

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Organik

Bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisik atau kimia. Bahan organik tanah memiliki banyak kegunaan, diantaranya dalam mempertahankan struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan dan mendistribusikan air dan udara dalam tanah, serta nutrisi-nutrisi untuk pertumbuhan tanaman dan organisme di dalam tanah.

2.1.1. Pupuk Kandang Sapi

Kotoran sapi adalah pupuk yang berasal dari campuran kotoran ternak sapi dan urinya, serta sisa-sisa makanan yang tidak dapat dihabiskan. Kotoran sapi banyak digunakan sebagai sumber bahan organik tanah yang memberikan dampak sangat baik bagi pertumbuhan tanaman karena adanya penambahan unsur hara dan perbaikan sifat tanah. Limbah peternakan sapi yang terdiri dari *feces* (kotoran padat), *urine* (air kencing sapi), dan sisa pakan yang tidak habis dimakan oleh sapi. Jika tidak diolah dengan baik dapat mencemari lingkungan. Pupuk kandang mempunyai kandungan yang lengkap yaitu mengandung unsur hara makro dan mikro yang sangat dibutuhkan tanaman. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang ini berbeda-beda tergantung pada jenis hewan, makanan hewan, umur hewan, kesehatan hewan serta pemeliharaan dan pengolahan kotoran sebelum digunakan. Kandungan unsur hara kotoran hewan ini mudah hilang yang disebabkan penyimpanan, penguapan, pencucian oleh air, dan dekomposisi. Proses ini dapat menghilangkan kandungan nitrogen, fosfat atau kalsium dalam jumlah yang besar, bahkan mencapai setengah kadar semula (Isnaini, 2006).

Pengaruh bahan organik terhadap tanah dan 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, 2005).

Pupuk kandang mempunyai pengaruh yang baik terhadap sifat fisik tanah dan kimia tanah. Penggunaan pupuk kandang untuk mempertahankan kesuburan tanah merupakan bentuk praktek pertanian organik. Nilai pupuk kandang tidak hanya ditentukan berdasarkan pasokan bahan organik tetapi besarnya pasokan nitrogen. Nitrogen yang dilepaskan oleh aktivitas mikroorganisme kemudian dimanfaatkan oleh tanaman. Pada umumnya bahan-bahan ini mengandung N, P, K dalam jumlah yang rendah, tetapi dapat memasok unsur hara mikro esensial (Tabel 1). Bahan organik juga memacu pertumbuhan dan perkembangan bakteri dan biota tanah. Nitrogen dan unsur hara lainnya yang dikandung bahan organik dilepaskan secara perlahan-lahan. Dengan demikian pemberian yang berkesinambungan membantu dalam membangun tanah, terutama dalam jangka panjang (Sutanto, 2002).

Pupuk kandang sapi merupakan pupuk padat yang banyak mengandung air dan lendir. Pupuk kandang sapi termasuk pupuk dingin karena perubahan dari bahan yang terkandung dalam pupuk menjadi tersedia dalam tanah, berlangsung secara perlahan-lahan.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Pupuk Kandang Sapi

Parameter	Kandungan
Kadar air	24,21 %
Nitrogen	1,11 %
Karbon Organik	18,76 %
C/N rasio	16,9
Fosfor	1,62 %
Kalium	7,26 %

Sumber : Sutanto, 2002.

Pupuk kandang selalu diaplikasikan sebelum atau pada saat pengolahan sebelum benih atau bibit tanam. Sebagai pupuk dasar pupuk kandang diaplikasikan secara sebar merata di seluruh permukaan tanah kemudian tanah dibajak dan digaru, selain itu dapat juga sebagai pupuk susulan (Sutanto, 2002).

2.1.2. Kompos Azolla

Azolla pinnata mempunyai ukuran tubuh kecil. Panjangnya sekitar 1,5- 2,5 cm. Poros utamanya lurus dan terdapat bulu halus pada sisi-sisinya. Batang bagian pangkal Azolla berbentuk segitiga. Cabang yang paling dasar lurus dan kemudian terpecah menjadi beberapa poros yang membentuk tanaman baru. Akar Azolla berupa perakaran lateral runcing. Akar mempunyai bulu-bulu yang muncul ke permukaan air. Daun Azolla berbentuk jarum, pendek dan pucat dengan panjang 1-2 mm, tersusun dalam 2 baris. Cuping yang paling atas berwarna hijau, hijau coklat atau kemerah-merahan. Cuping yang lebih rendah berwarna coklat. Pada cuping bagian atas sering muncul bulu uniselular berbentuk silindris. Ketika dewasa sporokarp berbentuk bulat dengan lebar 1-1,5 mm. Sporokarp terdapat pada sisi bawah cabang bagian dasar. Daun sering berwarna merah tua dan menutupi air. Permukaan atas daun azolla menolak air dan jika dibenamkan ke dalam air, tanaman azolla akan segera mengapung kembali (Bron, 2006).

Azolla pinnata berkembang baik pada musim hujan dari pada musim kemarau. Laju pertumbuhan Azolla 0,355-0,390 gram per hari (Kelompok Pemupukan dan Nutrisi Tanaman, 2005). Biomasa *Azolla pinnata* mampu meningkat dua kali lipat dalam 3-5 hari (Astuti, 1994).

Azolla pinnata tumbuh liar di air payau seperti di rawa, kolam dan bendungan. *Azolla pinnata* tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian 1.600 m dpl. Tumbuhan ini merupakan gulma pada pertanaman di air seperti padi, dan sangat mengganggu tata niaga perairan (Moenandir, 1993).

Menurut FAO (2007), 93,3% dari berat segar *Azolla pinnata* adalah air. Selanjutnya *Azolla pinnata* juga mempunyai rasio C/N 18,3 yang mendekati rasio C/N tanah, sehingga tanaman ini dapat digunakan sebagai pupuk hijau. Selain itu *Azolla pinnata* juga memiliki kandungan unsur hara yang disajikan pada Tabel 2 dan senyawa organik yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kandungan Unsur Hara *Azolla pinnata*

Unsur	Nilai
N	1,96-5,30 %
P	0,16-1,56 %
K	0,31-5,97 %
Ca	0,45-1,70 %
Mg	0,22-0,66 %
S	0,22-0,73 %
Si	0,16-3,35 %
Na	0,16-1,31 %
Cl	0,62-0,90 %
Al	0,04-0,59 %
Fe	0,04-0,59 %
Mn	66-2944 (ppm)
Co	0,264 (ppm)
Zn	26-989 (ppm)

Sumber : Kel. Pemupukan dan Nutrisi Tanaman (2005)

Tabel 3. Kandungan Senyawa Organik *Azolla pinnata*

Nutrisi	Persentase
Protein kasar	18,03 %
NDF	55,44%
ADF	52,89%
Hemiselulosa	2,55%
Selulosa	21,17%
Lignin	23,58%
Silica	7,59%
Karbohidrat dapat larut	2,71%

Sumber : Soebarinoto *et al.*(1999)

2.1.3. Tanaman paitan (*Tithonia diversifolia*)

Tanaman paitan ialah tanaman semak dari famili *Asteraceae* yang biasanya tumbuh liar sebagai tanaman pagar dan mempunyai biomassa tanaman mencapai 8,5 ton ha⁻¹ (ICRAF, 1997). Tanaman paitan berasal dari Meksiko dan tersebar luas di daerah humia dan subtropics seperti Amerika Tengah dan Selatan, Asia dan Afrika.

Tanaman paitan mulai berbunga pada akhir musim hujan. Tinggi tanaman paitan bervariasi antara 1 – 3 m. Tumbuhan ini banyak ditemukan pada lahan terbuka, pada lahan kosong yang tidak dipergunakan, tumbuh di sekitar lahan pertanian, di sekitar rumah dan disepanjang tepi jalan. Tanaman paitan ialah tanaman semak dengan kandungan N (Nitrogen), P (Fosfor), dan K (Kalium) dalam biomassa daun hijau relatif tinggi seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Unsur Hara Tanaman Paitan

Unsur	Jumlah (%)
Nitrogen	2.3-5.5
Fosfor	0.2-0.5
Kalium	2.3-5.5
Calsium	1.8
Magnesium	0.9

Sumber : George *et al.*, (2001)

Biomassa daun tanaman paitan mempunyai kandungan nutrisi dan dikenal sebagai sumber potensi nutrisi bagi tanaman budidaya (Rutangga *et al.*, 1999). Tanaman paitan juga mempunyai laju dekomposisi yang cepat. Tanaman paitan mengandung lignin dan polifenol yang cukup rendah, yaitu 5.32 % dan 2.8 %, sehingga sangat mudah terdekomposisi. Pelepasan N terjadi sekitar 1 minggu setelah dimasukkan ke dalam tanah (Jama *et al.*, 1999)

2.2. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat Tanah

Bahan organik memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur. Penyebab kompak dan lebih gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah. Dengan struktur yang lebih baik ini berarti difusi O_2 atau aerasi akan lebih banyak sehingga proses fisiologis di akar akan lancar (Setyorini, 2003).

Menurut Arsyad (1989), peranan bahan organik dalam pembentukan agregat yang stabil terjadi karena mudahnya tanah membentuk kompleks dengan bahan organik. Hal ini berlangsung melalui mekanisme: penambahan bahan organik dapat meningkatkan populasi mikroorganisme, diantaranya jamur dan cendawan, karena bahan organik digunakan oleh mikroorganisme sebagai penyusun tubuh dan sumber energinya. Miselia atau hifa cendawan tersebut mampu menyatukan butir tanah menjadi agregat tanah, sedangkan bakteri berfungsi seperti semen yang menyatukan agregat. Komponen organik seperti **asam humat dan asam fulvat** berperan dalam proses sementasi pertikel lempung menjadi kompleks **lempung-logam-humus** (Stevenson, 1994).

Pengikatan secara fisik butir-butir primer oleh miselia jamur dan *actinomycetes*. Dengan cara ini pembentukan struktur tanpa adanya fraksi lempung terjadi di dalam tanah. Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan bagian-bagian pada senyawa organik yang berbentuk rantai panjang. Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antar bagian negatif lempung dengan bagian negatif (karboksil) dari senyawa organik dengan perantara basa dan ikatan hidrogen. Peningkatan secara kimia butir-butir liat melalui ikatan antara bagian negatif liat dan bagian positif dari senyawa organik berbentuk rantai polimer (Stevenson, 1994).

Menurut Hairiah (2000), pertimbangan pemilihan bahan organik yaitu berdasar pada kecepatan dekomposisinya. Bila bahan organik yang dipakai adalah untuk tujuan mulsa maka dipilih bahan organik yang sukar melapuk, apabila digunakan untuk tujuan pemupukan maka dipilih yang cepat mengalami dekomposisi.

Menurut Utomo (1995), adanya penambahan bahan organik berupa kompos dapat menurunkan bobot isi, ketahanan penetrasi, meningkatkan agregasi dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Puji (2005) bahwa pemberian kompos kotoran sapi 10 ton ha⁻¹ mampu menurunkan berat isi tanah dari 1,35 g cm⁻³ menjadi 1,10 g cm⁻³, pemberian 10 ton ha⁻¹ pupuk kandang mampu meningkatkan porositas tanah dari 35% menjadi 53% serta pemberian kompos 10 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan kemantapan agregat tanah dari 1,48 mm menjadi 2,27 mm.

Bahan organik juga mampu meningkatkan kadar hara dalam tanah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktavia (2006), pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran ternak dan tanaman paitan mampu meningkatkan kadar C-organik dan N total tanah.

2.3. Pengaruh Kondisi Tanah terhadap Nitrifikasi

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar, selain itu juga meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman (Sutejo, 1999). Semakin tinggi pemberian nitrogen semakin cepat pula sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma. Nitrogen diserap dalam bentuk NO₃⁻ (Nitrat) dan NH₄⁺ (Amonium). Menurut Suwandi dan Hilman (1990), tanaman bawang merah memerlukan unsur N selama pertumbuhannya. Pemberian N pada kombinasi dan dosis yang tepat dapat meningkatkan bobot basah dan bobot kering umbi tanaman bawang merah. Dengan demikian jelas bahwa unsur N berhubungan dengan penggunaan karbohidrat di dalam tanaman. Penggunaan N dengan dosis yang tinggi dapat memperpanjang pertumbuhan vegetatif dan dapat menunda pematangan organ-organ generatif (Hidayat *et al.*, 1996).

Bakteri nitrifikasi sangat peka terhadap lingkungannya, lebih peka dibandingkan dengan organisme heteropik aminisasi dan amonifikasi. Akibat nitrifikasi merupakan titik lemah dalam peredaran nitrogen. Nitrifikasi dipengaruhi oleh aerasi, suhu, pH, dan nisbah C/N.

1. Aerasi

Nitrifikasi merupakan proses oksidasi maka setiap meningkatkan aerasi tanah hingga batas tertentu akan dapat meningkatkan nitrifikasi. Penambahan pupuk organik dalam upaya memperbaiki agregasi tanah merupakan usaha untuk meningkatkan nitrifikasi. Bahan organik menyebabkan terjadinya granulasi tanah merupakan salah satu sifat bahan organik dalam mempengaruhi sifat fisik tanah.

2. Suhu

Suhu yang sangat menunjang nitrifikasi adalah 27 °C dan 32 °C. Pada suhu 52 °C nitrifikasi terhenti, tetapi antara suhu 20 dan 50 °C nitrifikasi mulai berlangsung dan secara berangsur meningkat hingga suhu optimum.

3. pH.

Sanchez (1992) menjelaskan bahwa pada pH tanah lebih tinggi dari 7, ion NH_4^+ dapat diubah menjadi NH_3 (gas amoniak) dan hilang ke dalam udara apabila tanah kering.

4. Nisbah C/N

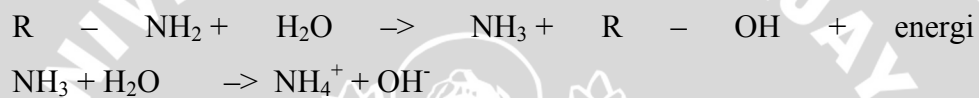
Setelah bahan hidrat arang yang telah lapuk diberikan, asimilasi nitrogen menurun dan produk samping senyawa ammonium dihasilkan, keadaanya dapat menunjang berlangsungnya nitrifikasi, dan nitrat mulai minimbun. Jadi nisbah C/N melalui pengaruh selektifnya terhadap jasad tanah, dapat mengendalikan nitrifikasi dan adanya nitrat dalam tanah. Pemberian bahan organik bernisbah C/N rendah akan memberikan peningkatan terjadinya granulasi pada tanah. Menurut Hairiah *et al.* (2000), kecepatan pelapukan bahan organik tergantung perbandingan carbon dan nitrogen dari bahan tersebut. Bahan yang memiliki C/N kecil akan mengalami proses pelapukan yang lebih cepat bila dibanding bahan organik yang memiliki C/N lebih besar. Karena C/N bahan organik yang mendekati C/N tanah akan menyebabkan reaksi yang baik antara tanah dan bahan organik, sehingga akan menghasilkan humus yang berkualitas baik pula.

Perubahan bentuk N- organik menjadi N- mineral disebut mineralisasi, sebaliknya perubahan bentuk N-mineral menjadi bentuk N-organik disebut immobilisasi. Menurut Hardjowigeno (2007), tahapan yang terjadi dalam proses mineralisasi yaitu aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi.

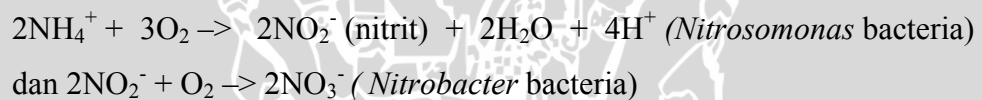
1. Aminisasi, yaitu pembentukan senyawa amino dari bahan organik (protein) oleh bermacam-macam mikroorganisme. Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

Proteins + H₂O → asam amino + amina + urea + CO₂ + energi.
pemecahan protein menjadi unit lebih kecil, yang mengandung gugus NH₂

2. Amonifikasi, yaitu pembentukan ammonium dari senyawa-senyawa amino oleh mikroorganisme, dengan reaksi sebagai berikut :



3. Nitrifikasi, yaitu perubahan dari ammonium menjadi nitrit (oleh bakteri nitrosomonas), kemudian menjadi nitrat (oleh bakteri nitrobacter). Hal ini dapat ditunjukkan melalui suatu reaksi :



Tingkat kehilangan unsur N dari tanah cukup tinggi akibat dari sifat N yang sangat *mobile*. Menurut Hardjowigeno (2003), hilangnya nitrogen dari tanah disebabkan oleh :

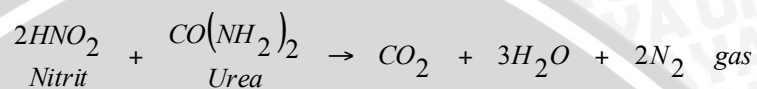
- 1) Diserap oleh tanaman,
- 2) Digunakan oleh mikroorganisme,
- 3) Nitrogen dalam bentuk NH₄⁺ dapat diikat oleh mineral liat jenis illit sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman,
- 4) Nitrogen dalam bentuk NO₃⁻ (nitrat) mudah dicuci oleh air hujan (*leaching*)
 - a. Banyak hujan, N rendah,
 - b. Tanah pasir mudah merembeskan air, N lebih rendah daripada tanah liat, dan

5) Proses denitrifikasi yaitu proses reduksi nitrat menjadi N_2 gas yang terjadi di tempat yang tergenang, drainase buruk dan tata udara jelek.

a. Oleh mikroorganisme



b. Proses reduksi kimia (terjadi setelah terbentuk nitrat) misalnya reaksi nitrat dengan urea.



Pencucian karena air hujan atau erosi dapat dikurangi dengan adanya pembentukan granulasi tanah oleh bahan organik seperti terurai diatas. Pengurangan diatas biasanya saat ini dipenuhi dengan penambahan pupuk anorganik. Akibat dari penambahan pupuk anorganik akan menyebabkan reaksi seperti diuraikan diatas, sehingga menyebabkan efektifitas dan kerusakan tanah semakin meningkat.

Karena tanah selalu mengarah ke keadaan kadar nitrogen normal atau kadar nitrogen seimbang, maka setiap usaha untuk menaikkan kadar nitrogen di atas kadar normal akan selalu dihadapkan pada persoalan pemborosan karena kehilangan melalui drainase atau terjadi reaksi seperti yang dijelaskan di atas, maka untuk mempertahankan kadar nitrogen pada tingkat sedang merupakan tindakan yang paling tepat. Dengan menambahkan bahan organik yang bernisbah C/N rasio kecil serta mempertahankan pH tanah. Bahan organik dengan C/N ratio rendah akan mengubah nitrogen yang semula ada dalam tanah diubah bentuk nitrogen-organik (mobilisasi) yang tersedia bagi tanaman.

Secara singkat dapat dikatakan bahwa menyediakan cukup nitrogen dalam tanah dengan mempertahankan agar tetap mobile dan pada waktu yang sama melindunginya dari kemungkinan hilang yang berlebihan disebabkan oleh pencucian, volatilisasi dan erosi. Hal tersebut tidak terlepas dari pengaruh dari sifat fisik tanah yang mempengaruhi ketersediaan nitrogen.

2.4. Bawang Merah

Produksi yang optimal sesuai yang diharapkan memerlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi diantaranya syarat yang berhubungan dengan keadaan alam (lingkungan). Syarat pertumbuhan ini meliputi beberapa faktor yaitu tanah, air, dan faktor iklim yang terdiri dari angin, curah hujan, cahaya matahari, suhu dan kelembaban.

Bawang merah menginginkan tanah yang subur, memiliki konsistensi yang gembur, banyak mengandung bahan organik, dan tekstur tanah lempung berpasir atau lempung berdebu. Derajat kemasaman tanah (pH) antara 5,5-6,5. pH tanah yang asam (<5,5) garam Aluminium (Al) yang terlarut dalam tanah akan bersifat racun, sehingga tumbuhnya bawang tersebut akan kerdil, sedangkan tanah basa (>6,5) garam Mangan (Mn) tidak dapat digunakan oleh tanaman bawang sehingga umbinya kecil dan hasilnya rendah. Pada tanah gambut (pH<4) memerlukan pengapuran terlebih dahulu supaya umbinya dapat besar. Tanaman bawang merah tidak tahan terhadap curah hujan yang lebat. Tanaman ini tidak senang pada daerah yang berkabut dan yang berangin kencang.

Selain tanah faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya bawang merah yang tidak kalah pentingnya adalah faktor iklim. Dalam pertumbuhannya bawang merah menginginkan iklim kering, suhu yang agak panas dan cuaca cerah, terutama yang mendapat sinar matahari lebih dari 12 jam. Bawang merah tidak tahan kekeringan karena akarnya yang pendek, selama pertumbuhannya dan perkembangan umbi dibutuhkan air yang cukup banyak. Tetapi tanaman bawang merah tidak tahan terhadap tempat yang selalu basah. Bawang merah dari dataran rendah sampai tinggi dengan ketinggian antara 0-900 m dpl dengan curah hujan 300-2500 mm/th dapat tumbuh dengan baik, sedangkan suhu yang diinginkan adalah sekitar 25-30 °C dan suhu rata-rata pertahunnya 30 °C (Rahayu *et al.*, 1999).