II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

1. Sistematika tanaman tomat

Tanaman tomat pertama kali ditemukan dan dikenal orang di daerah Amerika Latin tepatnya di Peru. Beberapa lama waktu kemudian tanaman ini mulai menyebar dan dibudidayakan oleh orang di beberapa negara di dunia (Anonim, 1993).

Tanaman tomat termasuk tanaman setahun (annual) yang berbentuk herba/perdu/semak yang panjangnya bisa mencapai 2 meter. Tanaman ini berumur sangat pendek, hanya sekali untuk periode panen. Setelah berreproduksi kemudian mati (Anonim, 1993).

Adapun klasifikasi dari tanaman tomat adalah sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta
Sub divisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledonae
O r d o : Tubiflorae
Familia : Solanaceae
Genus : Lycopersicum
Spesies : *Lycopersicum esculentum* Mill.
(Stennis, 1987).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2. Morfologi Tanaman Tomat

Batang. Batang berbentuk segi empat sampai bulat. Warnanya hijau dan mempunyai banyak cabang. Pada permukaannya banyak ditumbuhi rambut halus terutama pada yang berwarna hijau. Diantara rambut-rambut tersebut terdapat rambut kelenjar. Pada bagian buku-bukunya terdapat penebalan dan kadang-kadang pada buku-buku bagian bawah terdapat akar-akar pendek (Stennis, 1987).

D a u n. Daun merupakan daun majemuk ganjil dengan jumlah 5 - 7. Tangkai daun majemuk mempunyai panjang sekitar 3 - 5 cm. Umumnya diantara pasangan daun yang besar terdapat 1 - 2 daun kecil yang berbentuk delta. Daun majemuk tersusun spiral mengelilingi batangnya (Anonim, 1993). Bentuk daun bulat telur memanjang dengan ujungnya runcing. Yang lebih besar bergerigi, berlekuk menyirip, kasar dan lemas (Stennis, 1987).

A k a r. Akar berupa akar tunjang dengan akar samping yang menjalar ke atas permukaan tanah (Anonim, 1993).

B u n g a. Bunga berukuran kecil, berwarna kuning cerah. Biasanya berdiameter 2 cm. Di bagian bawah terdapat 5 buah kelopak bunga yang berwarna hijau (Anonim, 1993). Bunga terkumpul menjadi dua baris cabang berseling yang bertangkai, sering

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

bercelah 2 - 3, yang di atas jantan karena perkembangannya tidak sempurna dari putik. Kepala sari berhubungan membentuk tabung, ruang pada sisi dalam dari tabung membuka menurut celah. Bakal buah bulat memanjang, bentuk bola atau jorong melintang dan gundul (Stennis, 1987).

B u a h. Bentuk buah tomat bermacam-macam, yaitu bulat, bulat pipih atau bola lampu. Buahnya tersusun dalam tandan. Keseluruhan buahnya mengandung air dan berdaging. Termasuk buah buni yang bersandar pada kelopak yang membesar. Bijinya banyak, pipih dan berwarna kuning coklat (Stennis, 1987).

3. **Pertumbuhan tanaman**

Pertumbuhan tanaman baik untuk tanaman semusim ataupun tanaman keras berlangsung terus selama hidupnya dan nampak sebagai hasilnya ialah bertambah besar ataupun berat tanaman serta deferensiasi sel dan bagian-bagian (organ) tanaman. Berasamaan dengan proses pertumbuhan ini serta perbedaan waktu yang tidak cukup besar, terjadi pula perubahan-perubahan kualitatif dalam tanaman yang dianggap sebagai perkembangan tanaman. Menurut Sabinin (1955) dalam Isbandi, 1993, pertumbuhan adalah pembentukan unsur-unsur struktural yang baru di dalam tanaman. Sedang menurut Genkel (1962) dalam Isbandi, 1993, pertumbuhan ialah pertambahan berat dan besar

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

tanaman sebagai akibat adanya pembentukan unsur-unsur struktural yang baru. Sedangkan perkembangan adalah suatu proses perubahan-perubahan kualitatif di dalam tanaman yang sangat penting dari perubahan-perubahan tanaman mulai dari sel reproduktif ke sel-sel reproduktif yang baru. Maka pertumbuhan dan perkembangan merupakan dua proses yang sangat erat hubungannya (Isbandi, 1983).

Pertumbuhan bibit dimulai dari keluarnya radicle dari biji sampai keluarnya ujung kecambah ke permukaan tanah, bibit tumbuh sebagai makhluk yang hidup di dalam tanah (subterranean). Tanpa adanya cahaya pertumbuhan dipercepat dengan mengubah batang melalui beberapa modifikasi. Pada tumbuhan dicotyl antara lain dengan membentuk tonjolan ("hook") tanpa perluasan permukaan daun atau penempatan ujung batang. Sesudah bibit keluar dari permukaan tanah dengan adanya cahaya maka ujung batang akan lurus dan daun akan mulai mengembang bersama dengan membesarnya keping biji. Selama pertumbuhan di dalam tanah digunakanlah cadangan makanan sebagai bahan untuk pertumbuhan yaitu endosperm atau keping biji (Isbandi, 1983).

Pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh pertambahan ukuran dan berat kering yang tidak dapat balik. Pertambahan ukuran dan berat kering dari suatu organisme mencerminkan bertambahnya

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

protoplasma yang mungkin terjadi karena baik ukuran sel maupun jumlahnya bertambah. Pertambahan protoplasma ini berlangsung melalui suatu rentetan peristiwa dimana air, CO_2 dan garam-garam organik diubah menjadi bahan-bahan hidup. Peristiwa tersebut mencakup fotosintesis, absorbsi dan translokasi serta penyusunan dan perombakan protein kompleks dan lemak-lemak (Hartono; Joeranto; Hesti; Panut; Warsoko, 1990).

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan proses yang saling berhubungan. Pertumbuhan mencakup deferensiasi dan ditunjukkan oleh perubahan-perubahan yang lebih tinggi, menyangkut spesialisasi secara anatomi dan fisiologi (Hartono dkk, 1990). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdiri dari dua fase yang berbeda yaitu fase vegetatif dan fase reproduktif. Fase vegetatif terutama terjadi pada perkembangan akar, batang dan daun baru. Fase ini berhubungan dengan 3 proses penting, yaitu pembelahan sel, perpanjangan sel dan tahap awal deferensiasi sel (Harjadi, 1991).

Pembelahan sel terjadi pada pembentukan sel-sel baru. Sel-sel baru itu memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar karena dinding-dindingnya terbuat dari selulosa dan protoplasmanya terbuat dari gula. Pembelahan sel terjadi pada jaringan-jaringan meristem, pada titik tumbuh batang ujung akar dan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

pada kambium. Oleh karena itu jaringan ini harus dilengkapi dengan pangan yang dibentuk, hormon dan vitamin-vitamin dengan tujuan untuk membuat sel-sel baru (Harjadi, 1991).

Perpanjangan sel-sel baru terjadi pada pembesaran sel-sel baru tersebut. Proses ini membutuhkan air yang banyak , hormon yang memungkinkan dinding sel merentang serta adanya gula. Daerah pembesaran sel tepat berada di belakang titik tumbuh. Kalau sel-sel di daerah ini mulai membesar, vakuola-vakuola yang besar terbentuk. Vakuola ini secara relatif menghisap air dalam jumlah yang besar. Akibat dari absorbsi air dan adanya hormon perentang sel, sel-sel memanjang. Sebagai tambahan dari pertambahan besar sel, dinding sel tumbuhan besar karena menumpuknya selulosa tambahan yang terbuat dari gula (Harjadi, 1991).

Tahap pertama dari deferensiasi sel atau pembentukan jaringan terjadi pada perkembangan jaringan-jaringan primer. Perkembangannya memerlukan karbohidrat, seperti penebalan dinding sel-sel pelindung pada epidermis batang dan perkembangan pembuluh-pembuluh kayu baik di batang atau di akar. Jadi kalau suatu tanaman mengalami pembentukan sel-sel baru, pemanjangan sel-sel dan penebalan-penebalan jaringan, sebenarnya mengembangkan akar, batang dan daun. Kalau laju pembelahan sel,

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

perpanjangan sel serta pembentukan jaringan bertambah cepat maka pertumbuhan akar, batang dan daun juga akan bertambah dengan cepat. Sebaliknya bila laju pembelahan sel lambat, pertumbuhan batang, daun dan perakaran dengan sendirinya lambat juga. Hal itu terjadi karena pembelahan, pembesaran dan pembentukan jaringan memerlukan persediaan karbohidrat dan karena karbohidrat dipergunakan dalam proses-proses ini, perkembangan batang, daun dan akar memerlukan pemakaian karhohidrat. Dengan adanya pertumbuhan akar, batang dan daun yang baik maka hal itu akan mempengaruhi fase pertumbuhan berikutnya yaitu fase reproduktif. Pada fase ini karbohidrat terbentuk pada proses fotosintesa. Karbohidrat tersebut tidak seluruhnya dimanfaatkan untuk perkembangan batang, daun dan perakaran, tetapi sebagian disisakan untuk perkembangan alat-alat persediaan, seperti biji, umbi, yang semuanya berisi pati dan gula dalam jumlah yang besar (Harjadi, 1991).

Syarat tumbuh tanaman tomat. Tanaman tomat dapat tumbuh baik di segala jenis tanah, yang penting tanahnya banyak mengandung humus (bahan organik) dan gembur (Sunarjono, 1977). Akan tetapi tanah lempung berdebu dan tanah lempung adalah yang dikehendaki. Tanah longgar dan ringan seperti tanah berpasir menyebabkan tanaman tomat buahnya masak

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

lebih awal (Anonim, 1980). Tanaman tomat tidak suka pada tanah yang tergenang air atau tanah yang becek. Tanah yang keadaannya demikian menyebabkan akar tomat mudah busuk dan tanaman tidak mampu menghisap zat-zat hara dari dalam tanah karena sirkulasi udara dalam tanah di sekitar perakaran tomat kurang baik. Akibatnya tanaman mudah mati (Tugiyono, 1989). Derajat keasaman tanah 5 - 6. Tanaman tomat peka sekali terhadap zat hara Nitrogen yang sedikit berlebihan atau kekurangan (Sunarjono, 1977).

Tanaman tomat dapat tumbuh dimana saja baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Suhu udara optimal untuk tumbuhnya tanaman tomat antara 18°C - 30°C dengan keadaan cuaca cerah. Suhu yang tinggi diikuti dengan kelembaban udara yang tinggi menyebabkan penyakit daun berkembang, sedang kelembaban udara yang rendah menyebabkan tanaman sulit membentuk buah (Sunarjono, 1977).

B. Unsur Hara Calsium

Calsium merupakan salah satu dari kelompok unsur yang tergolong makro bagi kebutuhan tanaman disamping Nitrogen, Phospor dan Kalium. Calsium dalam tanah diserap oleh tanaman dalam bentuk Ca^{++} yang berasal dari bentuk yang dapat ditukar atau larut dalam air. Sehingga bentuk tersebut selalu dalam bentuk dinamis, artinya jika bentuk larut berkurang (misalnya karena pencucian atau penyerapan oleh tanaman) maka ia akan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

digantikan oleh bentuk yang dapat ditukar. Sebaliknya apabila bentuk larut tiba-tiba meningkat (misalnya karena pemupukan) maka keseimbangan berubah ke arah yang berlawanan (Nyakpa, 1988).

Dalam usaha peningkatan produksi pangan, misalnya sayuran, maka mutu intensifikasi perlu ditingkatkan. Sala satu usaha yang ditempuh yaitu dengan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Pemupukan bertujuan untuk memelihara dan memeperbaiki kesuburan tanah dengan memberikan unsur atau zat hara ke dalam tanah. Pemupukan juga akan memperbaiki pH tanah dan lingkungan tanah sebagai tempat tumbuh (Suriatno, 1988).

1. Efek kapur pada tanah

a. Efek fisik

Dalam tanah yang bertektur berat selalu ada kecenderungan bagi butir-butir halus untuk bergabung terlalu rapat. Keadaan semacam ini menghambat gerakan air dan udara. Karena itu sangat diperlukan pembutiran (granulasi). Struktur remah agak ditingkatkan dengan penambahan tiap bentuk kapur meskipun pengaruhnya sebagian besar tidak langsung. Misalnya efek kapur yang berhubungan dengan komposisi bahan organik tanah dan sintesa humus. Terbentuknya humus dan ketahanannya sangat meningkatkan pembutiran (Backman, 1982).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

b. Efek kimia

Diantara efek kimia yang khas dari kapur yang paling umum adalah penurunan keasaman. Tetapi yang lebih penting adalah efek tidak langsung terhadap tersedianya unsur hara dan keracunan unsur tertentu (Backman, 1982).

Calsium dapat ditukar dalam tanah mempunyai kaitan yang penting dengan pH tanah dan ketersediaan beberapa unsur hara. Jumlah calsium dan kation-kation basa yang lain di dalam tanah menurun bila tanah menjadi basa (Nyakpa, 1988). Pengapuran tanah memperbesar tersedianya unsur seperti Molibdenum, Phospor, Calsium dan Magnesium untuk diserap tumbuhan.. Bersamaan dengan itu konsentrasi besi, Alumunium dan Mangaan sangat dikurangi. Unsur tersebut dalam keadaan sangat asam mudah terdapat dalam jumlah yang terbentuk racun (Backman, 1982). Kelebihan Calsium menyebabkan $CaCO_3$ mengendap dan pH penyangga mendekati 8 dan biasanya akan menurunkan kelarutan P, Fe, Mn, dan Zn. Dan kadang-kadang menyebabkan kekurangan satu atau lebih unsur essensial ini (Nyakpa, 1988).

c. Efek biologis

Kapur menstimulir organisme tanah yang heterotrofik. Dengan demikian meningkatkan kegiatan bahan organik dan nitrogen dalam tanah.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Kecepatan perubahan unsur ini lebih penting dari jumlah yang sebenarnya. Stimulasi proses enzimatik ini hanya menguntungkan pembentukan humus juga meningkatkan peniadaan hasil antara organik tertentu yang dapat meracuni tumbuhan tingkat tinggi (Nyakpa, 1988).

Sebagian organisme yang tidak menguntungkan dipergiat oleh pengapuran. Aminasi, amonifikasi dan oksidasi sulfur dipercepat oleh kenaikan pH. Bakteri yang mengikat N dari udara distimulasi oleh penambahan kapur (Backman, 1982).

Nitrifikasi, peristiwa biologis yang sangat penting memerlukan adanya kation logam. Jika kapur tidak mencukupi, perubahan yang diharapkan tidak berlangsung cepat. Dan kenyataannya pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme tanah yang berhasil tergantung pada kapur. Kegiatan biologis sulit diharapkan jika tanah mengandung Ca dibawah kadar tertentu (Backman, 1982).

2. Efek kapur terhadap tanaman

Pada tanaman calsium dijumpai pada setiap sel-selnya. Kebanyakan unsur ini dijumpai pada tanaman sebagai Calsium pektat (Ca-pektat), pada dinding sel batang dan daun. Sehingga calsium akan memperkuat bagian-bagian ini. Calsium sangat melekat pada dinding sel sehingga calsium ini tidak dapat dipindahkan dari sel-sel tua untuk membentuk sel-sel

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

baru (Nyakpa, 1988). Selain calsium berpengaruh baik pada pertumbuhan ujung akar dan bulu-bulu akar. Dalam hal ini apabila zat ini ditiadakan maka pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar akan terhambat/terhenti sedang bagian-bagian lain yang telah terbentuk akan mati dan berwarna coklat kemerah-merahan (Sutejo, 1992).

Tanaman yang kekurangan calsium tumbuh kerdil karena sel-selnya yang baru kecil-kecil dan jumlahnya sedikit, mempunyai batang yang lemah karena dinding selnya tipis, tidak setebal dinding sel normal. Hal ini berkaitan dengan fungsi fisiologis calsium dalam tanaman. Secara khusus peranan fisiologis calsium pada tanaman belum jelas. Secara klasik diperkirakan bahwa calsium diperlukan pada pembentukan lamella tengah dinding sel karena perannya dalam sintesis Ca-pektat. Beberapa bukti menyatakan bahwa calsium memainkan peran yang essensial pada membran sel atau berperan penting dalam mengatur permeabilitas membran (Nyakpa, 1988).

C. Pupuk Kandang

1. Jenis Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan pupuk yang berasal dari kotoran hewan ternak, baik padat maupun cair biasanya tercampur dengan sisa-sisa bahan makanan. Oleh karena itu pupuk kandang merupakan salah satu jenis pupuk alami (Anonim, 1992), kebanyakan berasal

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dari kuda, sapi, kerbau, babi, ayam atau domba yang biasanya telah bercampur dengan yang mula-mula dipergunakan sebagai tempat tidurnya , begitu pula dengan sisa makanan dan air kencingnya (Syarif, 1989).

Seperti hanya dengan bahan organik, sejumlah tertentu dari unsur hara yang terdapat dalam makanan ternak dijumpai kembali dalam ekskremen mereka (Suharno, 1991). Pupuk kandang dapat dibagi dalam dua bentuk. Bentuk yang pertama ialah sebagai bahan padat (feces) dan bentuk kedua adalah bahan cair (urine) (Syarif, 1991). Adalah penting untuk mengetahui jenis atau macamnya pupuk kandang. Sebab pemakaian pupuk atau perlakuan-perlakuan yang harus dilakukan sebelum pupuk dipakai agar bermanfaat sebagai cara untuk mengembalikan unsur hara yang telah terangkut atau meninggalkannya tersedianya unsur-unsur hara di dalam tanah guna keperluan pertumbuhan tanaman (Sutejo, 1992).

Dari kondisi pupuk kandang itu sendiri kita dapat membedakan :

a. *Pupuk kandang segar*, biasanya merupakan kotoran-kotoran hewan yang baru diturunkan oleh hewannya yang kadang-kadang tercampur pula oleh urine dan sisa-sisa makanan di kandang.

b. *Pupuk kandang busuk*, biasanya merupakan pupuk kandang seperti di atas yang telah disimpan atau

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

digundukkan pada suatu tempat sehingga telah mengalami pembusukan (Sutejo, 1992).

Metode pemberian pupuk kandang macam-macam, langsung tebar, dibenamkan atau diolah dulu. Pupuk kandang yang baru diangkat dari kandang biasanya temperaturnya tinggi (panas), oleh sebab itu tidak boleh langsung dibenamkan ke dalam tanah dekat penanaman. Biasanya sebelum dipakai terlebih dahulu disimpan (didinginkan) satu - dua minggu. Lebih baik kalau dikeringkan dahulu sebelum dipergunakan (Syarif, 1989).

Pupuk kandang, dalam pemakaiannya yang telah busuk akan lebih cepat melapuk dalam tanah sehingga waktu pemakaiannya dapat dibedakan dengan pemakaian pupuk kandang yang masih segar, karena pupuk kandang yang masih segar masih panas dan masih harus mengalami pelapukan beberapa waktu (Sutejo, 1992).

2. Kandungan Unsur Hara Pada Pupuk Kandang

Pupuk kandang mengandung berbagai unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Diantaranya yang sangat menonjol adalah Natrium, Phosfor dan Kalium (Suriyatno, 1988). Menurut Van Dijk (1992), kadar rata-rata unsur hara pada ternak di Indonesia terutama pada pupuk kandang yang matang adalah tidak lebih dari: 0,3% N; 0,1% P ; 0,3% K. Sedangkan menurut Tisdale dan Nelson (1955) dalam Sutejo, 1992 menyatakan bahwa pupuk kandang itu biasanya

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

terdiri dari campuran 0,5% N; 0,25% P_2O_5 dan 0,2% K_2O. Yang selanjutnya mereka mengemukakan daftar sebagai berikut:

Tabel 01: Komposisi unsur hara macam-macam pupuk kandang (Tisdale dan Nelson, 1965)

Jenis Pupuk	Wujud Bahan (%)	H_2O (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Pupuk Kuda	Padat 30	75	0,55	0,30	0,40
	Cair 20	90	1,35	-	1,25
	Total -	78	0,70	0,25	0,55
Pupuk Sapi	Padat 70	85	0,40	0,20	0,10
	Cair 30	92	1,00	0,20	1,35
	Total -	86	0,60	0,12	0,45
Pupuk Kambing	Padat 67	60	0,75	0,50	0,45
	Cair 37	85	1,35	0,50	2,10
	Total -	69	0,95	0,35	1,00
Pupuk Babi	Padat 60	80	0,55	0,50	0,45
	Cair 40	97	0,40	0,10	0,45
	Total -	87	0,50	0,35	0,40
Pupuk Ayam	Total -	55	1,00	0,80	0,40

Berdasarkan tabel di atas dikemukakan bahwa pupuk kandang terdiri dari bahan-bahan padat (feces, tinja) dan bahan cair (urine, air kencing) (Sutejo, 1992). Masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan sendiri. Untuk mempertahankan bahan organik bentuk yang sudah padat lebih baik, sedang untuk menyumbangkan unsur hara bentuk cair atau lembek lebih bagus (Indranada, 1986). Dalam bahan ini terkandung zat N yang banyaknya sangat tergantung pada mudah atau sukarnya makanan dalam

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

perut hewan dicernakan, zat N ini adalah dalam bentuk zat putih telur. Jadi jika makan yang diberikan pada hewan itu banyak mengandung zat putih telur maka pada urine (bahan cair) akan banyak terkandung zat N. Selain zat N pada bahan cair banyak terkandung zat K, sedangkan pada bahan padat prosentase zat P lebih banyak. Bahan padat dan cair dalam kandang dapat menyatu sehingga pupuk kandang mengandung zat-zat N, P dan K walaupun kandungan-kandungan zat tersebut tidak dalam keadaan seimbang. Biasanya kandungan N lebih tinggi (Sutejo, 1992).

Dari kandungan unsur-unsur yang ada susunan pupuk kandang banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain:

a. Makanan hewan yang bersangkutan
b. Fungsi hewan tersebut, sebagai pembantu pekerjaan atau untuk keperluan dagingnya atau hasil yang lain
c. Jenis hewan
d. Banyak dan jenis bahan yang dipergunakan sebagai alas kandang yang tercampur dengan pupuk itu (Syarif, 1989).

3. Macam-macam Pupuk Kandang

Macam pupuk kandang dapat dibedakan menurut hewan yang memproduksinya adalah sebagai berikut:

a. Pupuk Sapi

Pupuk sapi merupakan pupuk padat yang banyak

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

mengandung lendir. Bagi pupuk padat yang keadaannya demikian bila terpengaruh udara maka akan cepat terjadi pengerasan sehingga keadaannya menjadi keras selanjutnya air tanah dan udara yang akan melapukkan pupuk itu menjadi sukar menembus ke dalamnya. Dalam keadaan demikian peranan jasad renik untuk mengubah bahan-bahan yang terkandung dalam pupuk menjadi zat-zat hara yang tersedia dalam tanah untuk mencukupi keperluan pertumbuhan tanaman mengalami hambatan. Perubahan langsung secara perlahan-lahan dan perubahan ini kurang sekali terbentuk panas. Keadaan demikian mencirikan bahwa pupuk sapi adalah pupuk dingin.

b. Pupuk Kambing

Kadar N pupuk kambing cukup tinggi. Kadar airnya lebih rendah dari kadar air pupuk sapi. Keadaan demikian merangsang jasad renik melakukan perubahan-perubahan aktif, sehingga perubahan-perubahan ini berlangsung pula pembentukan panas.

c. Pupuk Kuda

Pupuk kuda termasuk pupuk panas. Dengan demikian berlangsungnya perubahan-perubahan akan sangat cepat mengingat susunan kimiawi dan keadaan fisisnya, dimana pupuk kuda bahan cairnya banyak mengandung senyawa N yang memungkinkan bakteri-bakteri berkembang dengan aktif.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Terbentuk NH_3 yang cukup banyak di kandang hewan ini dapat dijadikan sebagai bukti.

d. Pupuk Babi

Hewan babi biasanya diberi makanan yang mudah dicerna sehingga kurang menghasilkan pupuk. Apabila dapat dikumpulkan merupakan pupuk dingin karena perubahan-perubahan berlangsung secara perlahan-lahan.

Kandungan zat/unsur dalam pupuk babi ternyata lebih banyak asam fosfat dan asam belerangnya dibanding pupuk kandang yang lain. Sedangkan kandungan zat kapur ternyata rendah (Sutejo, 1992).

Pupuk dingin - perubahan berlangsung perlahan-lahan - banyak dimanfaatkan pada tanah-tanah yang bertekstur ringan, bakteri atau jasad reniknya yang intensif dapat berperan mempercepat terwujudnya perubahan itu atau tersedianya unsur hara dalam tanah bagi kepentingan tanaman. Sebaliknya pupuk panas - berlangsung cepat - dimanfaatkan pada tanah-tanah yang bertekstur berat. Selain sifat fisik tanah dapat diperbaiki, juga mudah hilangnya unsur-unsur hara sebagai hasil penguraian akan cepat dicegah (Sutejo, 1992).

4. Nilai Pupuk Kandang

Pupuk kandang dapat dikatakan selain mengandung unsur-unsur makro (N, P, K dan sebagainya) juga

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

mengandung unsur-unsur mikro (Mg, Cu, sejumlah kecil Mn, Bo dan lain-lain) yang semuanya membentuk pupuk, menyediakan unsur-unsur atau zat makanan bagi kepentingan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sutejo, 1992).

Pupuk kandang mempunyai sifat yang lebih baik dibanding pupuk alam yang lain maupun pupuk buatan. Sebagai persediaan zat makanan di dalam tanah ternyata pupuk kandang ini mempunyai pengaruh secara bertahap akan bebas. Tetapi secara bertahap pula akan tersedia kembali bagi tanaman. Dengan pemberian secara teratur ke dalam tanah, maka daya menghasilkan tanah tersebut dalam jangka waktu yang lama akan tetap baik. Hal ini disebabkan karena di dalam tanah telah terbentuk sejumlah unsur hara/zat-zat makanan yang essensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditanam di tanah tersebut (Sutejo, 1992).

Pupuk kandang di dalam tanah mempunyai pengaruh yang baik terhadap sifat fisis tanah. Penguraian-penguraian yang terjadi mempertinggi kadar bunga tanah (humus) (Sutejo, 1992). Humus merupakan zat organis yang terdapat di dalam tanah yang terjadi karena proses pemecahan sisa-sisa tanaman dan hewan yang terdiri zat organik yang sedang mengalami pelapukan. Zat organis peralihan yang masih ada dan sedang mengalami pemecahan yang tidak dapat dipecah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

lagi menjadi susunan yang lebih sederhana. Keseluruhannya berangsur-angsur berubah menjadi hitam, seragam dan membentuk amorf. Humus ini menjaga dan mempertahankan struktur tanah. Oleh karena itu tanah mudah diolah dan terisi banyak oksigen (Syarif, 1989).

Pupuk kandang dianggap sebagai pupuk lengkap karena selain menimbulkan tersedianya unsur-unsur hara bagi tanaman juga mengembangkan kehidupan jasad renik di dalam tanah. Jasad renik ini sangat penting bagi kesuburan tanah. Serasah dan sisa-sisa tanaman dapat diubahnya menjadi humus, senyawa-senyawa tertentu disintesanya menjadi bahan-bahan yang berguna bagi tanaman (Sutejo, 1992).

Pupuk kandang yang diberikan secara teratur ke dalam tanah, kenyataannya setelah membentuk humus dapat meningkatkan daya penahanan air. Sehingga tanah akan lebih mampu menahan banyak air sehingga membentuk air tanah yang bermanfaat, karena akan mempermudah akar-akar tanaman menyerap zat-zat makanan bagi pertumbuhan dan perkembangannya (Sutejo, 1992).

D. Dinding Sel Tanaman

Tumbuhan tersusun atas sejumlah sel yang jumlahnya terus meningkat, yang jumlah batas tertingginya ditentukan oleh ukuran tumbuhan itu ketika mencapai kedewasaan (Lovelles, 1991). Semua sel-sel

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

berkembang melalui pembelahan. Sel-sel muda di daerah pertumbuhan semuanya mempunyai ukuran relatif kecil. Ketika menjadi dewasa ukuran dan bentuknya mengalami perubahan sesuai dengan fungsi fisiologisnya. Karena sudah ada pada tahap paling awal perkembangan sel, maka dinding sel bersama-sama dengan protoplas ikut serta dalam pertumbuhan sel (Fahn, 1982).

Sel-sel dewasa pada tumbuhan berbeda satu dengan yang lain dalam ukuran, bentuk, struktur dan fungsinya (Lovelles, 1991). Sel tumbuhan mempunyai sifat yang khas yaitu adanya membran sel yang merupakan bagian bukan protoplas. Nama membran sel atau yang sekarang lazim dipakai para ahli botani **"cell wall"** atau **"dinding sel"** berasal dari bahasa Jerman **cell membrane** (Kartosapoetra, 1987).

1. Struktur dan Fungsi Dinding Sel

Dinding sel menentukan bentuk sel serta tekstur jaringan, berfungsi sebagai penguat dan melindungi protoplas. Dinding sel pada tumbuhan mempunyai tebal yang bermacam-macam tergantung umur dan tipe sel. Pada umumnya sel muda berdinding tipis dan sel dewasa berdinding tebal (Sumardi, 1992).

Dinding sel mempunyai struktur yang kompleks dan berdasarkan perkembangan serta strukturnya dibedakan menjadi 3 bagian pokok, yaitu:

- Lamela tengah atau lapisan antar sel atau substansi antar sel

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

- Dinding primer
- Dinding sekunder

(Fahn, 1982).

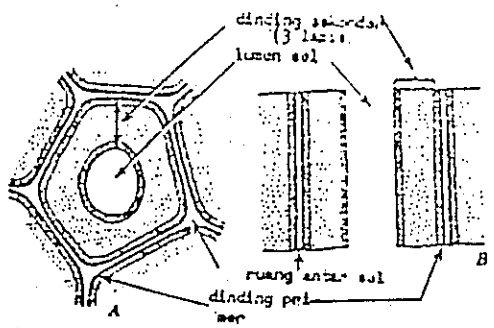
Lamela tengah, terdapat diantara 2 sel yang berdekatan. Terutama tersusun dari air dan pektin. Zat pektin ini memungkinkan gerakan-gerakan antar sel dan penyesuaian yang diperlukan sebelum sel-sel mencapai ukuran dan bentuk dewasa. Pada jaringan yang berkayu lamela tengah mengandung lignin. Lamela tengah sebagian besar terdiri dari air dan mempunyai sifat lentur (Sumardi, 1992).

Dinding primer, merupakan dinding pertama yang dibentuk oleh sel baru. Mengandung selulosa, hemiselulosa dan pektin (Sumardi, 1992). Dalam banyak sel, dinding primer inilah satu-satunya dinding sel, karena lamela tengah dianggap sebagai substansi antar sel dan tidak sebagai dinding sejati. Dinding primer ini merupakan bagian dari dinding sel yang berkembang dalam sel atau bagian-bagian sel yang masih tumbuh. Dinding ini aktif secara optik (anisotropik) (Fahn, 1982).

Dinding sekunder, dibentuk di sebelah dalam permukaan dinding primer. Dinding sekunder terutama terdiri dari selulosa atau campuran selulosa dengan hemiselulosa. Kemungkinan dinding sekunder juga terdiri dari lignin atau zat lain.Dinding sekunder dapat terdiri atas 2 lapisan atau lebih. Di dalam

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dinding sekunder sebagian besar trakheid dan sel serat (serabut) terdiri dari 3 lapisan, yaitu : lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan dalam (Sumardi, 1992).



Gb.01 A. Penampang lintang sel dengan 3 lapisan dinding sekunder
B. Penampang bujur sel (Sumardi, 1992)

Fungsi utama dinding sekunder adalah sebagai penguat. Sel yang mempunyai dinding sekunder, volumenya tidak dapat bertambah bersama dengan permukaan atau tidak dapat bersifat embrional kembali. Sel-sel yang mempunyai dinding sekunder pada waktu dewasa bersifat mati. Pada sel yang mempunyai dinding sekunder tebal, lamela tengah dan dinding primer tidak dapat diidentifikasikan secara terpisah dengan menggunakan mikroskop cahaya biasa. Ketiga lapisan, yaitu lamela tengah, dinding primer dan dinding sekunder tampak sebagai satu lapisan (Sumardi, 1992).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2. Susunan Kimia Dinding Sel

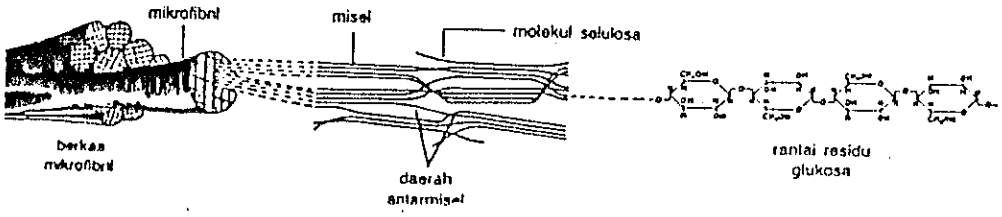
Pada sel-sel yang masih aktif/hidup membrannya mengandung air. Karena itu membran sel nampaknya akan melembung. Membran pada sel yang telah dewasa umumnya tidak terdiri dari satu macam zat melainkan sudah terbentuk dari beberapa macam zat organik dan anorganik (Kartosapoetra, 1987).

Komponen utama penyusun semua dinding sel adalah selulosa, sebuah molekul tunggal yang terdiri atas unit-unit rantai glukosa yang panjang lurus tak bercabang dengan ujung-ujung yang saling berhubungan. Setiap molekul seperti itu mengandung glukosa yang tidak terbatas (Lovelles, 1991). Selulosa biasanya terdapat bersama substansi lain, seperti lignin. Misalnya pada jaringan kayu. Komponen lainnya adalah hemiselulosa dan senyawa pektin. Pada dinding sel juga sering dijumpai senyawa berlemak, seperti kutin, suberin dan lilin. Senyawa ini umumnya terdapat pada bagian permukaan tubuh tanaman. Selain itu pada dinding sel juga terdapat senyawa organik yang lain serta substansi mineral, tetapi jarang merupakan bagian yang penting dari sel (Sumardi, 1992)

Beratus-ratus molekul seperti rantai terjalin dalam benang-benang lebih besar yang disebut **mikrofibril**. Rantai-rantai selulosa pada beberapa tempat tersusun sejajar satu sama lain, daerah ini

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

disebut **misel (kristalin)**. Di tempat lain rantai tidak teratur susunannya membentuk daerah kristalin (antar misel). Mikrofibril menyusun suatu berkas yang lebih besar lagi membentuk jaringan tiga dimensi yang merupakan kerangka struktur dinding sel (Sumardi, 1992).



Gb. 02. Hubungan antara molekul selulosa yang menyerupai benang dan mikrofibril yang membentuk kerangka dinding sel (Lovelles,1991)

3. **Penebalan Dinding Sel**

Pada dasarnya pertumbuhan dinding sel meliputi 2 proses, yaitu pertumbuhan pada area permukaan dan pertumbuhan menebal. Ada 2 pendapat mengenai perkembangan dinding sel dalam penebalannya, yaitu secara **intussussepsi** dan **aposisi** (Sumardi, 1992).

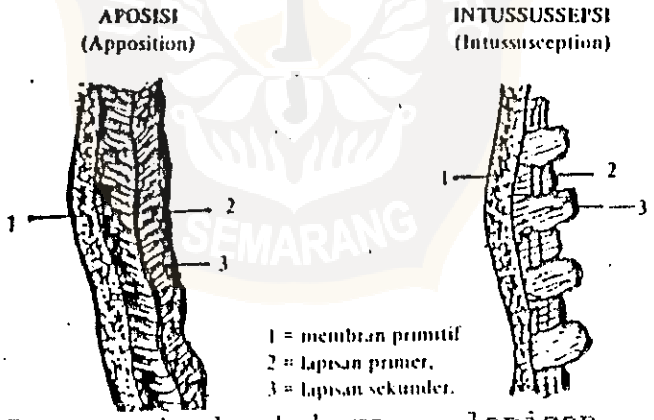
Intussussepsi, merupakan cara pembentukan lapisan pada dinding sel yang tidak dilekatkan pada dinding atau membran lama melainkan dengan cara persiapan diantara penebalan-penebalan yang telah terbentuk (Kartasapoetra, 1987) atau mikrofibril yang baru diletakkan diantara mikrofibril yang lama (Sumardi, 1992).

Aposisi, adalah cara terbentuknya lapisan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

penebalan yang baru yang selanjutnya melekat pada dinding sel yang lama yang telah dibentuk pada lapisan penebalan yang lama (Kartasapoetra, 1987) atau dapat dikatakan mikrofibril yang baru diletakkan di atas mikrofibril yang lama selapis demi selapis. Cara ini ditunjukkan pada penambahan lamela-lamela pada dinding sekunder (Sumardi, 1992).

Dinding sel tidak hanya menebal tetapi juga memperluas permukaan. Pertumbuhan meluas dari dinding merupakan proses yang rumit yang tidak dapat diterangkan secara jelas. Pertumbuhan meluas pada permukaan terjadi pada sel yang sedang bertambah ukurannya. Sel tersebut mempunyai dinding primer yang mengandung lignin dan selulosa yang relafif sedikit (Sumardi, 1992).



Gb. 03. Cara terbentuknya lapisan penebalan (Kartosapoetro, 1981)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)