

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

2.1.1 Klasifikasi

Menurut Prihandana dan Hendroko (2006) Jarak pagar (*Jatropha curcas*) mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : *Jatropha*

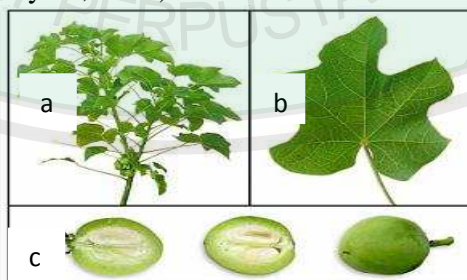
Spesies : *Jatropha curcas* L.

2.1.2 Morfologi

Jarak pagar merupakan tanaman perdu atau pohon kecil, bercabang-cabang tidak teratur, dan mempunyai tinggi sekitar 1–7 m. Batangnya berkayu, silindris, bercabang, berkulit licin, memiliki tonjolan-tonjolan bekas tangkai daun yang gugur. Bila dipatah-patahkan atau terluka batangnya akan mengeluarkan getah putih, kental dan agak keruh. Daunnya tunggal, tersebar di sepanjang batangnya. Permukaan atas dan bawah daun berwarna hijau, tetapi permukaan bawah lebih pucat dari permukaan atas. Daun lebar, berbentuk jantung atau bulat telur melebar, dengan panjang dan lebar hampir sama, yaitu sekitar 5–15 cm.

Helai daun bertoreh, berlekuk bersudut tiga atau lima. Pangkal daun berlekuk dan ujungnya meruncing. Tulang daun menjari dengan lima sampai dengan tujuh tulang utama. Tangkai daun panjang, sekitar 4–15 cm. Bunga majemuk berbentuk malai, berwarna kuning kehijauan, berkelamin tunggal, berumah satu, dan ada juga yang hermafrodit. Baik bunga jantan maupun betina tersusun dalam rangkaian berbentuk cawan, muncul di ujung batang atau di ketiak daun. Kelopak lima buah berbentuk bulat telur, panjang sekitar 4 mm. Benang sari mengelompok pada pangkal, warna kuning. Tangkai putik pendek berwarna hijau, dan kepala putik melengkung keluar berwarna kuning. Mahkota lima buah, berwarna agak keunguan (Sinaga, 2005).

Buahnya berupa buah kotak berbentuk bulat telur, diameter 2–4 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan kuning jika sudah masak. Buah terbagi menjadi tiga ruang, masing-masing ruang berisi satu biji. Biji berbentuk bulat lonjong, berwarna coklat kehitaman, dan mengandung banyak minyak dengan sekitar 30 – 40 % (Hariyadi, 2005).



Gambar 1. Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) a. batang daun, b. daun, c. biji (Anonymous, 2012)

2.2 Syarat Tumbuh Jarak Pagar

Jarak pagar dapat tumbuh pada tanah-tanah yang ketersediaan air dan unsuranya terbatas atau lahan-lahan marginal. Namun demikian lahan dengan air yang tidak tergenang merupakan tempat yang optimal. Bila perakarannya sudah cukup berkembang, jarak pagar dapat toleran terhadap tanah-tanah masam, terbaik pada pH 5,5-6,5. Curah hujan tidak kurang dari 600 mm/tahun (Wijayanto, 2008).

Tanaman jarak sebagai tanaman yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang sangat kritis dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya. Agar pertumbuhannya optimal maka diperlukan Latitud 50° LU – 40° LS, Altitud 0 – 2000 m dpl, suhu berkisar antara 18°- 30°C. Pada daerah dengan suhu rendah (<18°C) menghambat pertumbuhan, sedangkan pada suhu tinggi (> 35°C) menyebabkan gugur daun dan bunga, buah kering sehingga produksi menurun. Curah hujan antara 300 mm – 1200 mm per tahun. Dapat tumbuh pada daerah yang kurang subur tetapi drainase baik tidak tergenang dan pH tanah antara 5,0 – 6,5 (Hariyadi, 2005).

2.3 Tanah dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kesuburan Tanah

Tanah merupakan faktor terpenting dalam tumbuhnya tanaman dalam suatu sistem pertanian, pertumbuhan suatu jenis dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ialah tersedianya unsur hara, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Tanah sebagai medium pertumbuhan tanaman berfungsi pula sebagai pemasok unsur hara, dan tanah secara alami memiliki tingkat ketahanan yang sangat beragam sebagai medium tumbuh tanaman. Kesuburan tanah ditentukan oleh keadaan fisika, kimia dan biologi tanah. Keadaan fisika tanah meliputi kedalaman efektif, tekstur,

struktur, kelembaban dan tata udara tanah. Keadaan kimia tanah meliputi reaksi tanah (pH tanah), kejenuhan basa, bahan organik, banyaknya unsur hara, cadangan unsur hara dan ketersediaan terhadap pertumbuhan tanaman. Sedangkan biologi tanah antara lain meliputi aktivitas mikrobia perombak bahan organik dalam proses humifikasi dan pengikatan nitrogen udara (Syarief, 1984).

Setiap jenis tanah memiliki tingkat kesuburan yang berbeda-beda tergantung dari faktor pembentuk tanah yang mendominasi daerah/wilayah tersebut antara lain faktor bahan induk, iklim, relief, organisme, dan waktu. Tanah menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman di atasnya namun terbatas jumlahnya dan tergantung dari jenis tanah tersebut. Pengaruh dari kesuburan tanah maka dapat dilihat penampakan visual dari pertumbuhan tanaman yang berada di atasnya misalnya morfologi dan warna daun serta tinggi tanaman dan jumlah daun. Sehingga akan berpengaruh juga terhadap produksi yang diperoleh dari tanaman (Supardi, 1983).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kesuburan tanah yaitu unsur hara esensial, tekstur dan struktur tanah, ion dan koloid tanah, kapasitas tukar anion dan kation, bahan organik tanah, mikroorganisme tanah, kesetimbangan hara tanah, kelerangan, dan kedalaman efektif tanah. Seperti yang telah banyak dijelaskan sebelumnya bahwa salah satu faktor kesuburan tanah adalah unsur hara. Pengaruh unsur hara terhadap kesuburan tanah dapat melalui keberadaannya (bentuk ketersediaan), konsentrasi maupun kesetimbangannya dengan unsur hara lain. Kondisi unsur hara di dalam tanah, baik bentuk, konsentrasi dan kesetimbangannya dengan unsur hara lainnya di dalam tanah dapat/mudah dikendalikan, sehingga sesuai dengan kebutuhan untuk

pertumbuhan tanaman dan menjaga kualitas tanah atau lingkungan. Tekstur dan struktur tanah mempengaruhi jumlah air dan udara di dalam tanah yang selanjutnya akan berpengaruh pada pertumbuhan serta kesuburan tanah. Koloid yang ada di tanah ini sangat mengendalikan proses-proses reaksi di dalam tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi yang akhirnya akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan kualitas lingkungan serta kesuburan tanahnya. Proses pertukaran anion dan kation sangat penting karena terkait dengan pengelolaan tanah dalam hubungannya dengan pemupukan dan pengapuran serta proses serapan unsur hara oleh akar (Syarief, 1995).

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menyediakan hara, air dan oksigen dalam keadaan yang seimbang bagi tanaman. Kemampuan ini dipengaruhi oleh sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Dari sudut kimia, kesuburan tanah diartikan kemampuan tanah untuk menyediakan hara yang cukup bagi tanaman (Setijono, 1986).

Menurut Notohadiprawiro (2006), kesuburan tanah sebenarnya mempunyai dua pengertian yaitu kesuburan tanah aktual dan produktifitas tanah, kesuburan tanah merupakan daya kesanggupan tanah secara alami untuk memberikan hasil atau untuk menyediakan hara dalam jumlah cukup dan seimbang. Produktifitas tanah adalah daya kesanggupan tanah untuk memberikan hasil maksimum dengan menggunakan teknik pengelolaan/manajemen tanah sebaik-baiknya.

2.4 Klasifikasi Tanah

Dasar-dasar klasifikasi tanah yang dibuat oleh Dudal dan Suprpto Harjo adalah morfologi tanah merupakan kriteria untuk pengklasifikasian tanah, klasifikasi

tanah dilakukan pada kategori yang berbeda-beda, klasifikasi tanah harus dikaitkan dengan keperluan survey tanah dan dilakukannya korelasi yang sistematis dan berkelanjutan antara klasifikasi tanah dan survey tanah. Pada sistem klasifikasi tanah tahun 1957 terdapat 13 tanah dan 1961 terdapat 19 jenis tanah di Indonesia. Tanah dibedakan atas ada atau tidaknya terjadi perkembangan profil tanah, susunan horison utama, berdasarkan warna, dan sifat fisik utama tanah (tekstur) pada kedalaman ± 50 cm. Jenis tanah menurut Dudal dan Suparptoharjo (1957) terdiri dari:

1. Latosol: adalah tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut dengan kandungan bahan organik, mineral primer dan unsur hara rendah, bereaksi masam (pH 4.5 – 5.5), terjadi akumulasi seskuioksida, tanah berwarna merah, coklat kemerahan hingga coklat kekuningan atau kuning. Tanah terdapat mulai dari daerah pantai hingga 900 m dengan curah hujan antara 2500 – 7000 mm per tahun.
2. Andosol: adalah tanah yang berwarna hitam sampai coklat tua dengan kandungan bahan organik tinggi, remah dan porous, licin (smeary) dan reaksi tanah antara 4.5 – 6.5. Horison bawah-permukaan berwarna coklat sampai coklat kekuningan dan kadang dijumpai pada tipis akibat semenasi silika. Tanah ini dijumpai pada daerah dengan bahan induk vulkanis mulai dari pinggiran pantai sampai 3000 m di atas permukaan laut dengan curah hujan yang tinggi serta suhu rendah pada daerah dataran tinggi.
3. Podsolik Merah Kuning: merupakan tanah sangat tercuci yang berwarna abu-abu muda sampai kekuningan pada horison permukaan sedang lapisan bawah

berwarna merah atau kuning dengan kadar bahan organik dan kejenuhan basa yang rendah serta reaksi tanah yang masam sampai sangat masam (pH 4.2 – 4.8). Pada horison bawah permukaan terjadi akumulasi liat dengan struktur tanah gumpal dengan permeabilitas rendah. Tanah mempunyai bahan induk batu endapan bersilika, napal, batu pasir dan batu liat. Tanah ini dijumpai pada ketinggian antara 50 – 350 m dengan curah hujan antara 2500 – 3500 mm/tahun.

4. Mediteran Merah Kuning: merupakan tanah yang berkembang dari bahan induk batu kapur dengan kadar bahan organik rendah, kejenuhan basa sedang sampai tinggi, tekstur berat dengan struktur tanah gumpal, reaksi tanah dari asam masam sampai sedikit alkalis (pH 6.0 – 7.5). Dijumpai pada daerah mulai dari muka laut sampai 400 m pada iklim tropis basah dengan bulan kering nyata dan curah hujan tahunan antara 800 – 2500 mm.
5. Regur: merupakan tanah yang berwarna kelabu tua sampai hitam, kadar bahan organik rendah, tekstur liat berat, reaksi tanah netral sampai alkalis. Tanah akan retak-retak jika kering dan lekat jika basah. Bahan induk tanah dari marl, shale (napal), berkapur, endapan alluvial atau vulkanik. Ditemukan mulai dari muka laut sampai 200 m dengan iklim tropis basah sampai subtropics dengan curah hujan tahunan antara 800 – 2000 mm.
6. Podsol: merupakan tanah dengan bahan organik cukup tinggi yang terdapat diatas lapisan berpasir yang mengalami pencucian dan berwarna kelabu pucat atau terang. Dibawah horison berpasir terdapat horison iluviasi berwarna

coklat tua sampai kemerahan akibat adanya iluviasi bahan organik dengan oksida besi dan aluminium. Tanah ini berkembang dari bahan induk endapan yang mengandung silika, batu pasir atau tufa, vulkanik masam. Tanah dijumpai mulai dari permukaan laut sampai 2000 m dengan curah hujan 2500 – 3500 mm/tahun.

7. Tanah Sawah: disebut juga sebagai 'paddy soil' yang mempunyai horizon permukaan berwarna pucat karena terjadi reduksi Fe dan Mn akibat genangan air sawah. Senyawa Fe dan Mn akan mengendap dibawah lapisan reduksi dan membentuk konkresi dan horizon agak memadas. Sifat tanah sawah beragam tergantung dari bahan induk penyusunnya. Oleh sebab itu istilah tanah sawah tidak digunakan lagi pada sistem klasifikasi tanah selanjutnya.
8. Hidrosol: merupakan tanah yang banyak dipengaruhi oleh kadar air tanah. Nama Hidrosol terlalu umum maka nama ini tidak lagi digunakan. Tanah yang termasuk Hidrosol ini dapat dibedakan atas glei humus, hidromorf kelabu, planosol, glei humus rendah dan laterit air tanah. Dasar pembeda dari jenis-jenis tanah ini adalah tinggi rendahnya kadar air tanah.
9. Calcisol: merupakan nama kelompok tanah yang kaya akan kalsium. Tanah dapat dibedakan menjadi: rendzina, brown forest soil, mediteran kalsimorfik.
10. Regosol: merupakan tanah muda yang berkembang dari bahan induk lepas (unconsolidated) yang bukan dari bahan endapan alluvial dengan perkembangan profil tanah lemah atau tanpa perkembangan profil tanah.

11. Litosol: merupakan tanah yang dangkal yang berkembang diatas batuan keras dan belum mengalami perkembangan profil akibat dari erosi. Dijumpai pada daerah dengan lereng yang curam.
12. Aluvial: merupakan tanah yang berasal dari endapan alluvial atau koluvial muda dengan perkembangan profil tanah lemah sampai tidak ada. Sifat tanah beragam tergantung dari bahan induk yang diendapkannya serta penyebarannya tidak dipengaruhi oleh ketinggian maupun iklim.
13. Tanah Organik: merupakan tanah dengan kadar bahan organik tinggi dan lapisan gambut yang tebal. Tanah jenuh air sepanjang tahun dengan reaksi tanah masam, drainase sangat buruk dan curah hujan yang tinggi.

2.4.1 Tanah Mediteran Bangkalan Madura

Tanah di Madura umumnya terbentuk dari bahan induk batu kapur dibawah pengaruh iklim (curah hujan) yang tegas antara bulan basah dan kering. Sehingga tanah yang terbentuk berbeda karakteristiknya dengan tanah yang ada di daerah yang tidak mengenal bulan kering. Kandungan bahan organik dan nitrogen total rendah, P total sedang hingga tinggi dan basa kalsium tinggi. Masih tingginya kandungan unsur basa, terutama kalsium (Ca), karena bahan induknya yang berasal dari endapan batu kapur kaya akan unsur tersebut dan pencucian basa-basa tidak seintensif sebagaimana dengan daerah bercurah hujan tinggi, sehingga tanah masih kaya akan unsur basa tersebut. Tanah di Madura umumnya didominasi oleh Kompleks Mediteran Merah yang berbahan induk Batu Kapur dan Batu Pasir. Tanah-tanah Mediteran Merah di Madura berkembang pada kondisi iklim kering. Tanah dengan bahan induk Batu

kapur mempunyai nilai pH tanah yang lebih tinggi dibanding yang berasal dari bahan induk Batu Pasir, hal ini karena rendahnya pencucian basa-basa, terutama jika tanah bertekstur halus. Permasalahan utama jenis tanah ini adalah pada ketersediaan air dan rendahnya kandungan nitrogen (Supriyadi, 1996).

Tanah Mediteran Merah Madura sebagian besar terdiri dari 56-64% tanah lanau yang berbutir halus, 5-15% pasir dan 20-38% tanah liat dengan indeks plastisitas berkisar antara 24,96-55-73% *Liquid Limit* antara 61,67-89,1% berdasarkan hal ini Tanah Merah Madura dapat diklasifikasikan sebagai tanah lanau anorganik dengan butir halus yang memiliki plastisitas yang tinggi. Kesamaan karakteristik fisik dari Tanah Merah Madura juga terdapat pada beberapa daerah di Pulau Jawa yaitu daerah Sumedang, Bandung dan Cikampek. Pada daerah ini, tanah terdiri dari 7-9% tanah liat, 14-20% tanah lanau dan 2-5% pasir, dengan warna tanah yang sama yaitu berwarna merah (Setiaki, 2002).



Gambar 2. Tanah di Bangkalan Madura (dok.pribadi)

2.5 Perbaikan Sifat Fisik Dan Kimia Tanah

Pemberian pupuk organik merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, pori aerasi, dan laju infiltrasi, serta memudahkan penetrasi akar, sehingga produktivitas lahan dan hasil tanaman dapat meningkat (Suwardjo et al. 1984). Pemberian pupuk organik tidak hanya menghasilkan kondisi fisik tanah yang baik, tetapi juga menyediakan bahan organik hasil pelapukan yang dapat menambah unsur hara bagi tanaman, meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation, menurunkan Al_d, serta meningkatkan aktivitas biologi tanah (Subowo, 1990).

Pupuk organik dalam bentuk yang telah dikomposkan ataupun segar berperan penting dalam perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah serta sebagai sumber nutrisi tanaman. Secara umum kandungan nutrisi hara dalam pupuk organik tergolong rendah dan agak lambat tersedia, sehingga diperlukan dalam jumlah cukup banyak. Namun, pupuk organik yang telah dikomposkan dapat menyediakan hara dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan dalam bentuk segar, karena selama proses pengomposan telah terjadi proses dekomposisi yang dilakukan oleh beberapa macam mikroba, baik dalam kondisi aerob maupun anaerob. Sumber bahan kompos antara lain berasal dari limbah organik seperti sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan), sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam), arang sekam, dan abu dapur (Deptan, 2006).

Menurut Syarief (1990), pupuk kandang memiliki beberapa sifat yang lebih baik dari pupuk alam yang lainnya antara lain merupakan humus yang dapat

menjaga/mempertahankan struktur tanah, sebagai sumber hara N, P, dan K yang amat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, menaikkan daya menahan air, banyak mengandung mikroorganisme yang dapat mensintesa senyawa-senyawa tertentu sehingga berguna bagi tanaman.

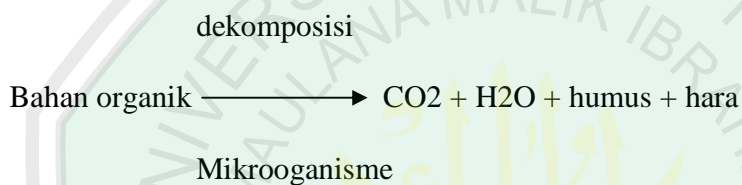
Dilihat dari sumbernya, pupuk kandang dibagi menjadi beberapa golongan yaitu pupuk kandang ayam, pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang kuda, pupuk kandang babi. Di Indonesia yang umumnya dipakai adalah pupuk kandang ayam, sapi dan kambing. Dibanding pupuk kandang yang lainnya, pupuk kandang ayam mempunyai nilai hara lebih tinggi terutama dalam hal N, P, dan K. Pupuk kandang ayam mengandung nitrogen tiga kali lebih besar dari pupuk kandang yang lainnya.

Di antara jenis pupuk kandang, pupuk kandang sapi lah yang mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa. Tingginya kadar C dalam pukan sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Untuk memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi harus dilakukan pengomposan terlebih dahulu. Pada pupuk kandang kambing tekstur dari kotoran kambing adalah khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Kadar air pupuk kandang kambing relatif lebih rendah dari pupuk kandang sapi dan sedikit lebih

tinggi dari pupuk kandang ayam. Kadar hara pupuk kandang kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk lainnya (Hartatik, 2005).

2.6 Pemakaian Pupuk Organik

Menurut Gaur (1980) dalam Nurmawati, dkk. (2000) keseluruhan reaksi dari bahan organik dapat digambarkan sebagai berikut:



Bahan organik yang masih mentah dengan nisbah C/N tinggi apabila diberikan secara langsung ke dalam tanah akan berdampak negatif terhadap kesediaan hara tanah. Bahan organik akan langsung diuraikan oleh mikrobia untuk memperoleh energi. Populasi mikrobia yang tinggi, akan memerlukan hara untuk tumbuh dan berkembang yang diambil dari tanah yang seharusnya digunakan oleh tanaman, sehingga mikrobia dan tanaman saling bersaing untuk memperebutkan hara yang ada. Akibatnya hara yang ada dalam tanah berubah menjadi tidak tersedia karena berubah menjadi senyawa organik mikrobia. Kejadian ini disebut imobilisasi hara. Untuk menghindari imobilisasi hara, bahan perlu dilakukan proses pengomposan terlebih dahulu. Proses pengomposan adalah suatu proses penguraian bahan organik dari bahan dengan nisbah C/N tinggi menjadi bahan yang mempunyai nisbah C/N rendah (matang) dengan upaya mengaktifkan kegiatan mikrobia pendekomposer (Atmojo, 2003).

Menurut Sutedjo (2008) penggunaan pupuk organik seperti pupuk kandang harus disertai pengawasan terus menerus dalam arti giat melakukan penyiangan dan pemberantasan hama/penyakit tertentu karena dalam pupuk padat sering terbawa atau terkandung berbagai biji rumput-rumputan dan semak yang akan tumbuh bersamaan dengan tumbuhnya tanaman yang diusahakan. Selain itu dalam pupuk kandang sering terbawa pula bibit hama dan penyakit tanaman (telur/larva insekta, bakteri, cendawan, dll.).

2.6.1 Mekanisme Masuknya Unsur Hara Pada Tanaman

Di dalam proses penyerapan hara tanaman, akar tanaman merupakan organ yang berperan aktif di dalamnya. Mekanisme pemupukan unsur hara melalui akar bersamaan dengan masuknya air dari tanah ke dalam tanaman. Proses tersebut dimulai dengan gerakan horizontal pada akar. Bagian akar yang dilewati adalah bulu akar, sel-sel kortek, sel-sel endodermis, sel-sel perisikel, dan akhirnya sampai pada pembuluh kayu atau xilem. Di dalam xilem air tidak lagi bergerak secara horizontal, melainkan secara vertikal melalui pembuluh kayu menuju ke daun.

Selain melalui akar, unsur hara dapat terserap melalui bagian batang dan daun tumbuhan. Pemberian pupuk melalui batang dan daun dapat dilakukan dengan cara menyemprotkannya pada tanaman agar dapat langsung diserap untuk mencukupi kebutuhan bagi pertumbuhan dan perkembangannya (Sutedjo, 1995). Proses pemasukan unsur hara melalui daun terjadi karena adanya difusi dan osmosis melalui lubang stomata. Mekanismenya berhubungan langsung dengan proses membuka dan menutupnya stomata (Sarif, 1985).

Membukanya stomata merupakan proses mekanis yang diatur oleh tekanan turgor dari sel-sel penutup. Sedangkan tekanan turgor sendiri berbanding langsung dengan kandungan karbon dioksida dari ruang di bawah stomata. Meningkatnya tekanan turgor akan membuka lubang somata, dan pada saat itu unsur hara akan berdifusi ke dalam lubang stomata bersamaan dengan air. Berkurangnya tekanan turgor yang berikutnya akan menutup lubang stomata. Cahaya matahari pada siang hari akan merangsang fotosintesis yang berakibat menurunkan kandungan CO₂ kira-kira 0,03 sampai 0,02 persen. Tekanan turgor dari sel-sel juga diturunkan karena kehilangan air yang berlebihan akibat transpirasi. Maka bila pada siang hari terlalu terik atau angin terlalu cepat, stomata akan menutup karena terjadi penguapan yang terlalu besar. Kalau pada saat itu disemprotkan air maka stomata akan segera membuka, karena adanya air akan menggantikan air yang hilang dan menaikkan tekanan turgor. Bila air yang disemprotkan tersebut mengandung unsur hara, maka pada saat stomata membuka unsur hara akan berdifusi ke dalam stomata bersama air (Sarif, 1985).

2.6.2 Pemenuhan Kebutuhan Akan Unsur Hara pada Tanaman

Pertumbuhan, perkembangan dan produksi suatu tanaman ditentukan oleh dua faktor utama yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan (Gardner, Pearce, Mitchell, 1991). Salah satu faktor lingkungan yang sangat menentukan lajunya pertumbuhan, perkembangan dan produksi suatu tanaman adalah tersedianya unsur hara esensial. Unsur hara esensial adalah unsur-unsur yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Apabila unsur tersebut tidak tersedia bagi tanaman, maka tanaman akan

menunjukkan gejala kekurangan unsur tersebut dan pertumbuhan tanaman akan terhambat. Berdasarkan jumlah yang diperlukan kita mengenal 16 unsur hara yang dapat dibagi menjadi unsur hara makro (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) dan unsur mikro (Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl) (Sutedjo, 2008). Pemenuhan unsur hara pada tanaman dapat ditingkatkan melalui pemberian pupuk organik misalnya pupuk kandang, kompos dll.

Unsur hara makro diantaranya adalah Karbon (C), Oksigen (O) dan Hidrogen (H) merupakan bahan baku dalam pembentukan jaringan tubuh tanaman. Berada dalam bentuk H_2O (air), H_2CO_3 (asam arang) dan CO_2 dalam udara (Sutedjo, 2008). Karbon penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik. Karbon diambil tanaman berupa CO_2 . Oksigen terdapat dalam organik sebagai atom dan termasuk pembangun bahan organik, diambil dalam bentuk CO_2 . Oksigen sangat diperlukan untuk bernapas. Hidrogen merupakan elemen pokok pembangun bahan organik berasal dari air (Sutedjo, 2008).

Selanjutnya yaitu Nitrogen (N), nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif (pertumbuhan daun dan batang), meningkatkan kadar protein tanaman, juga untuk berkembangnya mikroorganisme dalam tanah. Nitrogen diserap akar tanaman dalam bentuk nitrat atau amonium, yang berpengaruh mempercepat sintesis karbohidrat diubah menjadi protein. Pengikatan nitrogen secara simbiotik dilakukan oleh *Rhizobium* sp, pengikatan non simbiotik oleh *Azobacter* sp. Sedangkan nitrogen yang berasal dari bahan organik dapat diserap oleh tanaman setelah melewati

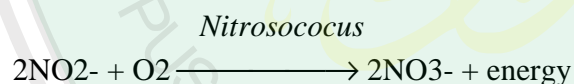
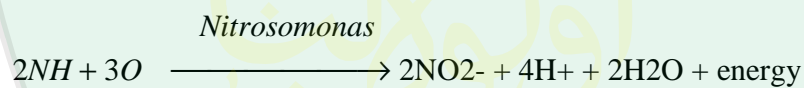
serangkaian proses yaitu aminasi dengan proses enzimatik oleh mikroorganisme, amonifikasi pada tanah yang drainisanya baik, dan proses terakhir adalah nitrifikasi, perubahan dari amonium menjadi nitrat. Proses nitrifikasi tersebut dapat dibantu oleh mikroorganisme Nitrosomonas, Nitrosoccus dan Nitrobacter. Kecepatan nitrifikasi ini tergantung pada keasaman tanah (pH), kelembapan, pupuk, dan perbandingan C/N rasio (Isnaini, 2006).

Kekurangan Nitrogen menyebabkan daun tanaman menjadi hijau muda dan mudah menguning, terutama daun yang lebih tua. Jika kelebihan maka daun menjadi lebih besar, batang menjadi lunak dan berair sehingga mudah sakit, juga menunda pembentukan bunga, termasuk pematangan buah menjadi terlambat (Isnaini, 2006).

Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Sebagian besar nitrogen diserap dalam bentuk ion nitrat karena ion tersebut bermuatan negatif sehingga selalu berada didalam larutan tanah dan mudah terserap oleh akar. Karena selalu berada didalam larutan tanah, ion nitrat lebih mudah tercuci oleh aliran tanah. Sebaliknya, ion ammonium bermuatan positif sehingga terikat oleh koloid tanah. Ion tersebut dapat dimanfaatkan oleh tanaman setelah melalui proses pertukaran kation. Karena bermuatan positif ion ammonium tidak mudah hilang oleh proses pencucian. Nitrogen dapat kembali ketanah melalui pelapukan sisa makhluk hidup (bahan organik). Nitrogen yang berasal dari bahan organik ini dapat dimanfaatkan oleh tanaman setelah melalui tiga tahap reaksi yang melibatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Tahap reaksi tersebut yaitu aminisasi adalah penguraian protein yang terdapat pada bahan organik menjadi asam

amino. Amonifikasi adalah perubahan asam-asam amino menjadi senyawa-senyawa ammonia (NH_3) dan ammonium (NH_4). Selanjutnya yaitu nitrifikasi yaitu perubahan senyawa ammonia menjadi nitrat yang disebabkan oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* (Novizan, 2002).

Amoniak dapat dikatakan bahwa amoniak berada dimana-mana, dari kadar beberapa mg/l pada air permukaan dan air tanah, sampai kira-kira 30 mg/l lebih, pada air buangan. Air tanah hanya mengandung sedikit NH_3 , karena NH_3 dapat menempel pada butir-butir tanah liat selama infiltrasi air ke dalam tanah, dan sulit terlepas dan butir-butir tanah liat tersebut. Pada air buangan, NH_3 dapat diolah secara mikrobiologis melalui proses nitrifikasi hingga menjadi nitrit NO_2^- dan nitrat NO_3^- , sesuai reaksi dibawah ini :



Nitrat (NO_3^-) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan sebuah senyawa yang stabil. Nitrat merupakan salah satu unsur penting untuk sintesa protein, tumbuh-tumbuhan dan hewan, akan tetapi nitrat pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas (Alaerts dan Santiko, 1987).

Di dalam tubuh tanaman, fosfor (P) berperan dalam hampir semua proses reaksi biokimia. Peran fosfor yang istimewa adalah pada proses penangkapan energi cahaya matahari dan kemudian mengubahnya menjadi energi biokimia (Wijaya,

2008). Selain itu fosfor berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu; membantu asimilasi dan pernapasan; serta mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah (Lingga, 2007). Defisiensi fosfor mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil dan memiliki sedikit anakan (serealia). Pada tanaman yang kekurangan fosfor pertumbuhan luas daun terhambat, karena terjadi penurunan tekanan hidrolik akar, menghambat pembelahan sel dan pembesaran sel. Terhambatnya pertumbuhan disebabkan oleh sintesis karbohidrat yang tidak berjalan secara optimal (Wijaya, 2008).

Kalium (K) meskipun bukan elemen pembentuk bahan organik tetapi peran kalium penting untuk pembentukan karbohidrat protein, mengeraskan batang tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman dari penyakit, dan meningkatkan kualitas biji. Ion kalium sangat penting bagi berlangsungnya fotosintesis, tanpa kalium fotosintesis berhenti. Sumber-sumber kalium adalah beberapa jenis mineral, sisa tanaman, air irigasi, abu tanaman dan pupuk buatan. Dengan kecukupan kalium maka fungsi N dan P lebih efisien (Isnaini, 2006).

Defisiensi kalium menyebabkan kerusakan kloroplas dan mitokondria sel tanaman, sehingga tanaman yang mengalami defisiensi kalium tidak mampu melakukan fotosintesis secara optimal. Akibatnya tanaman tidak mampu menghasilkan fotosintat untuk mendukung pertumbuhan normal (Wijaya, 2008).

Kalsium (Ca) termasuk unsur hara yang esensial, unsur ini diserap dalam bentuk Ca^{++} . Sebagian besar terdapat dalam daun dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella pada dinding sel. Selain itu terdapat juga pada batang, berpengaruh

baik pada pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar. Kalsium mempunyai fungsi yaitu Ca terdapat pada tanaman yang banyak mengandung protein, Ca ada hubungannya dalam pembuatan protein atau bagian yang aktif dari tanaman, Ca dapat menetralkan asam-asam organik pada metabolisme, kekurangan Ca pada tanaman gejalanya pada pucuk, Ca penting bagi pertumbuhan akar, Ca dapat menetralkan tanah asam, dapat menguraikan bahan organik, tersedianya pH dalam tanah tergantung pada Ca. Sumber Ca terutama batu-batu kapur dan sisa-sisa tanaman. Ternyata bahwa banyak tanah yang kekurangan unsur Ca sehingga bagi tanaman tertentu perlu mendapatkan pengapuran terlebih dahulu, hasilnya ternyata sangat memuaskan (Wijaya, 2008).

Magnesium (Mg) diserap dalam bentuk Mg^{++} , merupakan bagian dari klorofil. Kekurangan zat ini maka akibatnya adalah klorosis, gejalanya akan tampak pada permukaan daun sebelah bawah. Mg ini termasuk unsure yang tidak mobil dalam tanah. Mg merupakan salah satu bagian enzim yang disebut Organic pyrophosphates dan Carboxy peptisida. Kadar Mg di dalam bagian-bagian vegetatif dapat dikatakan rendah daripada kadar Ca, akan tetapi di dalam bagian generatif malah sebaliknya. Mg banyak terdapat dalam buah dan juga di dalam tanah. Sumber-sumber Mg adalah $CaCO_3MgCO_3$ (Dolomitic limestone), Sulfat of Potash Magnesium (kandungan Magnesium 11,1%), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (Epson salt), $MgSO_4 \cdot H_2O$ (Kleserit) kandungan Mg 18,3%, MgO (Magnesia), $Mg_3SiO_2(OH)_4$ (Terpentin), $MgCO_3$ (Magnesit), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (Karnalit), Basic slag kandungan Mg-nya adalah 3,4%. Menurut hasil penelitian ternyata ada beberapa faktor (seperti

temperatur, kelembaban, pH dan beberapa faktor lainnya) yang dapat mempengaruhi tersedianya Magnesium di dalam tanah (Wijaya, 2008).

Sulfur (S) diserap tanaman dalam bentuk SO_4^{2-} , zat ini merupakan bagian dari protein yang terdapat dalam bentuk; cystein, methionin serta thiamine. Belerang yang larut dalam air akan segera diserap akar tanaman, karena zat ini sangat diperlukan tanaman (terutama tanaman muda) pada pertumbuhan pemula dan perkembangannya. Selanjutnya dapat diketahui pula bahwa pada bagian biji tanaman, kandungan zat belerangnya ternyata cukup banyak yaitu sekitar 50% dari jumlah kandungan unsur fosfat. Tanaman yang biasanya mempunyai kandungan belerang yang cukup tinggi ialah jenis legume, lili (seperti misalnya bawang). Pada tanaman jenis legume sulfur adalah penting untuk pembentukan nodula (bintil-bintil akar, kekurangan sulfur gejalanya khlorosis, kecuali pada pucuk). Tentang sumber sulfur, yang terutama sisa-sisa tanaman dan jasad renik atau serangga. Zat sulfur dari sisa-sisa ini baru terlepas bilamana telah ada pelapukan khususnya dari zat protein. Pupuk yang di dalamnya terdapat senyawa belerang yaitu Amonium sulfat kandungan S lebih besar dibandingkan kandungan Nnya, superfosfat kandungan fosfat dan sulfurnya seimbang. Bila kita memakai pupuk TSP, TSP mempunyai kandungan fosfat dan Sulfur kurang lebih berimbang.

Unsur hara makro yaitu Besi (Fe) berfungsi untuk pembentukan klorofil, protein, enzim, dan berperan dalam perkembangan kloroplas. Fungsi lain Fe ialah sebagai pelaksana pemindahan electron dalam proses metabolisme. Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan akhirnya juga penyusunan

protein menjadi tidak sempurna Defisiensi Fe menyebabkan kenaikan kadar asam amino pada daun dan penurunan jumlah ribosom secara drastis. Penurunan kadar pigmen dan protein dapat disebabkan oleh kekurangan Fe. Juga akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim (Wijaya, 2008).

2.7 Jenis Pupuk Kandang Dan Karakteristiknya

Pupuk dalam arti luas termasuk semua bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk tidak berisi unsur-unsur hara tanaman dalam bentuk unsur seperti nitrogen, fosfor, kalium, tetapi unsur tersebut ada dalam bentuk campuran yang memberikan bentuk-bentuk ion dari unsur hara yang dapat diabsorpsi tanaman (Foth, 1975 dalam Indarto, 2008).

Pupuk dapat digolongkan menjadi dua, yakni pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa-sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai, misalnya pupuk kompos dan pupuk kandang. Pupuk kompos berasal dari sisa-sisa tanaman, dan pupuk kandang berasal dari kotoran ternak. Pupuk organik mempunyai komposisi kandungan unsur hara yang lengkap, tetapi jumlah tiap jenis unsur hara tersebut rendah tetapi kandungan bahan organik di dalamnya sangatlah tinggi. Sedangkan pupuk anorganik adalah jenis pupuk yang dibuat oleh pabrik dengan cara meramu berbagai bahan kimia sehingga memiliki kandungan persentase yang tinggi. Contoh pupuk anorganik adalah urea, TSP dan Gandasil (Novizan, 2007).

Pupuk kandang merupakan pupuk organik dari hasil fermentasi kotoran padat dan cair (urine) hewan ternak yang umumnya berupa mamalia dan unggas. Pupuk organik (pupuk kandang) mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Disamping mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), pupuk kandang pun mengandung unsur mikro seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S). Unsur fosfor dalam pupuk kandang sebagian besar berasal dari kotoran padat, sedangkan nitrogen dan kalium berasal dari kotoran cair (Santoso, 2002).

Menurut Joetono (1992) dalam Rosmankan dan Yuwono (2002) nilai pupuk kandang dipengaruhi oleh makanan hewan yang bersangkutan, fungsi hewan tersebut sebagai pembantu pekerjaan atau dibutuhkan dagingnya saja, jenis atau macam hewan, jumlah dan jenis bahan yang digunakan sebagai alas kandang.

Kualitas bahan organik seperti pupuk kandang berkaitan dengan nisbah C/N, kandungan lignin, kandungan polifenol dan kapasitas polifenol mengikat protein. Kaitan antara C/N dengan kualitas bahan organik berhubungan dengan laju mineralisasi. Bahan organik akan termineralisasi jika nisbah C/N di bawah nilai kritis 25-30, dan jika di atas nilai kritis akan terjadi immobilisasi N. Kualitas bahan organik juga berkaitan dengan kandungan lignin sebab bila terkandung lignin yang tinggi maka kecepatan mineralisasi N akan terhambat. Lignin adalah senyawa polimer pada jaringan tanaman berkayu yang mengisi rongga antar sel tanaman, sehingga menyebabkan jaringan tanaman menjadi keras dan sulit untuk dirombak oleh organisme tanah. Polifenol berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi bahan

organik sehingga mempengaruhi kualitas pupuk organik juga. Semakin tinggi kandungan polifenol dalam bahan organik, maka akan semakin lambat terdekomposisi dan termineralisasi. Polifenol adalah senyawa aromatik hidroksil yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni polifenol sulit larut dan polifenol mudah larut. Pada sebagian besar tanaman, senyawa fenolik berada pada permukaan luar bagian atas daun bercampur dengan lilin (Atmojo, 2003).

Menurut Lingga dan Marsono (2007) pada pupuk kandang dikenal istilah pupuk panas dan pupuk dingin. Pupuk panas merupakan pupuk yang penguraiannya berjalan sangat cepat sehingga terbentuk panas. Sementara pupuk dingin merupakan pupuk yang penguraiannya berjalan sangat lambat sehingga tidak terbentuk panas.

Tabel 1.1 Komposisi kimia beberapa jenis pupuk kandang.

Jenis Ternak	Kadar Hara (%)			Keterangan
	Nitrogen	Fosfor	Kalium	
Kuda				
*Padat	0,55	0,30	0,40	Pupuk Panas
*Cair	1,40	0,02	1,60	
Sapi				
*padat	0,40	0,20	0,10	Pupuk Dingin
*cair	1,00	0,50	1,50	
Kambing				
*padat	0,60	0,30	0,17	Pupuk Panas
*cair	1,50	0,13	1,80	
Domba				
*padat	0,75	0,50	0,45	Pupuk Panas
*cair	1,35	0,05	2,10	
Babi				
*padat	0,95	0,35	0,40	Pupuk Dingin
*cair	0,40	0,10	0,45	
Ayam				
*padat	1,00	0,80	0,40	Pupuk Dingin
*cair	1,00	0,80	0,40	

Sumber: Lingga dan Marsono (2007).

2.8 Pengaruh Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pemupukan yang efektif melibatkan persyaratan kuantitatif dan kualitatif. Persyaratan kuantitatifnya adalah dosis pupuk, sedangkan persyaratan kualitatifnya meliputi unsur hara yang diberikan dalam pemupukan relevan dengan masalah nutrisi yang ada, waktu pemupukan dan penempatan pupuk tepat, unsur hara dapat diserap tanaman, tanaman dapat menggunakan unsur hara yang diserap untuk meningkatkan produksi dan kualitasnya. Pemberian pupuk dengan jumlah yang tepat akan memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil (Indranada, 1986).

Menurut penelitian Sahari (2005) dosis yang digunakan antara pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, dan pupuk kandang ayam. Dosis yang digunakan yaitu 10 ton/ha, 20 ton/ha, 30 ton/ha. Hasilnya menunjukkan bahwa tinggi tanaman yang diberi pupuk kandang ayam lebih tinggi dibanding tanaman yang diberi pupuk kandang sapi maupun pupuk kandang kambing. Hal ini disebabkan pupuk kandang ayam lebih tinggi kandungan unsur nitrogennya dibanding pupuk kandang sapi dan pupuk kandang kambing. Selain itu, dapat diketahui bahwa tanaman yang diberi pupuk kandang ayam memiliki daun yang lebih banyak dibanding tanaman yang diberi pupuk kandang sapi maupun pupuk kandang kambing. Hal ini juga disebabkan karena kandungan nitrogen pada pupuk kandang ayam lebih tinggi dibanding pupuk kandang sapi maupun pupuk kandang kambing. Dosis pupuk kandang 20 ton/ha mampu meningkatkan jumlah daun, berat segar daun, berat segar brangkasan dan berat kering brangkasan tanaman krokot.

Pada penelitian Trisnadewi (2012), menggunakan jenis pupuk kandang yaitu pupuk kandang ayam, pupuk kandang kuda, dan pupuk kandang babi dengan menggunakan dosis 10 ton/ha, 20 ton/ha, 30 ton/ha menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam, kuda, dan babi terhadap produksi berat segar dan berat kering batang, daun dan tongkol secara statistik berbeda tidak nyata. Hal ini diduga kemampuan ketiga jenis pupuk dalam memperbaiki sifat fisik tanah terutama struktur tanah, daya ikat air, porositas tanah, kehidupan mikroorganisme tanah tidak jauh berbeda. Sudarto (2003) melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik termasuk pupuk kandang memberikan beberapa keuntungan yaitu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perbaikan sifat fisik akan berperan nyata dalam meningkatkan kemampuan tanah mengikat air, sehingga pelepasan hara terjamin pada saat diperlukan. Perbaikan sifat kimia dan biologi secara bersama-sama dengan faktor lainnya akan meningkatkan kegiatan jasad renik yang berperan dalam memulihkan unsur hara. Dosis yang dipakai dalam penelitian yaitu pertumbuhan dan produksi berat kering total hijauan tertinggi dari tanaman jagung manis dicapai pada pemupukan dengan dosis 20 ton/ha baik pada pupuk kandang ayam broiler, pupuk kandang kuda maupun pupuk kandang babi.

2.9 Kesuburan Tanah dalam Tinjauan Islam

Kemampuan tanah sebagai habitat tanaman dan menghasilkan bahan yang dapat dipanen sangat ditentukan oleh tingkat kesuburan. Allah SWT berfirman dalam surat Al- A'raf ayat 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَٰلِكَ
 نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur (Q.S Al A'raf 58).

Menurut Al Harits dalam tafsir At Tabari (2008) pada tanah yang baik, hujan dapat membuat tanah itu bermanfaat sehingga menumbuhkan tanaman. Sedang tanah yang tidak subur, hujan tidak dapat membuatnya bermanfaat sehingga hanya menumbuhkan sesuatu yang tidak bermanfaat.

Menurut tafsir Al Aisar, surat Al-A'raf ayat 58 memuat sebuah pemisalan yang diberikan Allah bagi hamba yang mukmin dan yang kafir, setelah Allah sebelumnya menjelaskan kekuasaannya yaitu menghidupkan kembali orang yang telah mati. "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah..." yaitu setelah Allah menurunkan air padannya. Ini adalah perumpamaan bagi orang mukmin yang hatinya hidup lagi baik, apabila mendengar ayat yang diturunkan, imanya bertambah dan amal shalihnya bertambah baik "Dan tanah yang tidak subur..." yaitu tanah yang buruk dan berkrikil. Menurut Al Jazairi (2007), ketika hujan turun tanaman-tanamannya hanya tumbuh tidak terawat, merana, tidak subur, susah, dan tidak bagus. Ini adalah perumpamaan orang-orang kafir ketika mendengar ayat-ayat Al Quran, mereka tidak mau menerimanya dan tidak memberikan manfaat

bagi sikap dan tindakannya, ia tidak berbuat baik dan tidak juga meninggalkan yang buruk.

Tanah sebagai media tumbuh tanaman berkaitan erat dengan air, karena air merupakan komponen yang sangat penting bagi makhluk hidup. Allah SWT berfirman dalam surat Al Anbiya' ayat 30 sebagai berikut:

.....يُؤْمِنُونَ أَفْلاَحِي شَيْءٍ كُلِّ الْمَاءِ مِنْ وَجَعَلْنَا

.....*Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?(Q.S Al Anbiya' ayat 30).*

Dari surat Al-Anbiya ayat 30 di atas dapat dipahami bahwa air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan, demikian pentingnya sehingga tidak mungkin ada kehidupan tanpa air. Banyak fungsi-fungsi dalam biologi sepenuhnya tergantung pada air dan sifat kehidupan secara langsung merupakan hasil dari sifat air. Dalam kehidupan, air merupakan molekul terbesar dan memiliki sifat-sifat fisika dan kimia unik. Fungsi air yang paling penting di dalam kehidupan akan kita jumpai pada reaksi-reaksi biokimia dalam protoplasma yang dikontrol oleh enzim. Komponen-komponen reaktif dalam rangkaian metabolisme semuanya dalam keadaan terlarut dalam air. Di samping memberi fasilitas bagi berlangsungnya suatu reaksi biokimia, molekul air dapat berinteraksi secara langsung sebagai komponen reaktif dalam proses metabolisme di dalam sel. Beberapa reaksi di dalam tumbuhan

yang melibatkan air secara langsung sebagai komponen reaksi adalah fotosintesis dan perombakan asam lemak (Sasmitamiharjda, 1990).

Air merupakan sumber baru bagi oksigen. Jika oksigen yang diperlukan untuk pernafasan makhluk hidup merupakan bara kehidupan, oksigen itu juga dapat diperoleh dari air melalui proses sruktur cahaya yang dilakukan oleh tanamantanaman hijau untuk membentuk makanannya. Contoh paling tepat untuk menggambarkan hubungan organik antara air dan kehidupan adalah padang pasir yang gersang. Setelah disiram air hujan, di padang pasir itu mulai tampak tandatanda kehidupan, penuh dengan kehijauan, bunga-bunga dan buah-buahan dengan berbagai warnanya (Pasya, 2003). Maha suci Allah yang telah berfirman:

..... وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فِإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ
وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٥﴾

.....*Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah.*(QS. Al-Haj:5).

Selain dari air, tanaman juga memerlukan unsur hara lain untuk kehidupannya. Unsur hara ini dikenal sebagai unsur esensial, karena manakala tidak tersedia, tanaman akan dapat mengalami kematian. Unsur hara makro dan mikro dapat diperoleh dari pupuk organik. Menurut Sutedjo (2008) pupuk organik merupakan hasil akhir dari perubahan atau penguraian bagian-bagian tanaman dan

binatang. Penguraian bahan organik menjadi pupuk organik ini merupakan hasil kerja mikroorganisme pengurai. Mikroorganisme tidak sebatas menguraikan bahan organik saja, tetapi lebih dari itu dengan cara membantu melepaskan unsur-unsur kimia yang penting bagi tanaman seperti nitrogen dalam bentuk amonia maupun nitrat. Maha besar Allah yang menciptakan segala sesuatu secara seimbang. Allah berfirman dalam surat Al Mulk ayat 3 sebagai berikut:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ ۗ فَارْجِعِ
الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

Dzat yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?(Q.S Al Mulk:3).

Semua ciptaan Allah memang seimbang. Bayangkan pada kasus pupuk organik ini saja. Apabila Allah tidak menciptakan mikroorganisme pengurai maka semua jasad yang telah mati dari hewan, manusia dan tumbuhan tidak akan terurai. Sebagai akibatnya tumbuhan tidak mendapatkan nutrisi yang diperlukan untuk kehidupannya, kemudian organisme yang bergantung pada tumbuhan seperti hewan dan manusia akan menjadi punah.