

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Berdasarkan data (USDA, 2012) tanaman padi dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida– Monocotyledons
Subkelas	: Commelinidae
Ordo	: Cyperales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Oryza</i> L.
Spesies	: <i>Oryza sativa</i> L.

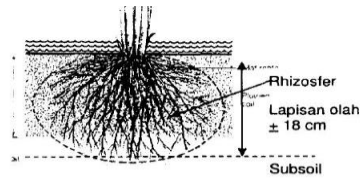
2.2 Morfologi Padi (*Oryza sativa* L.)

Morfologi tanaman padi sangat berpengaruh terhadap hasil produktivitas. Tanaman padi merupakan tanaman yang tergolong rumput-rumputan, tanaman terdiri atas: akar, daun, tajuk, batang, bunga, malai dan gabah.

Akar

Akar tanaman padi memiliki sistem perakaran serabut. Ada dua macam akar yaitu: akar seminal dan akar adventif sekunder. Akar seminal yaitu akar primer (radikula) yang tumbuh sewaktu berkecambah bersama akar-akar lain yang muncul dekat bagian buku skutellum yang jumlahnya 1-7, lebih jelas tampak pada (Gambar 2.1). Akar-akar seminal selanjutnya akan digantikan oleh akar-akar sekunder yang

tumbuh dari buku terbawah batang. Akar-akar ini disebut adventif atau akar-akar buku karena tumbuh dari bagian tanaman yang bukan embrio atau karena munculnya bukan dari akar yang telah tumbuh sebelumnya. (Chang and Bardenas, 1965)dalam Makarim, 2009).



Gambar 2. 1 Perkembangan Akar Tanaman

Daun dan Tajuk

Daun terdiri dari helai daun yang terbentuk memanjang seperti pita dan pelepah daun yang menyelubungi batang. Menurut Nurcahyani, (2010) pada perbatasan antara helai daun dan upih terdapat lidah daun. Panjang dan lebar dari helai daun tergantung kepada varietas padi yang ditanam dan letaknya pada batang. Daun ketiga dari atas biasanya merupakan daun terpanjang. Daun bendera mempunyai panjang daun terpendek dengan lebar daun yang terbesar. Tajuk merupakan kumpulan daun yang tersusun rapi dengan bentuk, orientasi, dan besar (dalam jumlah dan bobot) nya tertentu antar varietas padi sangat beragam. Tajuk menangkap radiasi surya untuk fotosintesis (Sutoro dan Makarim, 1997).



Gambar 2.2 Daun Padi

Batang

Batang terdiri atas beberapa ruas yang dibatasi oleh buku, dan tunas (anakan) tumbuh pada buku. Jumlah buku sama dengan jumlah daun ditambah dua yakni satu buku untuk tumbuhnya koleoptil dan yang satu lagi buku terakhir yang menjadi dasar malai dan lebih jelas. Ruas yang terpanjang adalah ruas yang teratas dan panjangnya berangsur menurun sampai ke ruas yang terbawah dekat permukaan tanah. Batang berfungsi sebagai penopang tanaman, penyalur senyawa senyawa kimia dan air dalam tanaman, dan sebagai cadangan makanan (De Datta dan Yoshida, 1981).



Gambar 2.3 Batang Padi

Bunga dan Malai

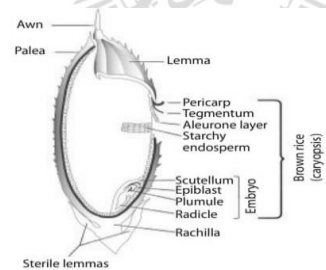
Bunga padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan *spikelet* bunga pada malai terletak pada cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan sekunder. Pada hakekatnya bunga terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palae, putik dan benang sari (Siregar, 1981 *dalam* Makarim, 2009). Malai terdiri dari 8–10 buku yang menghasilkan cabang–cabang primer selanjutnya menghasilkan cabang sekunder. Dari buku pangkal malai pada umumnya akan muncul hanya satu cabang primer, tetapi dalam keadaan tertentu buku tersebut dapat menghasilkan 2-3 cabang primer (Yoshida, 1981 *dalam* Makarim, 2009).



Gambar 2.4 Malai Padi

Gabah

Gabah merupakan *ovary* yang sudah masak, bersatu dengan *palea*. Buah ini adalah hasil penyerbukan dan pembuahan yang mempunyai bagian-bagian seperti embrio (lembaga), *endosperm*, dan buah padi terdiri dari bagian luar yang disebut sekam dan bagian dalam biji yang sering disebut beras adalah kariopsis, terdiri dari lembaga (embrio) dan endosperm. Endosperm diselimuti oleh lapisan *aleurone*, *tegmen*, dan *perikarp* (Soemartono, 1980 yang dikutip oleh Ridwansyah, 2009) (Gambar 2.5). Bentuk gabah panjang ramping dan warna gabah kuning bersih. Gabah yang sudah dibersihkan kulitnya disebut dengan beras (Mubarq, 2013).



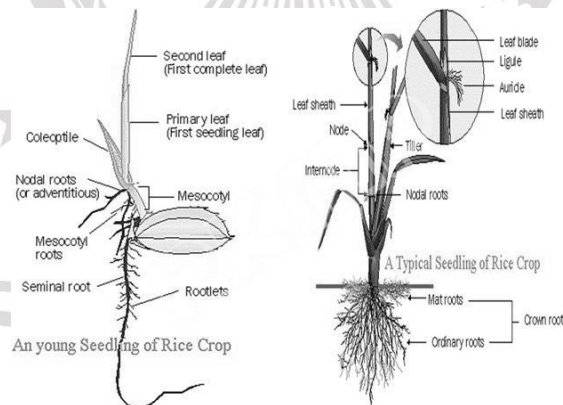
Gambar 2.5 Anatomi Gabah (Soemartono, 1980)

2.3 Anatomi Jaringan Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman penghasil pangan utama di Asia. Padi tergolong tanaman C3 dan toleran terhadap kondisi pengairan. Padi bisa ditanam pada kondisi tanah darat (tegal) dan tanah tergenang (sawah) (Siregar, 1981 yang dikutip oleh Hutomo, 2011). Padi merupakan tanaman semusim yang

termasuk golongan rumput-rumputan. Spesies *Oryza sativa* dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu padi kering karena padi yang tumbuh di lahan kering (tanah daratan) dengan curah hujan yang mencukupi kebutuhan tanaman sedangkan padi sawah karena padi yang memerlukan air menggenang dalam pertumbuhan serta perkembangannya (Soemartono, 1980 yang dikutip oleh Ridwansyah, 2009).

Morfologi tanaman padi dikelompokkan dalam dua bagian yaitu bagian vegetatif yang terdiri atas akar, batang, dan daun serta bagian generatif yang terdiri dari malai, bunga, dan buah padi. Akar tanaman padi tergolong akar serabut. Akar yang tumbuh dari kecambah disebut akar utama atau radikula, sedangkan akar yang tumbuh dari dekat buku-buku disebut akar seminal (Gambar 2.6). Akar padi tidak memiliki pertumbuhan sekunder sehingga tidak banyak mengalami perubahan. Akar tanaman padi berfungsi untuk menopang batang, menyerap nutrisi, air, dan untuk pernapasan.

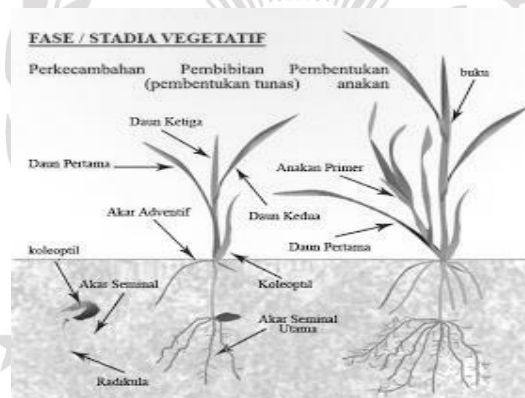


Gambar 2.6 Anatomi Tanaman Padi (Manurung dan Ismunadji, 1988)

Tanaman padi tergolong dalam *graminae* yang ditandai dengan batang yang tersusun dari beberapa ruas. Ruas-ruas itu merupakan bubung kosong. Pada kedua ujung bubung ditutup oleh buku. Panjang ruas tidak sama ukurannya, semakin ke

atas ukuran ruas semakin panjang. Beberapa jenis padi mempunyai ruas yang bergaris-garis merah dan membentang dari buku ke buku dan letaknya sejajar (Soemartono, 1997 yang dikutip oleh Ridwansyah, 2009).

Daun padi tumbuh di buku-buku tersusun berselingan, pada setiap buku tumbuh satu daun terdiri dari pelepah daun, helai daun, telinga daun, dan lidah daun. (Gambar 2.7). Daun bendera adalah daun yang paling atas dan memiliki ukuran daun terpendek. Daun keempat dari daun bendera merupakan daun terpanjang (Siregar, 1981 yang dikutip oleh Hutomo, 2011). Malai terdiri dari 8–10 buku yang menghasilkan cabang primer, dari cabang primer akan muncul cabang-cabang sekunder. Ibu tangkai bunga bercabang-cabang dan masing-masing cabang mendukung susunan bunga seperti bulir (Manurung dan Ismunadji, 1988).

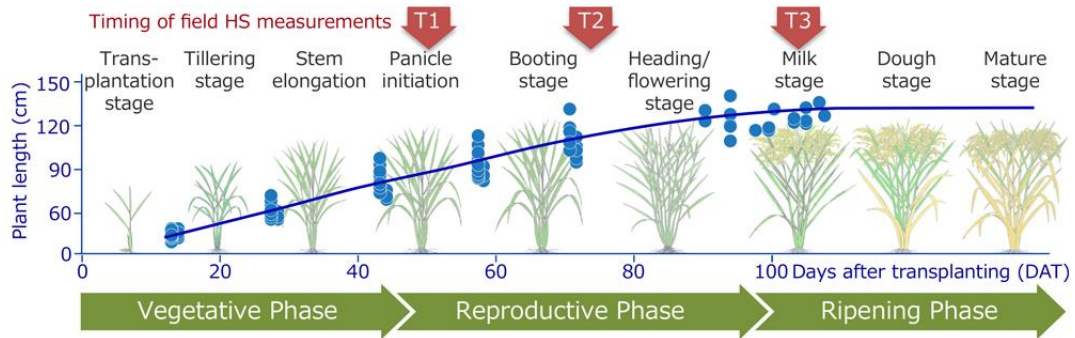


Gambar 2.7 Fase Vegetatif Tanaman Padi (Hutomo, 2011)

2.4 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

Pertumbuhan adalah proses penambahan volume secara *irreversible*. Menurut Syafriyyin (2013), klasifikasi pemetaan fase pertumbuhan padi dibagi menjadi 9 kelas berdasarkan standar tahap pertumbuhan padi yang dibuat oleh *International Rice Research Institute* (IRRI). Dari setiap fase tumbuh dibagi

menjadi 3 *stage* yaitu vegetatif (*seedling, tillering, stem elongation*), reproduktif (*panicle initiation to booting, heading, flowering*), *ripening* (*milk grain, dough grain, mature grain*) (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi

Fase pertumbuhan (vegetatif) adalah awal pertumbuhan tanaman, mulai dari perkecambahan benih sampai primordia (pembentukan malai). Fase vegetatif padi terbagi dalam tiga tahap, yaitu:

2.4.1. Tahap Perkecambahan benih (*germination*)

Pada fase ini benih akan menyerap air dari lingkungan (karena perbedaan kadar air antara benih dan lingkungan), masa dormansi akan pecah ditandai dengan kemunculan radícula dan plumule. Tahap perkecambahan benih berakhir sampai daun pertama muncul dan berlangsung 3-5 hari (Makarim dan Suhartatik, 2010).

2.4.2. Tahap Pertunasan (*seedling stage*)

Tahap pertunasan dimulai saat benih berkecambah hingga menjelang anakan pertama muncul saat persemaian, dimulai dari munculnya akar seminal hingga kemunculan akar sekunder (*adventitious*) membentuk sistem perakaran serabut permanen dengan cepat menggantikan radícula dan akar seminal sementara. Tunas terus tumbuh dan dua daun lagi terbentuk. Daun terus berkembang dengan kecepatan 1 daun setiap 3-4 hari selama tahap awal pertumbuhan sampai

terbentuknya 5 daun sempurna yang menandai akhir fase ini (Makarim dan Suhartatik, 2010).

2.4.3. Tahap Pembentukan Anakan (*tillering stage*)

Tanaman mulai membentuk anakan bersamaan dengan tunas berkembang baru. Anakan muncul dari tunas aksial (*axillary*). Makarim (2010), menyatakan bibit ini menunjukkan posisi dari dua anakan pertama yang mengapit batang utama dan daunnya. Setelah tumbuh (*emerging*), anakan pertama memunculkan anakan sekunder, demikian hingga anakan maksimal, dua tahapan penting yaitu pembentukan anakan aktif kemudian disusul dengan perpanjangan batang.

2.5 Definisi Cekaman dan Cekaman Kekeringan

Kekeringan merupakan keadaan kekurangan pasokan air pada suatu daerah dalam masa yang panjang. Kondisi ini disebabkan oleh rendahnya curah hujan secara terus-menerus, atau tanpa hujan dalam periode yang panjang. Cekaman kekeringan terjadi karena cadangan air tanah habis akibat penguapan (evaporasi), transpirasi, atau penggunaan lain oleh manusia secara terus menerus. Perubahan iklim menjadi salah satu penyebab terjadinya kekeringan yang dapat mengurangi hasil dan kualitas hasil padi yang rentan kekurangan air (Tao *et al.* 2006).

Kekeringan diawali dengan berkurangnya jumlah curah hujan di bawah normal pada satu musim. Kejadian ini adalah indikasi pertama terjadinya kekeringan yang disebut kekeringan meteorologis. Selanjutnya adalah berkurangnya pasokan air permukaan dan air tanah, yang disebut kekeringan hidrologis. Kekeringan hidrologis menyebabkan kandungan air tanah berkurang sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Kondisi ini disebut

kekeringan pertanian, kekeringan yang terjadi di lahan pertanian terutama budidaya tanaman padi. Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air tidak memenuhi kebutuhan tanaman dan evapotranspirasi yang berlebihan atau kombinasi keduanya.

Air merupakan faktor penting dalam sistem budidaya padi. Tingginya kebutuhan air tanaman padi ini sering dihadapkan pada permasalahan kekeringan akibat faktor iklim dan persaingan penggunaan air antarsektor (Bouman *et al.* 2007). Kekeringan berdampak serius terhadap pertumbuhan tanaman padi, terutama pada fase generatif yang dapat mengurangi hasil padi dan kualitas gabah (Akram *et al.* 2013). Tingkat intensitas kekeringan pada tanaman dibagi menjadi empat, yaitu: (1) ringan, apabila tingkat kerusakan $< 25\%$; (2) sedang, apabila tingkat kerusakan $\geq 25-50\%$, (3) berat, apabila tingkat kerusakan $\geq 50-85\%$, dan (4) puso, apabila tingkat kerusakan $\geq 85\%$. Tulisan ini membahas mekanisme terjadinya kekeringan, respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan, dan varietas toleran (Tao *et al.* 2006).

2.6 Reaksi Fisiologi Tanaman Pada Cekaman Kekeringan

Faktor lingkungan dalam hal ini kekeringan pada tanaman merupakan masalah utama bagi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman khususnya pada perkecambahan benih. Kekeringan dapat memberikan pengaruh yang cukup berarti dan dampaknya bisa menjadi permanen apabila tidak diatasi dengan segera. Kekurangan air secara internal pada tanaman berakibat langsung pada penurunan pembelahan dan pembesaran sel. Pada tahap pertumbuhan vegetatif, air digunakan oleh tanaman untuk pembelahan dan pembesaran sel yang terwujud dalam

pertambahan tinggi tanaman, pembesaran diameter, perbanyak daun, dan pertumbuhan akar. Keadaan cekaman air menyebabkan penurunan turgor pada sel tanaman dan berakibat pada menurunnya proses fisiologi. Secara fisiologis, tanaman-tanaman yang tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan akan mengurangi jumlah stomata sehingga menurunkan laju kehilangan air yang diikuti dengan penutupan stomata dan menurunnya serapan CO₂ bersih pada daun. Hal tersebut menyebabkan menurunnya laju fotosintesis serta fotosintat yang dihasilkannya. Upaya dalam mengatasi ketersediaan air dan antisipasi terhadap musim kering yang berkepanjangan pada lahan-lahan yang bermasalah dengan ketersediaan air, memerlukan pengelolaan air yang baik. Dengan demikian diperlukan suatu teknik budidaya yang tepat guna, efisien dan efektif, sehingga masalah ketersediaan air dan ancaman kekeringan dapat teratasi dengan baik tanpa harus memberikan input atau investasi yang besar. Perkecambahan merupakan proses perubahan morfologis, seperti penonjolan akar lembaga (radikula). Sedangkan secara teknis perkecambahan.

2.7 Peran N (Nitrogen) Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Nitrogen adalah unsur yang paling berlimpah di atmosfer, namun demikian N merupakan unsur hara yang paling sering efisien pada tanah-tanah pertanian. Hal ini muncul karena N adalah unsur hara yang dibutuhkan paling besar jumlahnya dalam pertumbuhan tanaman. Fungsi hara N sangat penting terutama pada pembentukan senyawa-senyawa protein dalam tanaman. Dengan demikian dinamika hara N sangat penting untuk dipelajari (Ibrahim dan Kasno, 2008).

Menurut Winarso (2003) sebagian besar N di dalam tanah dalam bentuk senyawa organik tanah dan tidak tersedia bagi tanaman. Fiksasi N organik ini sekitar 95% dari total N yang ada di dalam tanah. Nitrogen dapat diserap tanaman dalam bentuk ion NO_3^- dan NH_4^+ . Pada umumnya kemampuan tanah menyediakan unsur hara, dapat mencerminkan tingkat kesuburan tanah dan berkorelasi positif dengan hasil tanaman yang diusahakan. Di lain pihak tingkat kesuburan tanah berkorelasi negatif dengan kebutuhan pupuk atau dapat diartikan semakin tinggi tingkat kesuburan tanah, maka makin rendah penggunaan pupuk buatan dan tidak perlu ditambahkan (Suyanto dan Arifin, 2002). Tetapi jika jumlah unsur hara tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman setelah melalui analisis tanah maka perlu ditambahkan nutrisi yang ditambahkan dalam bentuk pupuk. Salisbury dan Ross (1995), mengemukakan bahwa tanaman yang kekurangan nitrogen akan menunjukkan gejala defisiensi, yakni daun mengalami klorosis seperti warna keunguan pada batang, tangkai daun, permukaan bawah daun, sedangkan tanaman yang terlalu banyak mengandung nitrogen biasanya pertumbuhan daun lebat dan sistem perakaran yang kerdil sehingga rasio tajuk dan akar tinggi, akibatnya pembentukan bunga atau buah akan lambat, kualitas buah menurun, dan pemasakan buah terhambat. Selain itu kelebihan unsur nitrogen akan memperpanjang masa pertumbuhan vegetatif, melemahkan batang, dan mengurangi daya tahan tanaman terhadap penyakit (Foth, 1998).

2.8 Peran Nitrogen terhadap Tanaman Padi

Nitrogen merupakan unsur pokok pembentuk protein dan penyusun utama protoplasma, kloroplas dan enzim. Dalam kegiatan sehari-hari peran nitrogen berhubungan dengan aktivitas fotosintesis, sehingga secara langsung atau tidak nitrogen sangat penting dalam proses metabolisme dan respirasi (Yoshida, 1981). Pembentukan anakan, tinggi tanaman, luas daun dan jumlah gabah dipengaruhi oleh ketersediaan N (Ismunadji dan Dijkshoorn, 1971). Pada saat ini sangat jarang dijumpai tanah yang tidak membutuhkan tambahan nitrogen untuk menghasilkan produksi padi yang tinggi (Fagi, 2002). Penggunaan pupuk N, P dan K di Indonesia sejak tahun 1970-an meningkat seiring dengan diperkenalkannya padi varietas unggul modern yang berasal dari *International Rice Research Institute* (IRRI). Pupuk N dipergunakan rata rata antara 90-120 Kg N/ha (Abdulrachman, 2009). Berdasarkan anjuran rekomendasi Pemerintah pupuk nitrogen yang dibutuhkan untuk tanaman padi yaitu 115-138 Kg N/ha akan meningkatkan penghasilan bobot gabah kering panen rata rata 5-6 ton/ha (Dinas Pertanian Jawa Tengah, 2007). Sedangkan menurut Widiyawati (2014), pengaruh pemberian dosis pemupukan nitrogen dengan 70 Kg N/ha terhadap bobot gabah kering panen akan menghasilkan 4,09 ton/ha.

2.9 Mineralisasi N (Nitrogen) dari Bahan Organik yang Dikomposkan

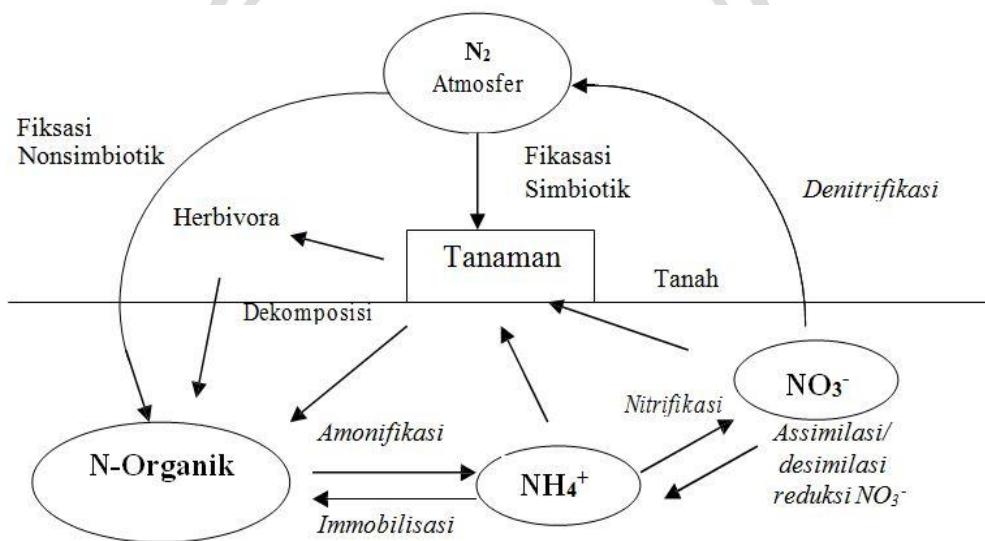
Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari bahan-bahan yang terdapat di dalam tanah, seperti serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus yang

terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia. Bahan organik memiliki kemampuan mengikat dan menahan ion-ion hara serta mengatur pelepasannya, selain itu berperan dalam penggabungan partikel-partikel tanah ke dalam bentuk agregat yang lebih stabil, sehingga aliran air dan sirkulasi udara dapat berjalan dengan baik serta kemampuan tanah menahan air akan meningkat (Kononova, 1966).

Menurut Havlin, dkk., (1999, dalam Noor, 2008), pemberian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P, karena bahan organik didalam tanah berperan dalam pembentukan kompleks organofosfat yang mudah diasimilasi oleh tanaman, penggantian anion. Peran bahan organik terhadap ketersediaan hara dalam tanah tidak terlepas dengan proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi akan dilepas mineral-mineral hara tanaman dengan lengkap (N, P, K, Ca, Mg dan S, serta hara mikro) dalam jumlah tidak tentu dan relatif kecil. Hara N, P dan S merupakan hara yang relatif lebih banyak untuk dilepas dan dapat digunakan tanaman. Pupuk kandang sebagai salah satu sumber nitrogen (protein) pertama-tama akan mengalami peruraian menjadi asam-asam amino yang dikenal dengan proses aminisasi, yang selanjutnya oleh sejumlah besar mikrobia heterotrofik mengurai menjadi Amonium yang dikenal sebagai proses amonifikasi. Amonifikasi ini dapat berlangsung hampir pada setiap keadaan, sehingga Amonium dapat merupakan bentuk nitrogen anorganik (mineral) yang utama dalam tanah (Tisdale dan Nelson, 1966).

Amonium yang dihasilkan dapat secara langsung diserap dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya, atau oleh bakteri untuk segera dioksidasi menjadi

nitrat yang disebut dengan proses nitrifikasi. Nitrifikasi adalah proses bertahap yaitu proses nitritasi yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* dengan menghasilkan nitrit, yang segera diikuti oleh proses oksidasi berikutnya menjadi nitrat yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* yang disebut dengan nitratasi. Nitrat merupakan hasil proses mineralisasi yang banyak disukai atau diserap oleh sebagian besar tanaman budidaya (Hakim, dkk., 1986). Berikut ini gambar siklus Nitrogen:



Gambar. 2.9. Siklus Nitrogen (Hakim, 1986)