6,5.

Kandungan kimiawi tanaman tomat antara lain adalah *asam malat*, *asam sitrat*, *aldenin*, *trigonelin*, Ca, P, Fe, *karotin*, Vitamin B1, B2, C, *arbutin*, *amigdal*, *alkolid* ( Wijaya kusuma, 1972 ), serta tanaman ini dapat digunakan untuk terapi pengobatan karena mengandung karotin yang berfungsi sebagai pembentuk pro vitamin A dan *Licoppum* yang mampu mencegah penyakit kanker.

### 2.5.2 Stuktur Anatomi Daun dan Batang

Daun tersusun oleh jaringan - jaringan epidermis atas dan bawah mesofil dan jaringan pengangkut ( Esau, 1997 ). Mesofil merupakan jaringan dasar pada daun yang berfungsi mengadakan proses fotosintesis. Mesofil pada tumbuhan *Dicotyledonaeae* terdiferensiasi menjadi jaringan tiang dan jaringan bunga karang. Jaringan tiang sel - selnya silindris memanjang, banyak mengandung kloroplas dan tersusun pada ikatan padat. Jaringan bunga karang sel - selnya tidak teratur, berisi kloroplas, sel - selnya dipisahkan oleh ruang antar sel. Berkas pengangkut pada ibu tulang daun mempunyai tipe bikolateral yaitu daerah floem tidak terdapat serabut *sklerenkim*. Daerah xilem terdiri dari daerah yang agak luas tersusun dari terakea, jaringan yang langsung terletak dibawah epidermis adalah kolenkim, yang terdiri dari beberapa lapis sel ( Metcalfe and Chalk, 1957 ).

Epidermis batang terdiri satu lapis sel yang berbentuk persegi. Sebagian dari sel - sel epidermis batang mengalami spesialisasi menjadi trikoma dan stoma ( Esau, 1977 ).

Daerah korteks sebagian besar terdiri dari sel - sel parenkim yang berfungsi sebagai jaringan dasar, disebalah dalam terdapat sklerenkim sebagai jaringan penguat. Berkas pengangkut batang bertipe dikolateral yaitu mempunyai floem luar dan floem dalam dan xile juga terletak diantaranya. Xilem berguna untuk mengangkut air serta mineral - mineral dari tanah kebagian lain dari tubuh tanaman. Unsur xilem yaitu unsur trakeal, serabut xilem, dan parenkim kayu. Floem berguna untuk mengangkut hasil - hasil sisa dari asimilasi dari daun ke bagian penyimpanan makanan cadangan ( Esau, 1977 ).

### 2.5.3 Morfologi Tanaman Tomat ( *Lycopersicon esculentum mill* )

Tomat dapat tumbuh didatran rendah sampai dataran tinggi, tergantung Varietasnya. Tetapi kebanyakan varietas tomat hasilnya lebih memuaskan apabila ditanam di dataran tinggi ysg beriklim sejuk dan kering karena tomat tidak tahan panas terik dan hujan. Suhu optimal untuk pertumbuhannya 23°C pada siang hari dan 17°C pada malam hari ( Anonim, 1992 ).

Tanaman tomat terdiri akar, batang, daun, bunga, dan biji. Tinggi tanaman tomat mencapai 2 - 3 meter. Sewaktu masih muda batangnya berbentuk bulat dan teksturnya lunak, tetapi setelah tua batangnya berubah menjadi bersudut dan bertekstur keras dan kayu. Ciri khas batang tomat adalah tumbuhnya bulu - bulu halus di sekitar permukaan. Akar tanaman tomat berbentuk serabut yang menyebar ke segala arah.

Daunnya berwarna hijau dan berbulu mempunyai panjang sekitar 20 - 30 cm dan lebar 15 - 20 cm. Tangkai daun berbentuk bulat memanjang sekitar 7 - 10 cm dan ketebalan 0,3 - 0,5 cm.

Buah tomat berbentuk bulat, bulat lonjong, bulat pipih, atau oval. Buah yang masih muda berwarna hijau muda hingga hijau tua. Buah tomat yang telah tua berwarna merah cerah atau gelap, merah kekuning - kuningan, atau merah kehitaman. Namun ada pula tomat yang berwarna kuning. Tomat dipanen pada umur 75 hari sejak pindah tanam. (T, Bernardius dan Wiryanta, W., 2002 ).

Pembentukan buah sangat ditentukan oleh faktor suhu malam hari. Pada malam hari dengan suhu tinggi menyebabkan tanaman tomat tidak berbunga, sedangkan suhu dibawah 10°C pada malam hari menyebabkan tanaman tomat tidak mampu melakukan fertilasi sehingga hanya sedikit jumlah buah yang terbentuk (Hery, 1986).

#### **2.5.4 Penanaman Tanaman Tomat ( *Lycopersicon esculentum mill* )**

Saat paling tepat untuk menanam tomat adalah 2 - 4 minggu sebelum musim hujan berakhir. Sebab, pada musim penghujan sebagian besar jenis tanaman tomat tidak tahan terhadap serangan hama dan penyakit.

Penanaman tanaman tomat sebaiknya dilakukan pada sore atau pagi hari. Tujuannya untuk menghindari panas matahari sewaktu siang hari yang bisa menyebabkan bibit layu. Penyiraman dilakukan jika tanaman terlihat mengering.

## **2.5.5 Perawatan Tanaman Tomat ( *Lycopersicum esculentum mill* )**

### **2.5.5.1 Pemasangan Ajir**

Tanaman tomat mutlak memerlukan ajir atau turus dari bambu. Fungsi ajir antara lain untuk membantu menegakkan tanaman, mencegah tanaman roboh karena beban buah dan tiupan angin, mengoptimalkan sinar matahari ke tanaman, membantu penyebaran daun, mengatur pertumbuhan tunas dan ranting, mempermudah penyiangan, dan mempermudah penyemprotan atau pemupukan. Menurut penelitian yang pernah dilakukan, penanaman tomat dengan menggunakan ajir dapat mendongkrak produksi buah tomat sampai 48 %, bahkan terbukti mampu mengurangi serangan hama dan penyakit.

### **2.5.5.2 Pemupukan**

Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sebab unsur hara yang terdapat dalam tanah tidak bisa diandalkan untuk memacu pertumbuhan tanaman tomat secara optimal, terutama pada penanaman sistem intensif.

### **2.5.5.3 Pengairan**

Pengairan termasuk faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Salah satu tujuan pengairan adalah mengganti air yang hilang akibat diserap tanaman dan penguapan. Selain untuk mengganti kehilangan air, pengairan juga berguna dalam proses pembentukan bunga dan buah.