

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanaman Sawi ( *Brassica juncea* ) dan Kompos *Azolla* sp. dalam Perspektif Islam

##### 2.1.1 Tanaman Sayuran dalam al-Qur'an menurut Perspektif Islam

Sawi (*Brassica juncea*) merupakan salah satu jenis sayuran yang kaya akan vitamin dan nutrisi sehingga banyak dikonsumsi sebagai sayuran penyeimbang gizi makanan. Sayuran dalam al-Qur'an merupakan hijau-hijauan yang ditumbuhkan dengan berbagai macam bentuk dan manfaatnya bagi manusia sebagai sumber makanan. Sebagaimana Allah SWT telah berfirman dalam surat 'abasa (80) ayat 24-32, yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾  
فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَخَلًّا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَيْكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾  
مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya: ”Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya, Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu” (Q.S 'abasa (80) ayat 24-32).

Dalam *Tafsir al-Mishbah*, kata (ينظر) *yandhur* dapat berarti melihat dengan mata kepala bisa juga melihat dengan mata hati yakni merenung atau berfikir. Kata

*yandzur* dapat juga diartikan menyelidiki atau meneliti. Manusia supaya dapat melangsungkan hidupnya membutuhkan makanan atau *tha'am* (طعام) yang sebelumnya sudah diteliti baik buruk dari makanan tersebut. Salah satu jenis makanan bergizi yang dibutuhkan tubuh yaitu jenis sayuran atau *Qathban* (قثبا).

Diantara jenis sayuran, Sawi daging merupakan salah satu sayuran yang mengandung nilai gizi yang cukup tinggi dan baik untuk kesehatan. Dalam surat Luqman (31) ayat 16 yang berbunyi:

يَبْنِيْ اِنَّهَا اِنْ تَكُ مِثْقَالَ حَبَّةٍ مِّنْ خَرْدَلٍ فَتَكُنْ فِيْ صَخْرَةٍ اَوْ فِي السَّمٰوٰتِ اَوْ فِي الْاَرْضِ يٰٓاْتِ بِهَا  
 اَللّٰهُ اِنَّ اَللّٰهَ لَطِيْفٌ حَبِيْرٌ ﴿١٦﴾

Artinya: “(Luqman berkata): "Hai anakku, Sesungguhnya jika ada (sesuatu perbuatan) seberat biji sawi, dan berada dalam batu atau di langit atau di dalam bumi, niscaya Allah akan mendatangkannya (membalasinya). Sesungguhnya Allah Maha Halus lagi Maha mengetahui” (Q.S Luqman (31) ayat 16).

Dalam *Tafsir al-Mishbah* Kata (خردل) *khardal* mengandung arti biji sawi/moster merupakan biji-bijian teringan yang diketahui umat manusia sampai sekarang. Sawi merupakan bahan makanan sayuran mengandung zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Kandungan yang terdapat pada sawi adalah kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C.

### 2.1.2 Pemanfaatan *Azolla* sp. dalam al-Qur'an menurut Perspektif Islam

*Azolla* sp. merupakan jenis tanaman paku yang hidup di lingkungan perairan dan mempunyai sebaran yang cukup luas sehingga *Azolla* sp. tersebut melimpah dan belum dimanfaatkan. *Azolla* sp. bersimbiosis dengan ganggang biru *Anabaena azollae* yang mempunyai kemampuan mengikat nitrogen bebas sehingga akan mampu menambah kesuburan tanah. Firman Allah SWT dalam surat al-A'raaf (7) ayat 58, yang berbunyi:

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

Artinya: “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'raaf (7): 58).

Makna ( والبلد الطيب ) ( dan tanah yang baik ) yang subur tanahnya yaitu tanah yang mengandung unsur hara. ( يخرج نباته ) (tanaman-tanamannya tumbuh subur) tumbuh dengan baik maksud kata tersebut yaitu tanaman akan tumbuh subur jika kebutuhan hara tanaman tersebut terpenuhi. Makna ( والذي خبث ) artinya ( dan tanah yang tidak subur) jelek tanahnya atau tanah yang kekurangan unsur hara. ( لا يخرج ) (tidaklah mengeluarkan) tanamannya ( الا نکدا ) (kecuali tumbuh merana) sulit dan susah tumbuhnya. Maksud dari kata diatas yaitu tanah yang baik dan subur yaitu

tanah yang jika ditanami tanaman maka tanaman tersebut akan tumbuh subur, sedangkan tanah yang tidak subur jika ditanami tanaman akan merana (mati). Hal tersebut sebagai bukti kekuasaan Allah SWT. Salah satu bentuk usaha manusia untuk mendapatkan tanah yang subur yaitu dengan cara menambahkan bahan organik seperti kompos *Azolla* sp., sehingga unsur hara dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman dapat tercukupi.

Menurut Shihab dalam *Tafsir Al-Mishbah* (2002), tanah yang baik yakni yang subur dan selalu terpelihara, tanaman-tanamannya tumbuh subur berdasarkan kehendak Allah SWT yang ditetapkan-Nya melalui hukum-hukum alam dan tanah yang buruk yakni yang tidak subur Allah tidak memberinya potensi untuk menumbuhkan. Karena itu, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana, hasilnya sedikit dan kualitasnya rendah. Pupuk organik *Azolla* sp. diharapkan dapat memperbaiki tanah yang buruk sehingga menjadi tanah yang subur karena pupuk organik *Azolla* sp. mengandung unsur hara yang cukup tinggi.

## 2.2 Botani Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)

### 2.2.1 Klasifikasi Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)

Klasifikasi tanaman sawi dalam (Haryanto, 2007) sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Angiospermae

Ordo : Rhoadales (Brassicales)

Famili : Cruciferae (Brassicaceae)

Genus : *Brassica*

Spesies : *Brassica juncea* L.

### 2.2.2 Deskripsi Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)



Gambar 2.2.2. morfologi Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)

Sistem perakaran tanaman sawi memiliki akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah

dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain mengisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru, 2003).

Batang tanaman sawi pendek dan beruas-ruas sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2002).

Sawi berdaun lonjong, halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserak (roset) hingga sukar membentuk krop (Sunarjono, 2004).

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga sawi terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2002).

### **2.2.3 Manfaat dan Kandungan Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)**

Sawi termasuk ke dalam kelompok tanaman sayuran daun yang mengandung zat-zat gizi lengkap yang memenuhi syarat untuk kebutuhan gizi masyarakat. Sawi hijau bisa dikonsumsi dalam bentuk mentah sebagai lalapan maupun dalam bentuk olahan dalam berbagai macam masakan. Selain itu berguna untuk pengobatan

(terapi) berbagai macam penyakit seperti mencegah kanker, hipertensi, penyakit jantung, membantu kesehatan sistem pencernaan, serta menghindarkan ibu hamil dari anemia (Cahyono, 2003).

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Sawi Setiap 100 gr

No	Komposisi	Jumlah
1	Kalori	22,00 k
2	Protein	2,30 g
3	Lemak	0,30 g
4	Karbohidrat	4,00 g
5	Serat	1,20 g
6	Kalsium	220,50 mg
7	Fosfor	38,40 mg
8	Besi (Fe)	2,90 mg
9	Vitamin A	969,00 Si
10	Vitamin B <sub>1</sub>	0,09 mg
11	Vitamin B <sub>2</sub>	0,10 mg
12	Vitamin B <sub>3</sub>	0,70 mg
13	Vitamin C	102,00 mg

Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI 1979

Manfaat tanaman sawi daunnya digunakan sebagai sayur dan bijinya dimanfaatkan sebagai minyak serta pelezat makanan. Tanaman caisim atau sawi banyak disukai karena rasanya serta kandungan beberapa vitaminnya. Pada daun sawi 100 gr terkandung 6460 IU Vitamin A, 102 mg Vit B, 0,09 mg Vit C, 220 mg kalsium dan kalium (Arief, 1990).

Sawi mengandung berbagai zat gizi yang sangat dibutuhkan tubuh, antara lain vitamin K, A, C, E, folat, mangan, dan serat pangan. Menurut Almatsier (2002)

dalam Sebayang (2010) Kandungan vitamin K pada sawi dikatakan sangat tinggi karena 5 kali lebih besar dari vitamin K yang dibutuhkan manusia dewasa laki-laki dan perempuan per hari, yaitu sebesar 60-80 mcg (Murray, dkk, 2003) dalam Sebayang (2010) Konsumsi per cangkir (*cup*) sawi sudah dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan vitamin K per hari. Sebagai sayuran daun, sawi caisim kaya akan sumber vitamin dan mineral.

Menurut Rukmana (1994), sawi daging banyak mengandung vitamin A, sehingga berdaya guna dalam upaya mengatasi masalah kekurangan vitamin A atau penyakit rabun ayam (*Xerophthalmia*) yang sampai saat ini menjadi masalah di kalangan anak balita. Kandungan nutrisi pada sawi caisim berguna juga untuk kesehatan tubuh manusia yaitu untuk mendinginkan perut.

Rismawani (2002) mengemukakan, konsumsi sayuran dari genus Brassicaceae (termasuk Sawi) dapat menurunkan risiko berbagai jenis kanker, yaitu kanker payudara, prostat, ginjal, kolon, kandung kemih, dan paru-paru. Konsumsi tiga porsi atau lebih sayuran tersebut mampu menurunkan risiko kanker prostat dibandingkan dengan konsumsi hanya satu porsi per minggu. Konsumsi sayuran Brassicaceae sebanyak 1-2 porsi/hari mampu menurunkan risiko kanker payudara sebesar 20-40 %.

Di antara sayuran daun, sawi merupakan komoditas yang memiliki nilai komersial dan digemari masyarakat Indonesia. Konsumen menggunakan daun sawi baik sebagai bahan pokok maupun sebagai pelengkap masakan tradisional dan masakan cina. Selain sebagai bahan pangan, caisim atau sawi dipercaya dapat

menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. sawi pun berfungsi sebagai penyembuh sakit kepala dan mampu bekerja sebagai pembersih darah (Haryanto, 2001).

#### **2.2.4 Syarat Tumbuh Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)**

##### **a. Iklim**

Curah hujan yang cukup sepanjang tahun dapat mendukung kelangsungan hidup tanaman karena ketersediaan air tanah yang mencukupi. Tanaman sawi tergolong tanaman yang tahan terhadap curah hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan tanaman sawi hijau adalah 1000-1500 mm/tahun. Akan tetapi tanaman sawi yang tidak tahan terhadap air yang menggenang. (Cahyono, 2003)

Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah daerah yang mempunyai suhu malam hari  $15,6^{\circ}\text{C}$  dan siang harinya  $21,1^{\circ}\text{C}$  serta penyinaran matahari antara 10-13 jam per hari. Meskipun demikian, beberapa varietas sawi yang tahan (toleran) terhadap suhu panas, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah yang suhunya antara  $27^{\circ}$ - $32^{\circ}\text{C}$  (Rukmana, 2007).

Tanaman sawi pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah. Tanaman ini selain tahan terhadap suhu panas (tinggi) juga mudah berbunga dan menghasilkan biji secara alami pada kondisi iklim tropis Indonesia. (Haryanto, 2002). Udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau yang optimal berkisar antara 80%-90%. Kelembaban udara yang tinggi lebih dari 90 persen berpengaruh buruk terhadap

pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang tinggi tidak sesuai dengan yang dikehendaki tanaman, menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) terganggu. Dengan demikian kadar gas  $\text{CO}_2$  tidak dapat masuk ke dalam daun, sehingga kadar gas  $\text{CO}_2$  yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun (Cahyono, 2003).

#### b. Tanah

Tanah yang cocok untuk ditanami sawi adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah antara pH 6-7 (Haryanto, 2003). Sawi dapat di tanam pada berbagai jenis tanah, namun paling baik adalah jenis tanah lempung berpasir seperti andosol. Pada tanah-tanah yang mengandung liat perlu pengolahan tanah secara sempurna, antara lain pengolahan tanah yang cukup dalam, penamahan pasir dan pupuk organik dalam jumlah (dosis) tinggi (Rukmana, 2007).

Sifat biologis tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman Sawi adalah tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus) dan bermacam-macam unsur hara yang berguna untuk pertumbuhan tanaman, serta pada tanah terdapat jasad renik tanah atau organisme tanah pengurai bahan organik sehingga dengan demikian sifat biologis tanah yang baik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Cahyono, 2003).

### **2.2.5 Kebutuhan Hara Sawi Daging (*Brassica juncea* L.)**

Tanaman sawi membutuhkan hara esensial untuk dapat hidup dan berproduksi optimal. Adapun unsur hara esensial tersebut adalah unsur hara makro seperti Nitrogen, Fosfor dan Kalium (NPK). Unsur hara Nitrogen lebih dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman sayuran seperti halnya sawi dibandingkan dengan unsur hara esensial lainnya. Unsur N memegang peranan penting dalam proses fisiologis dan biokimia tanaman. Nitrogen merupakan komponen penyusun klorofil yang berperan dalam proses fotosintesa. Konsentrasi Nitrogen dari daun, batang dan akar berubah selama masa pertumbuhan tanaman sawi, pada tahap awal pertumbuhan konsentrasi Nitrogen yang melalui tanaman akan menjadi tinggi, namun seiring bertambah umur tanaman konsentrasi Nitrogen menurun, dan pada umumnya juga dipengaruhi oleh ketersediaan sumber Nitrogen dari luar tanaman. Bagian dari tanaman yang sering menjadi indikator kurangnya ketersediaan Nitrogen adalah bagian daun, karena daun merupakan organ aktif untuk asimilasi dan dapat merefleksikan status nutrisi dari tanaman. Defisiensi Nitrogen ditandai dengan perubahan warna daun yang menjadi menguning (mengalami klorosis), dimulai dari bagian bawah daun. Defisiensi yang kuat akan menyebabkan daun berwarna semakin coklat dan mati (Samekto, 2008).

Setiap tanaman memerlukan paling sedikit 16 unsur agar pertumbuhannya normal. Dari ke-16 unsur tersebut, 3 unsur (karbon, hidrogen, dan oksigen) diperoleh dari udara, sedangkan 13 unsur lagi disediakan oleh tanah. Ke 13 unsur tersebut yaitu

nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur atau belerang (S), klor (Cl), ferum atau besi (Fe), mangan (Mn), kuprum atau tembaga (Cu), zink atau seng (Zn), oron (B), dan molibdenum (Mo). Kalau dilihat dari jumlah yang dibutuhkan tanaman, dari 13 unsur tersebut hanya enam unsur saja yang diambil tanaman dalam jumlah banyak yang biasa disebut unsur makro. Keenam unsur tersebut adalah N, P, K, S Ca, dan Mg. Tetapi dari ke-6 unsur tersebut hanya N, P, dan K yang mutlak ada didalam tanah dan perlu bagi tanaman. Oleh karena hanya unsur tersebut yang dibutuhkan dalam jumlah banyak (Lingga, 2007).

Akar tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk ion yang berada dalam larutan tanah. Unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar disebut makronutrisi atau unsur makro diantaranya adalah

a. Nitrogen (N)

Nitrogen (N) merupakan hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang, dan akar. Akan tetapi jumlah nitrogen yang terlalu banyak dapat menghambat pembuahan dan pembuahan pada tanaman (Sutedjo, 2008).

Sekalipun nitrogen dalam cukup banyak, yaitu sekitar 78%, tetapi tanaman sering mengalami kekurangan. Hal ini disebabkan karena nitrogen bersifat labil sehingga mudah tercuci dan menguap. Didalam tanaman nitrogen berfungsi sebagai penyusun protoplasma, molekul klorofil, asam nukleat dan asam amino

yang merupakan penyusun protein. tanda-tanda tanaman defisiensi atau kekurangan N adalah pertumbuhannya terganggu (kerdil), daunnya berwarna pucat dan biasanya ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan biasanya (Ashari, 2006).

b. Fosfor (P)

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Jumlah fosfor dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan nitrogen dan kalium. Tetapi fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion. Fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk ion anorganik lebih cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik. Fosfor ini mobil atau mudah bergerak antar jaringan tanaman. Kadar optimal fosfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0,3%-0,5% dari berat kering tanaman (Rosmarkam, 2002).

Unsur fosfor (P) bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan akar tanaman muda. Selain itu fosfor berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, membantu pernapasan, serta mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah (Lingga, 2007).

c. Kalium (K)

Kalium (K) merupakan hara utama ketiga setelah N dan P. Kalium mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion  $K^+$ . Kalium tergolong unsur yang mobil dalam sel, dalam jaringan tanaman, maupun dalam xylem dan

floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma, garam kalium berperan dalam tekanan osmosis sel. Secara garis besar, fungsi kalium antara lain untuk membentuk dan mengangkut karbohidrat, sebagai katalisator dalam pembentukan protein, mengatur kegiatan berbagai unsur mineral, menaikkan jaringan meristem, memperkuat tegaknya batang sehingga tanaman tidak mudah roboh serta meningkatkan kualitas buah (Hapsari, 2013).

Menurut Lingga (2007) fungsi utama kalium adalah pembentukan protein dan karbohidrat. Kalium pun berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur. Kalium juga merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit.

### **2.3 Azolla (*Azolla* sp.)**

*Azolla* sp. merupakan tumbuhan air yang dapat tumbuh dengan baik di kolam, saluran air, maupun di areal pertanaman padi. Tumbuhan ini mempunyai kandungan unsur hara terutama nitrogen yang cukup tinggi, dimana *Azolla* sp. ini bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* dan memfiksasi N<sub>2</sub> dari udara. *Azolla* sp. dapat digunakan sebagai pupuk organik dan sangat membantu memperbaiki keadaan fisik, kimia dan biologi tanah. Selain itu, *Azolla* sp. dapat digunakan sebagai pakan ternak, unggas dan ikan (Krismawati, 2008).

*Anabaena azollae* mempunyai dua macam sel yaitu sel heterosis dan sel vegetatif. Sel vegetatif berfungsi mengikat CO<sub>2</sub> dan diangkut ke sel heterosis

sedangkan nitrogen diikat oleh sel heterosis kemudian diangkut ke sel vegetatif terdekat. Sel heterosis mengandung enzim nitrogenase yang akan memfiksasi  $N_2$  kemudian akan dirubah menjadi  $NH_4^+$  (amonium) selanjutnya diangkut ke inang (*Azolla*). Sel heterosis ini tidak mengadakan fotosintesis sebab nitrogenase peka terhadap  $O_2$ . Inang (*Azolla*) mengubah  $NH_3$  menjadi asam-asam amino, di samping itu inang mempunyai kemampuan memfiksasi  $CO_2$  dan melakukan fotosintesis. Selain dipergunakan untuk kebutuhan sendiri, fotosintat yang dihasilkan oleh inang secara bersama dengan asam amino akan disuplai ke mikrosimbion (*Anabaena azollae*) (Khan, 1988).

*Azolla* sp. merupakan jenis tanaman pakuan yang hidup pada lingkungan perairan dan mempunyai sebaran yang luas. Seperti tanaman legum, tanaman *azolla* sp. mampu mengikat  $N_2$  dari udara. *Azolla* sp. relatif toleran terhadap kondisi tanah yang asam, sehingga pengembangan *Azolla* sp. tidak memerlukan perlakuan khusus. *Azolla* sp. merupakan jenis tanaman air yang banyak tumbuh disawah yang tergenang. *Azolla* sp. dapat dikembangkan di sebagian petak sawah sebelum ditanami. Karena perkembangan *Azolla* sp. yang cepat ia dapat memenuhi seluruh lahan sawah. *Azolla* sp. mampu berkembang mencapai 10 kali dalam waktu 15 s/d 20 hari (Susetya, tanpa tahun).

Selama hidupnya *Azolla* sp. bersimbiosis dengan ganggang hijau-biru yang menumpang tinggal dalam rongga di antara kloroplas daun. *Azolla* sp. menyediakan tempat berlindung dan hasil fotosintesis bagi *Anabaena*, sedangkan *Anabaena*

memfiksasi nitrogen dari udara bagi *Azolla* sp.. Hubungan ini menyebabkan *Azolla* sp. dapat tumbuh berkembang secara vegetatif dengan sangat cepat dan mengakumulasi nitrogen dalam jumlah yang sangat besar. Kemampuan *Azolla* sp. dengan *Anabaena* untuk mereduksi nitrogen dari atmosfer menjadi amonia melalui enzim nitrogenase telah dilalui dengan baik dalam lingkungan air. Simbiosis *Azolla* sp. dengan *Anabaena* terjadi pada pangkal daun *Azolla* sp.. Simbiosis *Azolla* sp. dan *Anabaena* ini proses penambatan N udara dilakukan oleh ganggang biru dan N yang ditambat dierikan pada tanaman *Azolla* sp. (Khan, 1988).

Tanaman *Azolla* sp. segar mengandung 94-96% air. Tanaman *Azolla* sp. di lapang yang hijau mengandung lebih banyak nitrogen dibanding yang sudah mencoklat. Hal ini disebabkan aktifitas nitrogenasenya masih tinggi (ladha, 1997). Karena kandungan hara dan asam-asam amino penting yang dimiliki oleh *Azolla* sp. dan pertumbuhan pesat dengan biomasa yang banyak. Maka *Azolla* sp. sangat potensial sebagai pupuk tanaman pakan ikan, pakan unggas, pakan ternak dan kemungkinan sebagai bahan sayuran bagi manusia (Husen, 2003).

#### **2.4 Pupuk Organik**

Pupuk adalah meterial yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu bereproduksi dengan baik. Material pupuk dapat berupa bahan organik ataupun non-organik (mineral). Pupuk berbeda dari suplemen. Pupuk mengandung bahan baku

yang diperlukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sementara suplemen seperti hormon tumbuhan membantu kelancaran proses metabolisme. Fungsi pupuk adalah sebagai salah satu sumber zat hara buatan yang diperlukan untuk mengatasi kekurangan nutrisi terutama unsur-unsur nitrogen, fosfor, dan kalium. Sedangkan unsur sulfur, kalsium, magnesium, besi, tembaga, seng, dan boron merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (mikronutrien) (Agromedia, 2007).

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari pelapukan bahan-bahan organik berupa sisa-sisa tanaman, fosil manusia dan hewan, kotoran hewan, dan batuan organik yang terbentuk dari tumpukan kotoran hewan selama ratusan tahun. Pupuk organik juga dapat berasal dari limbah industri, seperti limbah rumah potong hewan, limbah industri minyak asiri, ataupun limbah industri yang telah diolah, sehingga tidak lagi mengandung bahan beracun (Purwa, 2007).

Menurut Henuhili (2008) pupuk organik biasanya dipakai sebagai pupuk dasar, yaitu dicampurkan ke tanah pada waktu pengepotan tanaman atau dicampurkan pada tanah bedengan dilahan sebelum penanaman. Meskipun hanya menyediakan unsur hara dalam jumlah yang sedikit, tetapi pupuk organik ini sangat baik untuk memperbaiki sifat tanah, sehingga tanah menjadi gembur dan dapat ditembus akar dengan mudah serta dapat menyimpan udara atau air yang cukup bagi tanaman.

Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik yang diurai (dirombak) oleh mikroba, yang hasil akhirnya dapat menyediakan unsur hara yang

dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk organik sangat penting artinya sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan. Penggunaan pupuk organik padat dan cair pada sistem pertanian organik sangat dianjurkan (Supartha, 2012).

Menurut Susetya (tanpa tahun) menyebutkan bahwa walaupun unsur-unsur hara pupuk organik tergolong sedikit, tetapi pupuk organik lebih ramah lingkungan dibanding pupuk lainnya. Beberapa keunggulan yang dimiliki pupuk organik antara lain memperbaiki dan menjaga struktur tanah, meningkatkan daya serap dan daya pegang tanah terhadap air, dan menaikkan kondisi kehidupan di dalam tanah.

Pengaruh bahan organik terhadap tanah dan kemudian terhadap tanaman tergantung pada laju proses dekomposisinya. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi ini meliputi faktor bahan organik dan faktor tanah. Faktor bahan organik meliputi komposisi kimiawi, nisbah C/N, kadar lignin dan ukuran bahan. Sedangkan faktor tanah meliputi temperatur, kelembaban, tekstur, struktur dan suplai oksigen, serta reaksi tanah, ketersediaan hara terutama N, P, K dan S (Hanafiah, 2007).

## **2.5 Pengomposan**

Kompos adalah bahan organik yang telah mengalami pembusukan atau pelapukan dengan bantuan mikroorganisme seperti daun-daun, jerami, alang-alang,

rumpun-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, serta kotoran hewan. Bila bahan-bahan ini sudah hancur atau lapuk disebut pupuk organik (kompos). Di lingkungan alam terbuka kompos bisa terjadi dengan sendirinya lewat proses alami yang berasal dari rumput, daun-daunan dan kotoran hewan serta sampah lainnya yang lama-kelamaan membusuk karena kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Namun, proses tersebut oleh perlakuan manusia dapat menghasilkan kompos yang berkualitas baik dalam waktu yang tidak lama (Suprpto, 2005).

Menurut Susetya dalam bukunya menyebutkan bahwa kompos merupakan sisa bahan organik yang berasal dari tanaman, hewan, dan limbah organik yang telah mengalami proses dekomposisi atau fermentasi. Jenis tanaman yang sering digunakan untuk kompos diantaranya jerami, sekam padi, tanaman pisang, gulma, sayuran yang busuk, sisa tanaman jagung, dan serabut kelapa. Bahan dari ternak yang sering digunakan untuk kompos diantaranya kotoran ternak, urine, pakan ternak yang terbuang, dan cairan biogas. Tanaman air yang sering digunakan untuk kompos diantaranya ganggang biru, gulma air, dan *Azolla* sp..

Salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah adalah bahan organik (salah satunya kompos). Oleh karenanya, penambahan bahan organik kedalam tanah amat penting. Bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan kotoran hewan dan sebagainya mengalami proses perubahan dahulu agar dapat digunakan oleh tanaman. Tanpa perubahan, unsur hara dalam bahan-bahan tersebut tetap dalam keadaan terikat sehingga tidak bisa diserap oleh tanaman. Selama proses perubahan dan peruraian

bahan organik, unsur hara mengalami pembebasan dan menjadi bentuk larut yang bisa diserap tanaman. Proses perubahan ini disebut pengomposan (Murbandono, 2000).

Menurut Yulipriyanto (2010) pengomposan adalah suatu proses dekomposisi bahan organik secara aerobik dengan bantuan mikroorganisme yang hasilnya adalah bahan-bahan organik stabil dan mempunyai manfaat bagi masyarakat untuk digunakan sebagai pupuk organik. Sasaran pengomposan pada umumnya adalah perubahan secara biologis dari bahan-bahan organik menjadi bentuk yang stabil dan untuk menghancurkan organisme patogen berbahaya bagi manusia. Kompos dapat digunakan untuk memelihara bahan organik tanah, menyuburkan tanah-tanah pertanian dan memantapkan lanscape. Penambahan kompos memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Dekomposisi merupakan proses perombakan atau penguraian bahan-bahan organik (sel-sel jasad mikro yang mati) menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan tersedia bagi tanaman (Hanafian, 2005). Dekomposisi merupakan proses yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh keberadaan dekomposer baik dalam jumlah maupun diversitasnya. Sedangkan keberadaan dekomposer sendiri sangat ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan baik kondisi kimia, fisika maupun biologi. Faktor-faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap dekomposisi antara lain oksigen, bahan organik dan bakteri sebagai agen utama dekomposisi. Bakteri merupakan agen utama proses dekomposisi selain beberapa jamur atau fungi. Hasil

proses dekomposisi ini berupa nutrien anorganik yang selanjutnya dimanfaatkan oleh tumbuhan dan diruahnya kembali menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis (Sunarto, 2003)

Kemudahan dekomposisi bahan organik berkaitan erat dengan nisbah kadar hara. Secara umum, makin rendah nisbah antara kadar C dan N di dalam bahan organik, akan semakin mudah dan cepat mengalami dekomposisi. Menurut Pramaswari (2011) C/N-rasio merupakan indikator yang menunjukkan proses mineralisasi-immobilisasi unsur hara oleh mikrobia dekomposer bahan organik. C/N-rasio menurun menunjukkan proses dekomposisi bahan organik yang mengubah unsur organik menjadi anorganik (mineralisasi). Menurut Yuwono (2008) C/N rasio adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan. Nilai dari rasio C/N merupakan faktor penting yang mempengaruhi kerja bakteri. Unsur karbon (C) dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel oleh bakteri. Sementara, unsur nitrogen (N) digunakan untuk sintesis protein atau pembentukan protoplasma.

Secara garis besar, membuat kompos berarti merangsang perkembangan bakteri (jasad renik) untuk menghancurkan atau menguraikan bahan-bahan yang dikomposkan hingga terurai menjadi senyawa lain. Penguraian bahan-bahan tersebut dibantu oleh suhu  $60^{\circ}\text{C}$ . Proses penguraian tersebut mengubah unsur hara yang terikat dalam senyawa organik sukar larut menjadi senyawa organik larut sehingga berguna bagi tanaman. Pengomposan bertujuan untuk menurunkan rasio C/N. Tergantung

jenis tanamannya, rasio C/N sisa tanaman yang masih segar umumnya tinggi sehingga mendekati rasio C/N tanah. Rasio C/N adalah perbandingan C (Karbon) dan N (nitrogen). Bila bahan organik yang memiliki rasio C/N tinggi tidak dikomposkan terlebih dahulu (langsung diberikan ke tanah) maka proses penguraiannya akan terjadi ditanah. Ini tentu kurang baik karena proses penguraian bahan segar dalam tanah biasanya berjalan cepat karena kandungan air dan udara cukup. Akibatnya CO<sub>2</sub> dalam tanah meningkat sehingga dapat berpengaruh buruk bagi pertumbuhan tanaman. bahkan, untuk tanah ringan dapat mengakibatkan daya ikatnya terhadap air menjadi kecil serta struktur tanahnya menjadi kasar dan berserat (Lingga, 2007).

Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik menjadi sama dengan C/N rasio tanah (<20). C/N rasio adalah hasil perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen. Nilai C/N rasio tanah sekitar 10-12. Bahan organik yang mempunyai C/N rasio sama dengan tanah memungkinkan bahan tersebut bisa diserap oleh tanaman. Padahal di alam, beberapa jenis bahan organik mempunyai C/N rasio yang tinggi seperti jerami padi (50-70), dedaunan (>50), cabang tanaman 15-60, bahkan kayu tua 400 (Susetya, tanpa nama).

Menurut Hanafiah (2007) apabila nisbah C/N lebih kecil dari 20 menunjukkan terjadinya mineralisasi N, apabila lebih besar dari 30 berarti terjadi immobilisasi N, sedangkan jika diantara 20-30 berarti mineralisasi seimbang dengan immobilisasi. Pada nisbah C/N diatas 30 (awal dekomposisi), N-tersedia segera diimmobilisasikan kedalam sel-sel mikrobial untuk memperbanyak diri, kemudian dengan meningkatnya

aktivitas mikrobial mineralisasi N juga meningkat tetapi selaras dengan kebutuhan N untuk memperbanyak dirinya. Pada tahap akhir, selaras dengan menipisnya cadangan bahan organik yang mudah dirombak, sebagian mikroba mati dan N penyusun sel-selnya segera mengalami mineralisasi melepaskan N dan hara-hara lain, sehingga ketersediaan N meningkat apabila C/N dibawah 30. Oleh karena itu nisbah C/N awal suatu bahan organik yang akan didekomposisikan akan mempengaruhi laju penyediaan N dan hara-hara lainnya.

Menurut Wibawati (2013), proses pengomposan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap populasi dan kegiatan jasad renik. Faktor tersebut adalah temperatur, pH, kelembaban, komposisi bahan yang dikomposkan, dan jenis mikroba perombak. Apabila faktor-faktor tersebut mendukung perkembangan dan peningkatan aktivitas mikroba, maka proses pengomposan akan lebih cepat berlangsung. Menurut Yulipriyanto (2010) faktor yang mempengaruhi pengomposan itu diantaranya adalah kondisi alam dan struktur bahan alam, ukuran partikel yang dikomposkan, volume kompos, kelembapan udara, konsumsi dari biomassa mikroorganisme dan teknologi pengomposan.

## **2.6 Kompos *Azolla* (*Azolla* sp.)**

*Azolla* sp. merupakan pupuk organik yang dapat diberikan dalam bentuk bahan segar atau diberikan dalam bentuk kompos. Pembenaan *Azolla* sp. segar kedalam tanah pada pertanaman pada dapat dilakukan sebelum dan atau sesudah bibit

padi ditanam. *Azolla* sp. yang ditanam ke dalam tanah akan mengalami proses dekomposisi yang disertai pelepasan hara sehingga kandungan unsur hara N, P, K, Zn, dan Fe dalam tanah menjadi meningkat (Krismawati, 2008).

Keunggulan kompos *Azolla* sp. dibanding dengan pupuk organik lainnya menurut Husen (2003) kandungan unsur hara *Azolla* sp. lebih tinggi dari kompos yang lain, kompos *Azolla* sp. tidak tercemar logam berat yang merugikan tanaman, dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.

Tabel 2.2 Kandungan Hara Kompos *Azolla* sp.

Unsur Hara	Persentase (%)
N	2,55 - 3,95
P	0,35 - 0,85
K	1,80 - 3,90
Ca	0,40 - 0,85
Mg	0,30 - 0,40
Mn	0,09 - 0,12
Fe	0,30 - 0,20

Sumber: Bioteknologi Pertanian UMM (2003)

Menurut Djojowito (2000) *Azolla* sp. mampu mengganti urea sebanyak 50% karena mampu menambat N bebas secara praktis mudah dikelola. Selain itu *Azolla* sp. mempunyai kandungan unsur hara makro dan mikro. Sehingga mampu mensuplai unsur hara bagi tanaman baik untuk pertumbuhan maupun untuk produksi kandungan nitrogen *Azolla* sp. lebih tinggi (4-5%) dari pada pupuk kandang, kompos, guano sehingga pemakaiannya lebih sedikit. Ongkos transportasi lebih murah, karena dapat diusahakan atau dibudidayakan diberbagai tempat.

Menurut Suhartina (1996) penggunaan kompos *Azolla* sp. lebih sering akan meningkatkan aktivitas biologi, meningkatkan kondisi fisik dan kimia tanah sehingga menjadi lebih baik dan selanjutnya kompos *Azolla* sp. dapat sebagai penyedia unsur hara dan mineral yang terdapat pada tanah bagian bawah secara efisien. Menurut Djojosoewito (2000) menyatakan bahwa keunggulan kompos *Azolla* sp. yaitu kandungan unsur hara kompos *Azolla* sp. lebih tinggi dari pada kompos lain, kompos *Azolla* sp. tidak tercemar logam berat yang merugikan tanaman, dan dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Menurut Kustiono (2012) berdasarkan hasil analisis pupuk kompos *Azolla* sp. menunjukkan bahwa C/N rasio rendah, yang berarti dekomposisi *Azolla* sp. dalam tanah cepat yang mengakibatkan pasokan nitrogen juga lebih cepat tersedia dalam tanah. Berdasarkan analisis tanah yang dilakukan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan bahan organik, C organik dan C/N rasio pada tanah.

## **2.7 Pemanfaatan *Azolla* sp. sebagai Pupuk Organik**

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Akhda (2009) menunjukkan bahwa dosis 70 g/tanaman kompos *Azolla* sp. berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss) yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah, berat kering, kadar klorofil dan kadar antosianin pada umur 35 HST. Pengaruh waktu aplikasi kompos *Azolla* sp. menunjukkan pada

perlakuan 1 minggu sebelum tanam berpengaruh pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering, berat basah, kadar antosianin, luas daun dan kadar klorofil.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hapsari (2013) pemberian pupuk organik cair *Azolla* sp. dengan berbagai dosis yaitu 0 ml, 10 ml, 20 ml, dan 30 ml berpengaruh signifikan terhadap serapan nitrogen, fosfor, dan biomassa kering tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) sedangkan pada percepatan pembungaan memberikan hasil yang tidak signifikan. Dosis pupuk organik cair *Azolla* sp. yang menghasilkan biomassa kering, serapan N dan P tertinggi yaitu 30 ml. Hendrarti (1998) kombinasi perlakuan penggunaan lapisan *Azolla* sp. dan takaran pupuk urea 60 kg N/ha adalah perlakuan terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi, serapan N yang berasal dari pupuk dan efisiensi penggunaan pupuk pada padi sawah.

Hasil penelitian Kustiono (2012) menunjukkan bahwa perlakuan dosis *Azolla* sp. dan pupuk anorganik berpengaruh nyata pada semua parameter pengamatan komponen pertumbuhan dan hasil padi. Aplikasi kompos *Azolla* sp. dosis 6 ton.ha<sup>-1</sup> pada tanaman padi varietas Ciherang mampu menghasilkan gabah 8,67 ton.ha<sup>-1</sup>. Perlakuan dosis pupuk anorganik 100 persen tanaman padi sawah varietas Ciherang mampu menghasilkan gabah 8,09 ton.ha<sup>-1</sup> lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Peningkatan penggunaan pupuk anorganik dan kompos *Azolla* sp. meningkatkan presentase gabah isi hingga 90,8 persen.

Menurut Sutanto (2002) *Azolla* sp. dapat digunakan dengan cara membenamkannya secara langsung ke dalam tanah pada musim tanam padi. Hal ini disebabkan karena *Azolla* sp. mudah terurai atau terdekomposisi, bahkan dapat digunakan sesudah masa tanam. Pembenaman *Azolla* sp. akan meningkatkan bahan organik tanah. 5 ton *Azolla* sp. setara dengan nitrogen seberat 30 kg. Karenanya kebutuhan nitrogen untuk tanaman padi dapat digantikan dengan pemanfaatan *Azolla* sp.

Pemanfaatan *Azolla* sp. dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: sebagai pupuk hijau, dengan dibenamkan ke dalam tanah sebelum penanaman padi dan ditanam bersamaan dengan padi kemudian dibenamkan setelah padi ditanam. Dosis *Azolla* sp. sekitar 500 kg/ha. *Azolla* sp. ditanam 1 bulan sebelum penanaman padi. Untuk mendapat hasil yang optimal, *Azolla* sp. diberi pupuk P 2,2 kg/ha setiap 5 hari, K 4 kg/ha setiap 10 hari atau dapat diganti dengan pupuk kandang 0,5-1,0 t/ha. Bila *Azolla* sp. ditanam bersamaan dengan padi sawah, tidak diperlukan pemupukan, namun bila tanah kahat P perlu ditambahkan SP36 10 kg/ha. Dengan kedua cara tersebut, *Azolla* sp. dapat dibenamkan beberapa kali selama pertumbuhan tanaman padi (Balai Penelitian Tanah. 2009).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wibowo (2010), perlakuan waktu aplikasi kompos *Azolla* sp. berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot basah akar dan obot 100 biji. Pemberian berbagai dosis kompos *Azolla* sp. berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, cabang produktif, bobot

basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot basah akar, bobot basah akar saat panen bobot kering saat panen, bobot kering 100 biji, produksi biji persampel dan produksi biji pertanaman. Sedangkan Interaksi antara perlakuan waktu aplikasi kompos *Azolla* sp. dan berbagai dosis kompos *Azolla* sp. berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, bobot basah akar dan bobot kering 100 biji.

## **2.8 Dosis dan Waktu Aplikasi**

Kebutuhan tanaman akan bermacam-macam pupuk selama pertumbuhan dan perkembangannya (terutama dalam hal penyerapannya) tidak sama, membutuhkan waktu yang berbeda dan tidak sama banyaknya. Selama pertumbuhan dan perkembangannya terdapat berbagai proses pertumbuhan yang intensitasnya berbeda-beda sesuai dengan kepentingan berbagai proses fisiologi dimana tanaman memerlukan unsur hara yang cukup. Berdasarkan kegiatan tanaman tersebut perlu dilakukan pemupukan (pemberian unsur hara) yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan demikian pemupukan tidak boleh dilakukan sembarang waktu, harus memperhatikan waktu yang dibutuhkan (Sutedjo, 2001).

Komponen kualitas bahan organik yang penting meliputi nisbah C/N, kandungan lignin, kandungan polifenol, dan kapasitas polifenol mengikat protein. C/N, lignin, dan polifenol sering digunakan sebagai indeks jangka pendek pupuk hijau. Kandungan hara N, P dan S sangat menentukan kualitas bahan organik. Nisbah C/N dapat digunakan untuk memprediksi laju mineralisasi bahan organik (Heal, 1997

dalam Atmojo, 2003). Bahan organik akan termineralisasi jika nisbah C/N dibawah nilai kritis 25 – 30, dan jika diatas nilai kritis akan terjadi imobilisasi N, untuk mineralisasi P nilai kritis C/P sebesar 200-300, dan untuk mineralisasi S nilai kritis sebesar 200-400 (Stevenson, 1982 dalam). Jika bahan organik mempunyai kandungan lignin tinggi 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. Pada jaringan berkayu, kandungan lignin bisa mencapai 38 %. Perombakan lignin akan berpengaruh pada kualitas tanah dalam kaitannya dengan susunan humus tanah.

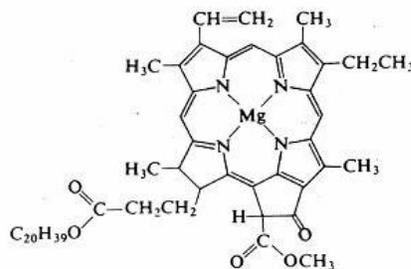
Polifenol berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi bahan organik, semakin tinggi kandungan polifenol dalam bahan organik, maka akan semakin lambat terdekomposisi dan termineralisasi. Sifat khas dari polifenol adalah kemampuannya dalam membentuk kompleks dengan protein, sehingga protein sulit dirombak oleh organisme perombak. Selain itu, polifenol juga dapat mengikat enzim organisme perombak, sehingga aktivitas enzim menjadi lemah. (Mafongoya, 1997 dalam Atmojo, 2003).

Proses dekomposisi atau mineralisasi, disamping dipengaruhi oleh kualitas bahan organiknya, juga dipengaruhi oleh frekuensi penambahan bahan organik, ukuran partikel bahan, kekeringan, dan cara penggunaannya (dicampur atau disebar di permukaan) (Vanlauwe, 1997 dalam Atmojo, 2003). Pengeringan

bahan mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi polifenol larut. Pengeringan pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  akan mengurangi konsentrasi polifenol larut (Mafongoya, 1997 dalam Atmojo, 2003). Pencampuran bahan yang berbeda kualitasnya akan berdampak pada peningkatan pelepasan hara. Dengan adanya perbedaan pelepasan hara inilah sehingga perlu dilakukan penelitian tentang waktu pemberian pupuk kompos *Azolla*.

## 2.9 Klorofil

Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Senyawa ini yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya matahari menjadi tenaga kimia. Dengan proses fotosintesis, terdapat 3 fungsi utama dari klorofil yaitu yg pertama memanfaatkan energy matahari, kedua memicu fiksasi  $\text{CO}_2$  menjadi karbohidrat dan yang ketiga menyediakan dasar energetik bagi ekosistem secara keseluruhan. Dan karbohidrat yang dihasilkan fotosintesis melalui proses anabolisme diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat, dan molekul organik lainnya. Berikut ini susunan molekul klorofil



Gambar 2.9 molekul klorofil (Rothenmund, 1956)

Klorofil terdiri dari molekul empat cincin pirol, satu dengan lainnya dihubungkan oleh gugus metana ( $-CH=$ ). Pada inti molekul terdapat atom magnesium yang diikat oleh nitrogen dari dua cincin pirol dengan ikatan kovalen serta oleh dua buah atom nitrogen dari dua cincin pirol lain dengan ikatan koordinat kovalen (Rothemund, 1956).

