

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) dalam sistematika tumbuh-tumbuhan adalah sebagai berikut: Kingdom *Plantae*, Divisio *Spermatophyta*, Class *Monocotyledonae*, Ordo *Poales*, Family *Poaceae*, Genus *Zea*, Species *Zea mays* L.

Jagung merupakan tanaman semusim (*annual*). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80 - 150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Susunan morfologi tanaman jagung terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah ([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Perakaran tanaman jagung terdiri dari 4 macam akar, yaitu akar utama, akar cabang, akar lateral, dan akar rambut. Sistem perakaran tersebut berfungsi sebagai alat untuk mengisap air serta garam-garam mineral yang terdapat dalam tanah, mengeluarkan zat organik serta senyawa yang tidak diperlukan dan alat pernapasan. Akar jagung termasuk dalam akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m meskipun sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Pada tanaman yang cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman ([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Batang jagung tegak dan mudah terlihat sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gadum. Batang tanaman jagung beruas-ruas dengan jumlah ruas bervariasi antara 10 - 40 ruas. Tanaman jagung umumnya tidak

bercabang. Panjang batang jagung umumnya berkisar antara 60 - 300 cm, tergantung tipe jagung. Batang jagung cukup kokoh, namun tidak banyak mengandung lignin (Rukmana, 1997).

Daun jagung adalah daun sempurna. Bentuknya memanjang, antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun. Permukaan daun ada yang licin dan ada pula yang berambut. Setiap stomata dikelilingi oleh sel-sel epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun ([http:// repository.usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013)

Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (*diklin*) dalam satu tanaman (*monoecious*). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku *Poaceae*, yang disebut *floret*. Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (*inflorescence*). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol yang tumbuh di antara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga ([http:// repository.usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Biji-biji jagung tertempel kuat pada suatu proses yang disebut dengan 'tongkol' dan tidak seluruhnya tertutup oleh daun pelindung bunga atau sekam-sekam sebagaimana kebanyakan famili padi-padian. Seluruh tongkol terbungkus, seringkali sangat rapat oleh pelepah-pelepah daun yang berbuah dan sering disebut

dengan kelobot. Hal tersebut menghasilkan suatu pelindung alami tongkol yang sedang masak terhadap berbagai macam hama di lapangan (Fischer dan Palmer, 1992) dalam (Yuningsih, 2002).

Suhu yang dikehendaki tanaman jagung adalah antara 21°C - 30°C. Akan tetapi, untuk pertumbuhan yang baik bagi tanaman jagung khususnya jagung hibrida, suhu optimum adalah 23°C - 27°C. Suhu yang terlalu tinggi dan kelembaban yang rendah dapat mengganggu proses persarian. Jagung hibrida memerlukan air yang cukup untuk pertumbuhan, terutama saat berbunga dan pengisian biji. Curah hujan normal untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah sekitar 250 mm/tahun sampai 2.000 mm/tahun ([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim subtropis/tropis yang basah. Jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0° - 50° LU hingga 0° - 40° LS. Jagung bisa ditanam di daerah dataran rendah sampai di daerah pegunungan yang memiliki ketinggian tempat antara 1.000 - 1.800 meter dari permukaan laut. Jagung yang ditanam di dataran rendah di bawah 800 meter dari permukaan laut dapat berproduksi dengan baik ([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Pada fase pembungaan dan pengisian biji, tanaman jagung perlu mendapatkan cukup air. Pertumbuhan tanaman jagung sangat membutuhkan sinar matahari. Tanaman jagung yang ternaungi, pertumbuhannya akan terhambat dan memberikan hasil biji yang kurang baik bahkan tidak dapat membentuk buah

([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043/5/ Chapter%20II. pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Tanaman jagung membutuhkan penyinaran matahari penuh, sehingga tempat penanamannya harus terbuka. Sinar matahari merupakan sumber energi dan sangat membantu dalam proses asimilasi daun. Pada proses asimilasi tersebut sinar matahari berperan pada proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan akan diedarkan ke seluruh bagian tanaman. Air dapat menyediakan zat hara dari dalam tanah ke daerah perakaran tanaman, tanah yang kaya hara dan humus sangat cocok untuk tanaman jagung (Adinata, 2004).

Menurut Syafruddin, dkk. (2006) tanaman jagung membutuhkan paling kurang 13 unsur hara yang diserap melalui tanah. Hara N, P, dan K diperlukan dalam jumlah lebih banyak dan sering kekurangan, sehingga disebut hara primer. Hara Ca, Mg, dan S diperlukan dalam jumlah sedang dan disebut hara sekunder. Hara primer dan sekunder lazim disebut hara makro. Hara Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit, disebut hara mikro. Unsur C, H, dan O diperoleh dari air dan udara. Beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara dalam tanah untuk dapat diserap tanaman antara lain adalah total pasokan hara, kelembaban tanah dan aerasi, suhu tanah, dan sifat fisik maupun kimia tanah. Keseluruhan faktor ini berlaku umum untuk setiap unsur hara.

B. Nitrogen

Tanah merupakan medium tumbuh tanaman, mempunyai daya dukung bervariasi terhadap tanaman yang tumbuh di atasnya. Agar tanaman mampu tumbuh baik, unsur hara perlu ditambahkan ke dalam tanah. Unsur hara yang sering ditambahkan ke dalam tanah antara lain nitrogen, fosfor, dan kalium dalam keadaan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Buckman dan Brady, 1989).

Pemberian unsur hara tanah bertujuan untuk menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil bagi tanaman (Sarief, 1986 dalam Yuningsih, 2002). Menurut Muhali (1977) dalam (Yuningsih, 2002) tujuan pemupukan selain untuk mengembalikan kesuburan tanah yang mengalami penurunan, juga untuk mencapai produksi yang optimal. Penurunan kesuburan tanah dapat terjadi disebabkan antara lain karena penyerapan unsur hara oleh tanaman dan erosi. Pupuk merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting selain lahan, tenaga kerja dan modal. Pemupukan berimbang memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan hasil tanaman jagung. Anjuran (rekomendasi) pemupukan harus dibuat lebih rasional dan berimbang berdasarkan kemampuan tanah menyediakan hara dan kebutuhan tanaman akan unsur hara, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk dan produksi, tanpa merusak lingkungan akibat pemupukan yang berlebihan (Widowati dan Setyorini, 2008).

Nitrogen adalah unsur hara utama dalam penyediaan nutrisi tanaman, dan merupakan komponen utama dalam klorofil, protoplasma dan protein. Nitrogen berperan dalam banyak proses fisiologi, terutama fase pertumbuhan vegetatif dan

memberikan warna hijau daun, akan tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pembuahan bahkan mengundang hama dan penyakit (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf>, diakses 13 Mei 2013).

Nitrogen tersedia dalam jumlah yang cukup besar dan terdapat dalam bentuk-bentuk terkombinasi secara kimia dalam tanah, formasi-formasi geologi, dan sedimen lautan (Engelstad, 1985). Senyawa-senyawa nitrogen dapat berupa organik maupun anorganik. Menurut Yuwono, dkk. (1999) beberapa nitrogen seperti: dinitrogen elemental (N_2) berbentuk gas, tetapi senyawa-senyawa yang paling penting dalam pertanian adalah nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Nitrogen merupakan senyawa utama sebagai penyusun klorofil, asam nukleat, protoplasma, dan senyawa organik lain (Sutejo, 1987 dalam Yuningsih, 2002). Dengan demikian jika unsur nitrogen tersedia lebih banyak dari unsur lainnya, dapat dihasilkan protein lebih banyak dan daun tumbuh lebih lebat (Sarief, 1986 dalam Yuningsih, 2002).

Marschner (1986) dalam Rohaedi (2009) menjelaskan bahwa nitrat dan amonium akan dirangkaikan ke dalam bentuk senyawa organik di dalam akar, sementara nitrat bergerak bebas di dalam *xylem* dan juga disimpan di dalam *vacuola* jaringan akar, ranting dan organ penyimpan makanan cadangan. Marschner (1986) dalam Rohaedi (2009) mengatakan bahwa nitrogen adalah faktor pembatas dalam semua bentuk proses produksi bahan pangan. Nitrogen tanah merupakan determinan penting bagi produktifitas, dan keragaman tanaman. Dikarenakan perubahan-perubahan bentuk yang dialaminya, nitrogen banyak

menarik perhatian pakar kimia, dan sering disebut sebagai unsur yang eksklusif serta unik (<http://www.werc.usage.gov>).

Interaksi antara berbagai nitrogen dalam tanah, tanaman, hewan dan kandungan nitrogen di atmosfer akan berpengaruh kepada status nitrogen di alam. Berdasarkan hal inilah di dalam tanah transformasi nitrogen berpengaruh kepada statusnya. Di dalam tanah nitrogen berada dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman karena terimmobilisasi dalam biomassa organik organisme dalam tanah, atau terfiksasi di permukaan situs mineral lempung dan pupuk. Nitrogen dalam tanah dapat tersedia bagi tanaman jika unsur tersebut berada dalam bentuk ion yang larut dalam sistem larutan tanah. Secara garis besar status nitrogen di alam dipengaruhi oleh imbalan antara proses perolehan dan kehilangan dalam tanah. Perolehan nitrogen organik dapat berasal dari proses pemupukan bahan organik (pupuk kandang, kompos maupun pupuk hijau), sedangkan bentuk nitrogen anorganik diperoleh tanah dari proses fiksasi atmosferik dan biologi serta pelarutan hujan gas nitrogen dan upaya pemupukan unsur nitrogen. Kehilangan nitrogen air dalam tanah dapat terjadi lewat proses pemanenan, denitrifikasi, volatilisasi, aliran lintas permukaan, erosi serta pelindian (*leaching*) yang menyebabkan nitrogen nitrat keluar dari rizosfer perakaran (Rohaedi, 2009).

Kimball (1991) dalam Rohaedi (2009) mengatakan bahwa semua makhluk hidup memerlukan atom nitrogen untuk pembentukan protein dan berbagai molekul organik esensial lainnya. Udara, yang berisi 79% nitrogen, berfungsi sebagai sumber bahan ini. Walaupun ukuran sediaan nitrogen itu besar, sering kali ini merupakan unsur pembatas bagi makhluk hidup. Hal ini karena kebanyakan

organisme tidak dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk unsur, yaitu sebagai gas N_2 . Agar tumbuhan dapat membuat protein, tumbuhan harus memperoleh nitrogen dalam bentuk terfiksasi yaitu tergabung dalam senyawa-senyawa. Bentuk yang paling umum digunakan adalah sebagai ion nitrat (NO_3^-). Meskipun demikian, substansi lain seperti ammonia, NH_3 dan $CO(NH_2)_2$ (urea) digunakan secara berhasil baik dalam sistem alam maupun sebagai pupuk dalam pertanian.

Tisdale, dkk. (1985) dalam Rohaedi (2009) menyatakan bahwa nitrogen yang berada dalam tanah dapat dikelompokkan menjadi bentuk senyawa organik dan anorganik, sementara 95% lebih nitrogen di tanah permukaan berada dalam bentuk nitrogen organik. Bentuk nitrogen anorganik dalam tanah antara lain amonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), oksida nitrogen (N_2O), oksida nitrit (NO) dan nitrogen elemental (N_2). Dari sudut kesuburan tanah, ion amonium, nitrit dan nitrat bersifat lebih penting, sedangkan N_2O dan NO lebih banyak dipandang dari sisi negatif, yaitu proses kehilangan nitrogen dari dalam tanah lewat proses denitrifikasi. Hesse (1971) dalam Rohaedi (2009) menyatakan bahwa sebagian besar bentuk nitrogen anorganik dalam tanah biasanya berada di dekat permukaan, dan bentuk nitrogen anorganik tersebut termasuk nitrat yang larut dalam larutan tanah, mudah diserap dan mudah terlindi, sementara ion amonium berada dalam bentuk yang mudah dipertukarkan dan bentuk amonium terfiksasi yang tidak tersedia bagi tanaman.

Ketersediaan unsur hara merupakan syarat mutlak untuk memperoleh hasil yang maksimum dalam produksi tanaman. Salah satu unsur hara penting yang ketersediaannya harus dalam keadaan cukup adalah nitrogen. Bentuk nitrogen

yang tersedia (dapat langsung diserap tanaman) pada lahan tergenang dan lahan kering berbeda, ketersediaan N pada lahan tergenang lebih tinggi, sedangkan pada lahan kering lebih rendah. Tanaman palawija sebagian besar menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat atau NO_3^- (Yuwono, dkk., 1999).

Wahid (2003) mengatakan bahwa kerusakan lingkungan akibat pemupukan N yang berlebihan disebabkan adanya emisi gas N_2O pada proses amonifikasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Emisi gas N_2O dipengaruhi oleh takaran pupuk N yang diberikan; makin tinggi takaran N, makin besar emisi gas N_2O . Lebih lanjut dinyatakan bahwa emisi gas N_2O berkaitan erat dengan bentuk pupuk N. Urea tablet memberikan emisi gas N_2O terendah, dan tertinggi pada pupuk urea butiran. Makin efisien penggunaan pupuk N, makin rendah tingkat emisi gas N_2O . Lebih lanjut dikatakan bahwa pemberian pupuk N yang berlebihan pada tanaman dapat meningkatkan kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit, memperpanjang umur tanaman, dan menyebabkan kerebahan.

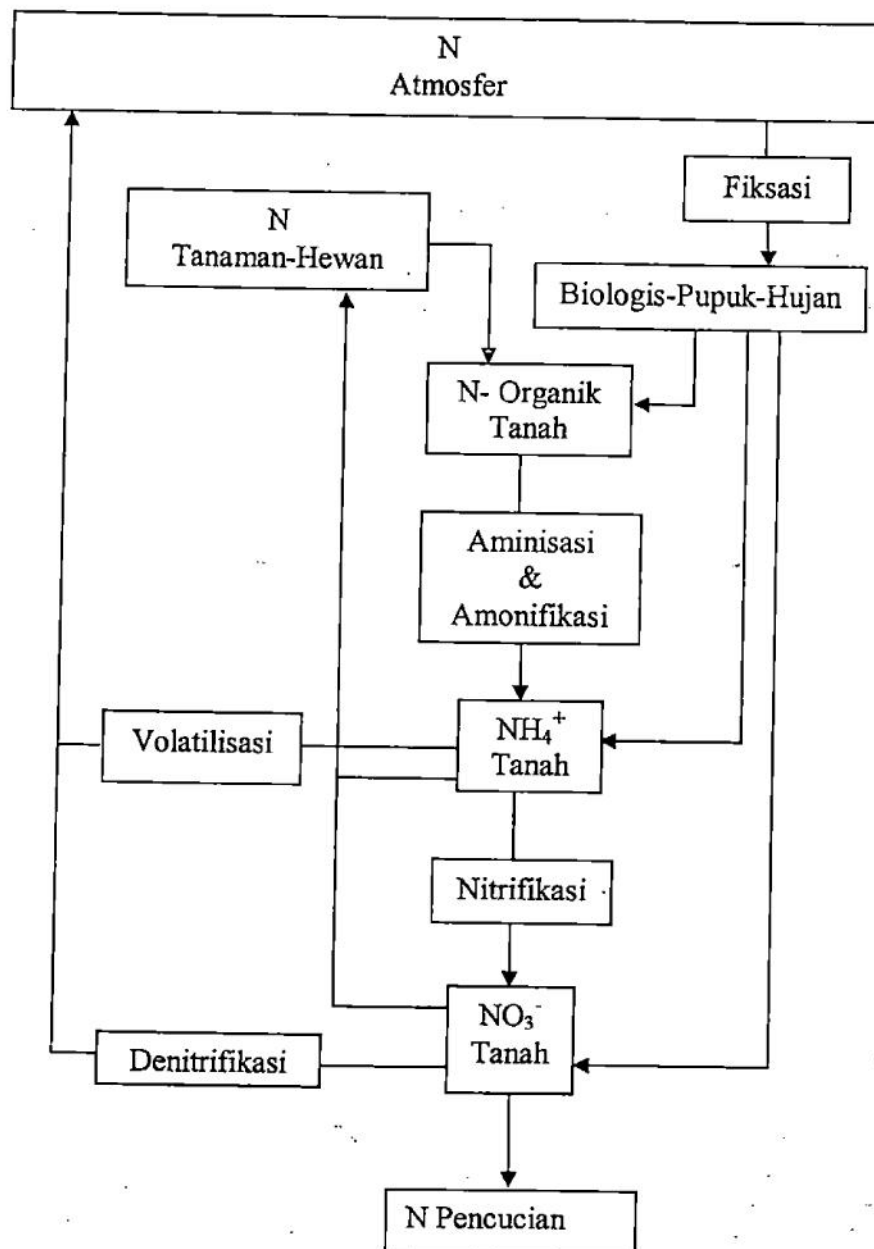
Tanaman yang kurang memperoleh nitrogen akan tumbuh kerdil dan sistem perakarannya terbatas. Daun menjadi kuning atau hijau kekuningan dan cenderung cepat rontok (*senesens*) (Soepardi, 1983).

Nitrogen diserap oleh tanaman sebagai NO_3^- dan NH_4^+ kemudian dimasukkan ke dalam semua asam amino dan protein. Ada juga bentuk pokok nitrogen dalam tanah mineral, yaitu nitrogen organik, bergabung dengan humus tanah ; nitrogen amonium dapat diikat oleh mineral lempung tertentu, dan amonium anorganik dapat larut dan senyawa nitrat. Nitrogen yang tersedia tidak dapat langsung digunakan, tetapi harus mengalami berbagai proses terlebih dahulu.

Pada tanah yang immobilitasnya rendah, nitrogen yang ditambahkan akan bereaksi dengan pH tanah yang mempengaruhi proses nitrogen. Begitu pula dengan proses denitrifikasi yang pada proses ini ketersediaan nitrogen tergantung dari mikroba tanah yang pada umumnya lebih menyukai senyawa dalam bentuk ion amonium daripada ion nitrat ([http:// repository. usu.ac.id/ bitstream/ 123456789/ 23043 /5/Chapter%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Masuknya nitrogen ke dalam biosfer terutama disebabkan oleh kegiatan jasad mikro penambat nitrogen, baik yang hidup bebas maupun bersimbiosis dengan tanaman. Dalam bersimbiosis dengan tanaman nitrogen yang diikat digunakan dalam pembentukan asam amino dan protein oleh tanaman inang. Bila tanaman atau jasad mikro bebas penambat nitrogen mati, bakteri pembusuk melepaskan asam amino dari protein dan bakteri amonifikasi kemudian melepaskan ammonium dari grup amino, yang selanjutnya dilarutkan dalam larutan tanah. Ammonium atau setelah diubah menjadi nitrit kemudian nitrat oleh bakteri nitrifikasi dapat diserap tanaman (Wallace dan Nicholas, 1969) dalam Soepardi, (1983).

Indranada (1986) menyatakan bahwa sumber nitrogen terbesar bagi tanaman berasal dari N atmosfer. Hampir semua pupuk nitrogen di dunia diproduksi dari ammonia (NH_3), yang dapat diperoleh dari reaksi Haber-Bosch $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$. Dengan cara demikian, N atmosfer dapat difiksasi dan dijadikan pupuk. Secara umum, perubahan dan pergerakan nitrogen dapat diskemakan sebagai berikut (gambar 1):



Gambar 1. Perubahan dan Pergerakan Nitrogen (Indranada, 1986)

Gambar 1 dapat dilihat bahwa sumber nitrogen terbesar bagi tanaman adalah dari N atmosfer. Namun, agar tanaman dapat menyerap nitrogen tersebut maka harus ada proses fiksasi nitrogen terlebih dahulu. Indranada (1986)

menyatakan bahwa fiksasi biologis terbagi menjadi fiksasi nitrogen simbiotik dan asimbiotik. Suatu bakteri yang menggantungkan nutrisinya pada legum (kacang-kacangan) dapat mengubah unsur N_2 menjadi tersedia bagi tanaman induk.

Bakteri-bakteri tertentu seperti *Azotobacter*, *Clostridium*, dan *Rhodospirillum* pada fiksasi nitrogen asimbiotik, dapat memanfaatkan unsur N_2 juga tanpa adanya suatu ketergantungan pada suatu tanaman induk. Fiksasi N lainnya terjadi di atmosfer sendiri dan nitrogen masuk ke dalam tanah bersama-sama dengan air hujan. Peningkatan muatan listrik di atmosfer (kilat) mengakibatkan N_2 unsur berubah menjadi NO dan NO_2 dan masuk ke dalam tanah sebagai HNO_3 .

Oleh sebab itu, Indranada (1986) lebih lanjut mengatakan bahwa N_2 di atmosfer dapat masuk ke dalam tanah melalui fiksasi N di pabrik yang kemudian diberikan ke dalam tanah dalam bentuk pupuk oleh bakteri-bakteri atau terbawa oleh air hujan. Nitrogen dari air hujan kira-kira 4-8 kg N/hektar/tahun, sedangkan nitrogen dari fiksasi biologis tergantung sekali pada jumlah dan aktifitas bakteri itu sendiri di dalam tanah.

Nitrogen organik (hasil fiksasi N biologis, bahan tanaman, dan kotoran hewan) yang ditanamkan ke dalam tanah merupakan N organik tanah yang bentuk kimianya tidak dapat diserap begitu saja oleh tanaman. Ia perlu mengalami mineralisasi nitrogen dahulu, yang terdiri dari aminisasi (protein menjadi $R-NH_2$), amonifikasi ($R-NH_2$ menjadi NH_4^+), dan nitrifikasi (NH_4^+ menjadi NO_3^-). Dalam bentuk NO_3^- , nitrogen mudah keluar dari daerah parakaran. Nitrogen mudah tercuci, karena besar muatan listrik positif tanah biasanya sangat kecil. Nitrogen

dalam bentuk NO_3^- juga dapat tereduksi secara mikrobiologis menjadi NO , N_2O , atau N_2 (*denitrifikasi*) yang menguap. Nitrogen lainnya yang bisa hilang melalui penguapan berbentuk NH_3 . Senyawa gas ini dihasilkan dari NH_4^+ dalam sebuah proses yang disebut *volatilisasi* (Indranada, 1986).

Jumlah NH_4^+ dan NO_3^- di dalam tanah dapat bertambah akibat dari pemupukan N, fiksasi N biologis, hujan, dan penambahan bahan organik. Sedangkan berkurangnya jumlah NH_4^+ dan NO_3^- disebabkan oleh pencucian, pemanenan, *denitrifikasi*, dan *volatilisasi*. Air sangat berperan sekali dalam dinamika nitrogen tanah. Apabila kadar air optimum, semua proses biologis-pengambilan nitrogen, pertumbuhan tanaman, serta meneralisasi nitrogen akan berlangsung pada laju yang maksimum tergantung pada suhu tanah. Bila kadar air terbatas, proses-proses biologis ini akan berjalan lambat sekali. Jika kadar air berlebihan, nitrogen akan hilang melalui pencucian dan pengeringan terjadi secara bergantian. Namun jika kadar air terlalu besar, oksigen tanah menjadi terbatas dan laju denitrifikasi meningkat (Indranada, 1986).

Di kebanyakan daerah tropika, nitrogen anorganik (NH_4^+ dan NO_3^-) tanah berfluktuasi mengikuti suatu pola tertentu. Pada musim kemarau jumlah NO_3^- di bagian tanah atas meningkat secara perlahan-lahan. Pada permulaan musim hujan, nitrogen anorganik melonjak seblentar dan selanjutnya menurun secara cepat sepanjang sisa musim hujan tersebut. Besar fluktuasi musiman dari nitrogen anorganik ini berkorelasi dengan intensitas dan frekuensi hujan.

Kekahatan atau defisiensi nitrogen menyebabkan proses pembelahan sel terhambat dan akibatnya pertumbuhan terhambat. Selain itu, kekahatan senyawa

protein menyebabkan kenaikan nisbah C/N, dan kelebihan karbohidrat ini akan meningkatkan kandungan selulosa dan lignin. Hal ini menyebabkan tanaman jagung yang kahat nitrogen tampak kecil, kering, tidak sukulen, dan sudut terhadap batang sangat runcing. Urea termasuk pupuk nitrogen yang higroskopis (mudah menarik uap air). Pada kelembaban 73%, pupuk ini sudah mampu menarik uap air dan udara. Oleh karena itu, urea mudah larut dan mudah diserap oleh tanaman. Urea mudah larut dalam air dan jika diberikan ke tanah maka mudah berubah menjadi amoniak dan karbondioksida. Pemberian urea pada tanah bisa dilakukan 2-3 kali lebih efisien dengan dosis yang tidak terlalu tinggi karena jika demikian akan mengakibatkan daun akan terbakar ([http:// repository. usu.ac.id /bitstream/ 123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23043/5/Chapter%20II.pdf), diakses 13 Mei 2013).

Menurut Engelstad (1985) dalam Yuningsih (2002) sebagian besar akar tanaman dalam tanah menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat. Tujuan utama dari pemberian pupuk nitrogen pada tanaman adalah untuk meningkatkan hasil bahan kering. Masukan nitrogen yang cukup penting adalah untuk hasil optimum dan berkaitan dengan pertumbuhan vegetatif yang lebat dan berwarna hijau.

Pupuk nitrogen yang paling umum adalah urea dan ammonium sulfat atau ZA. Dari kedua jenis pupuk tersebut, urea adalah pupuk yang paling banyak dipakai. Selain karena kadar nitrogennya yang tinggi, urea juga memiliki harga yang relatif murah dan banyak teredia di pasaran. Bila diberikan ke dalam tanah yang lembab, urea segera terhidrolisis dengan enzim urease menjadi ammonium karbonat hanya dalam waktu 2 sampai dengan 3 hari.

Menurut Indranada (1986) sebelum terjadi hidrolisis, mobilitas urea sama dengan nitrat dan dapat tercuci ke bawah daerah perakaran dengan adanya air hujan dan struktur tanah yang memungkinkan. Pada tanah yang diberi pupuk nitrogen secara intensif, pH dan kejenuhan basanya cenderung menurun, terutama bila yang digunakan adalah ammonium sulfat. Pemasaman tanah yang terlalu tinggi akan mengakibatkan mineral lempung hancur, sehingga aluminium yang larut bertambah dan ini bersifat toksik bagi tanaman.

Tanaman jagung mempunyai dua tahap pertumbuhan sepanjang hidupnya, yaitu pertumbuhan vegetatif dan generatif. Tanaman jagung pada fase vegetatif lebih membutuhkan nitrogen (N), unsur tersebut dibutuhkan tanaman karena untuk pembentukan bagian vegetatifnya, terutama pada batang, akar dan daun. Sedangkan unsur nitrogen pada masa pertumbuhan generatifnya diperlukan untuk pembentukan tongkol. Usaha yang dilakukan untuk memperoleh pertumbuhan dan hasil jagung yang baik, maka perlu dilakukan pemupukan yang tepat (Lingga dan Marsono, 2000) dalam Yuningsih (2002).

Untuk memperoleh hasil jagung yang baik, unsur hara nitrogen dalam tanah harus cukup tersedia pada masa pertumbuhan tersebut (Sutoro dkk.1988 dalam Yuningsih, 2002). Di antara tiga unsur yang biasanya diberikan sebagai pupuk seperti kalium, fosfor, dan nitrogen, maka nitrogenlah yang paling berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan memberikan warna hijau pada daun. Pemberian nitrogen menyebabkan sukulensi, yaitu suatu kualitas yang sangat diinginkan pada tanaman sayuran (Rossell, 1949 dan Prianishnikov, 1950 dalam Soepardi, 1988). Sarief (1986) dalam Yuningsih (2002) menyatakan bahwa

nitrogen diperlukan bagi pembentukan bagian vegetatif tanaman seperti batang, daun, dan akar. Sedangkan menurut Meyer dan Andersen (1952) dalam Hilman, dkk. (1988) bahwa nitrogen diperlukan bagi pembentukan klorofil yang terdapat dalam sel, sehingga mempengaruhi pembentukan karbohidrat.

Pupuk yang rasional dan berimbang dapat tercapai apabila takaran pupuk memperhatikan status hara serta kebutuhan tanaman untuk mencapai hasil yang optimal (Balai Penelitian Tanah, 2008). Pupuk N memegang peran sangat penting dalam peningkatan produksi jagung. Penggunaan pupuk yang berlebihan, selain akan memperbesar biaya produksi juga akan merusak lingkungan akibat adanya emisi gas N_2O pada proses amonifikasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi (Wahid, 2003).

Upaya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N dapat dilakukan dengan, (1) menanam varietas jagung unggul yang respon terhadap pemberian N, dan (2) memperbaiki teknik budidaya tanaman yang mencakup jarak tanam, teknik pemberian air, takaran pupuk N, waktu pemberian dan sumber N.

Dengan cara ini pertumbuhan tanaman jagung dapat dipertahankan pada kecukupan hara N, namun tidak berlebih. Cara ini merupakan alternatif meningkatkan efisiensi pupuk N dengan pemantauan warna daun menggunakan BWD. Pemupukan N secara tugal berdasarkan BWD dilakukan pada saat fase tanaman V8 – V9 dan pengelolaan hara spesifik lokasi menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk N untuk tanaman jagung adalah 150 – 225 kg N/hektar (Suwardi dan Efendi, 2009).

Menurut Rukmana (1997) bahwa pupuk nitrogen yang dapat diberikan pada tanaman jagung sekitar 200-300 kg/hektar dan diberikan 3 kali. Pemberian nitrogen yaitu 1/3 bagian pada saat tanam, 1/3 bagian pada saat tanaman berumur 30 hari, dan 1/3 bagian pada saat tanaman berumur 45 hari. Pemberian pupuk nitrogen dengan frekuensi yang berbeda tersebut bertujuan untuk mensuplai kebutuhan hara nitrogen pada fase vegetatif tanaman jagung (Adinata, 2004).

Hasil penelitian Departemen Pertanian (1992) dalam Rukmana (1997) menunjukkan bahwa pemupukan tanaman jagung dengan pupuk urea 200-300 kg/hektar, TSP plus Zn 100-125 kg/hektar, KCl 75-100 kg/hektar yang dilakukan di 27 lokasi memberikan produksi rata-rata 4,6 ton pipilan kering/hektar. Hasil penelitian Basa (1986) dalam Yuningsih (2002) pupuk nitrogen yang diberikan pada tanaman jagung dengan dosis 45 kg N/hektar berat biji kering yang dihasilkan adalah 2,55 ton/hektar. Apabila takaran pupuk nitrogen dinaikkan menjadi 68 kg N/hektar maka berat biji kering meningkat sebesar 9%. Hasil penelitian Kusworo (1983) dalam Yuningsih (2002) tanaman jagung yang dipupuk N 150 kg/hektar hasil yang didapatkan sebesar 5,98 ton pipilan kering/hektar. Apabila takaran pupuk nitrogen dinaikkan menjadi 225 kg N/hektar hasilnya akan meningkat menjadi 6,59 ton pipilan kering/hektar, sedangkan takaran pupuk nitrogen dinaikkan menjadi 300 kg N/hektar maka hasilnya akan meningkat menjadi 6,72 ton pipilan kering/hektar.

Metode yang dapat menduga tingkat kecukupan dan kebutuhan hara N sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N. Tingkat kecukupan (*sufficiency*) atau kekurangan (*deficiency*) hara N pada tanaman jagung

antara lain ditetapkan berdasarkan analisis tanah dan jaringan tanaman (Fox, dkk. 1998) dalam Syafruddin, dkk. (2006) serta kandungan klorofil daun (Peterson, dkk. 1996) dalam Syafruddin, dkk. (2006).

Pengukuran klorofil daun adalah salah satu alternatif untuk mengetahui kecukupan hara N pada tanaman. Klorofil berkorelasi positif dengan kadar N daun jagung (Argenta, dkk. 2004) dalam Efendi, dkk. (2011). Pengukuran klorofil dapat dilakukan dengan menggunakan klorofil meter dengan SPAD (*Soil Plant Analisis Development*) 502. SPAD 502 merupakan alat digital yang secara cepat dapat mengukur jumlah relatif klorofil daun di lapang tanpa melakukan pengambilan bagian tanaman dan hasil pengukuran klorofil meter daun berkorelasi sangat nyata dengan pengukuran klorofil secara destruktif (Argenta, dkk. 2004) dalam Efendi, dkk. (2011). Namun alat tersebut cukup mahal bagi petani. Salah satu alternatif metode pendugaan kecukupan hara dengan biaya murah dan mudah diterapkan petani adalah menggunakan bagan warna daun (BWD). Metode BWD telah diterapkan dalam pengelolaan pemupukan N pada padi dan pada gandum dan hasilnya cukup baik (Efendi, dkk. 2011). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai BWD berkorelasi positif sangat nyata dengan nilai klorofil meter daun (Syafruddin, dkk. 2006; Efendi dan Saenong (2009).

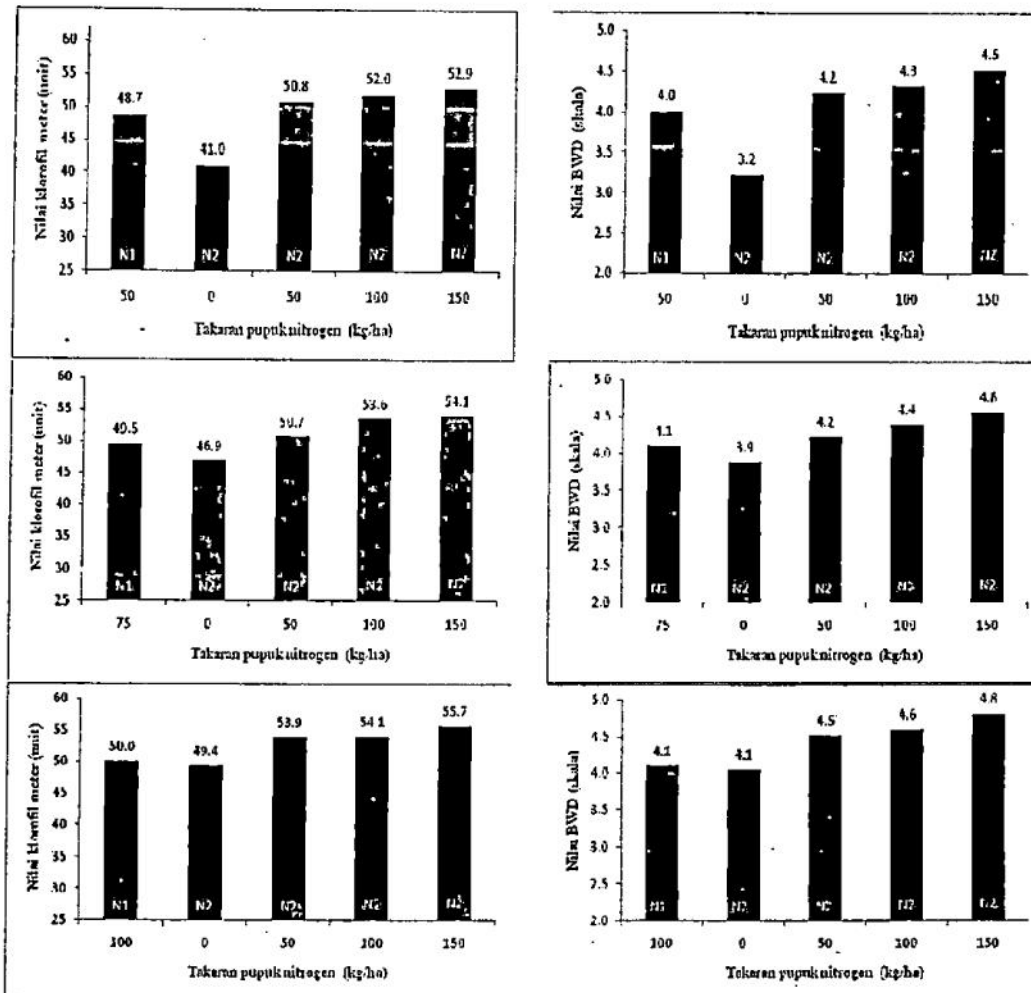
Penggunaan BWD dalam pengelolaan pemupukan N pada tanaman jagung umumnya dilakukan pada pemupukan ke tiga pada saat tanaman berumur sekitar 41 - 45 HST atau saat fase V8 - V9. Namun umumnya petani pada daerah-daerah yang kekurangan tenaga kerja melakukan pemupukan hanya dua kali, sehingga

perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui nilai kritis BWD dan takaran pupuk N yang diberikan pada pemupukan kedua fase V9.

Dengan cara ini pertumbuhan tanaman jagung dapat dipertahankan pada kecukupan hara N, namun tidak berlebih. Cara ini merupakan alternatif meningkatkan efisiensi pupuk N dengan pemantauan warna daun menggunakan BWD. Pemupukan N secara tugal berdasarkan BWD dilakukan pada saat fase tanaman V8 – V9 dan pengelolaan hara spesifik lokasi menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk N untuk tanaman jagung adalah 150 – 225 kg N/hektar (Syafuddin, dkk., 2006).

Tingkat serapan N pada tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh umur, kondisi saat aplikasi dan proses fotosintesis tanaman. Respon pemberian pupuk N pada tanaman juga tergantung pada tingkat kesuburan tanah dan bentuk/jenis pupuk (padat atau cair) yang diberikan. Dalam hasil penelitian yang dilakukan Suwardi dan Efendi (2009) menyatakan bahwa penggunaan BWD sebaiknya digunakan setelah pemupukan kedua. Hal ini disebabkan nilai klorofil pada fase V1 - V5 belum maksimal karena penyerapan N belum sempurna. Syafudin, dkk. (2006) juga melaporkan bahwa klorofil tidak tepat digunakan pada fase awal tanaman untuk memprediksi takaran pupuk yang dibutuhkan tanaman, tetapi cocok untuk pengukuran pada fase V6 - VT sebagai pupuk susulan (kedua dan ketiga). Setelah pemupukan N kedua, penyerapan N oleh tanaman akan lebih sempurna, tercermin dari warna hijau daun pada daun yang terbaca dengan BWD. Fungsi pupuk N adalah untuk merangsang pertumbuhan dan memberikan warna hijau pada daun. Penggunaan bagan warna daun untuk menentukan pemupukan N pada

tanaman jagung masih memerlukan penelitian untuk mengetahui titik kritis kecukupan N berdasarkan nilai BWD dan takaran pupuk N yang dibutuhkan jika nilai BWD berada di bawah titik kritis.



Gambar 2: Nilai klorofil meter dan bagan warna daun (BWD) pada tingkat takaran pupuk nitrogen pada pemupukan pertama (N1) dan Pemupukan kedua (N2) dari hasil penelitian (Efendi, Suwardi, dan Zubachtirodin, 2011)

Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pemupukan N pertama (N1) dengan takaran pupuk 50 kg/hektar menunjukkan nilai klorofil meter dan BWD masing-masing sebesar 48,7 unit dan skala 4,0. Nilai tersebut akan menurun apabila tidak ada penambahan N pada pemupukan kedua menjadi 46,9 unit dan BWD skala 3,9. Bila ingin mempertahankan nilai klorofil meter sebesar 51 unit dan BWD skala 4,2 pada saat fase VT serta hasil yang dicapai sebesar 8 ton/hektar harus melakukan penambahan pupuk N sebesar 100 kg/hektar. Peningkatan takaran N pada pemupukan pertama menjadi 75 dan 100 kg/hektar menunjukkan nilai klorofil meter dan BWD pada saat fase V9 menjadi menurun pada saat fase VT, namun penurunannya lebih kecil 1,2 – 5,3% unit klorofil meter dan 0 – 0,5% skala BWD dibanding 50 kg/hektar dengan penurunan yang lebih besar yaitu 15,8% unit klorofil meter dan 20% skala BWD. Bila skala BWD 4,1 maka untuk mempertahankan nilai BWD tetap 4,2 pada saat fase VT maka perlu penambahan pupuk sebesar 50 kg/hektar.