

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Bahan Organik terhadap Produktivitas Tanah dan Tanaman

Sumber bahan yang digunakan sebagai pupuk organik sangat beragam dengan karakteristik sifat fisik dan kimia atau kandungan hara yang berbeda-beda, sehingga kualitas pupuk organik yang dihasilkan juga berbeda-beda mutunya. Oleh karena itu pengaruhnya terhadap produktivitas tanah dan tanggapan antara tanaman (padi, palawija, dan hortikultura) juga tidak sama. Pada umumnya untuk meningkatkan produksi tanaman hortikultura memerlukan bahan organik dengan dosis tinggi. Zubaidah dan Kari (1997) menyatakan bahwa untuk mendapatkan hasil kentang yang tinggi membutuhkan pupuk kandang sebesar 20 - 30 t ha⁻¹. Menurut Pujiharti dkk. (1997) pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan produksi secara nyata pada bawang merah dengan dosis 10-30 t ha⁻¹ buncis dengan dosis pupuk kandang 5 t ha⁻¹.

Pemberian pupuk kandang juga dapat meningkatkan produksi tanaman padi dan palawija. Basa dkk. (1991) melaporkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang atau pupuk hijau sebanyak 10 t ha⁻¹ th meningkatkan hasil padi gogo, jugung dan kedelai secara nyata pada tanah Podsolik Merah Kuning (Ultisol) di Lampung. Wigati dkk. (2006) mendapatkan bahwa pada tanah berpasir pemberian pupuk kandang pada takaran 20 t ha⁻¹ memberikan hasil kacang tunggak yang lebih baik dibanding takaran 10 t ha⁻¹ dan 30 t ha⁻¹.

Pengaruh yang menguntungkan dari pemberian pupuk kandang juga ditentukan jenisnya. Tanggapan tanaman terhadap pupuk kandang ayam lebih baik daripada pupuk kandang sapi, kambing dan kompos (Arman dkk., 2001; Mayadewi, 2007). Pupuk kandang cair lebih baik daripada pupuk kandang padat. Pupuk kandang cair dengan pemberian dosis N yang setara dapat digunakan untuk menggantikan pupuk N inorganik (Zhang dkk., 2006).

Burbey dan Sahar (2003) mendapatkan bahwa jenis pupuk kandang (ayam dan sapi) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan komponen produksi padi. Tetapi bila dikombinasikan dengan pupuk NPK, pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan dan komponen produksi padi. Cara pemberian pupuk kandang juga turut menentukan keefektifan penggunaan pupuk kandang. Faesal dkk. (2006) mendapatkan bahwa pemberian pupuk kandang sebagai penutup lubang tanam ternyata lebih baik pengaruhnya terhadap tinggi tanaman pada umur 30 dan 65 HST dibanding dilarik di atas lubang tanam.

Adisarwanto dkk. (1997) melaporkan bahwa di tanah Alluvial Regosol Genteng, pemberian pupuk hijau *Sesbania rostrata* dan jerami padi sebanyak 5 t ha⁻¹ serta kombinasi dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi, dan residunya baru nampak pada kacang hijau yang ditanam pada musim ketiga dalam pola padi kedelai-kacang hijau. Adiningsih (1988) melaporkan bahwa pemberian jerami dalam jangka panjang meningkatkan kadar P, K-dd, KTK dan Si tersedia dan kemantapan agregat dengan sangat nyata. Meningkatnya KTK tanah dapat meningkatkan daya menyangga tanah yang mempunyai arti penting dalam meningkatkan efisiensi pupuk. Pemberian jerami

jangka panjang lebih meningkatkan keefisienan pupuk N dan P dan produksi lebih mantap.

Pengaruh yang menguntungkan dari pemberian bahan organik yang berkualitas rendah lebih ditekankan untuk membangun bahan organik tanah atau humus yang pengaruhnya akan terlihat dalam jangka panjang dalam memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. BOT merupakan polimerisasi dari hasil dekomposisi serasah tanaman (bahan seperti lignin) atau kondensasi dari senyawa organik yang larut yang dilepaskan melalui dekomposisi seperti gula, asam amino, polyfenol dan lignin (Stevenson, 1982). Pengaruh bahan organik terhadap sifat biologi tanah yaitu sebagai sumber energi hara bagi jasad biologis tanah terutama heterotrofik (Hanafiah, 2007), meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolik organisme tanah dalam membantu dekomposisi bahan organik (Hakim dkk., 1986).

B. Peranan Pupuk Hayati dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Dekomposisi Bahan Organik

Kualitas tanah dikendalikan oleh tiga komponen yang saling berinteraksi, yaitu fisika, kimia, dan biologi. Komponen biologi masih sedikit dimengerti dan sulit diinterpretasikan. Siklus hara, proses perombakan bahan organik, dan pembentukan humus dalam tanah sangat tergantung pada adanya mikroba penyubur tanah dan perombakan bahan organik. Pemanfaatan mikroba perombak bahan organik untuk percepatan perombakan bahan organik dapat meningkatkan biomassa dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, larva insek, biji

gulma, dan volume bahan buangan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah (Saraswati, 2007).

Biomikro adalah inokulan campuran yang berbentuk cair, mengandung hormon tumbuh dan berbahan aktif bakteri penambat N_2 secara asosiatif, mikroba pelarut P dan penghasil selulase. Hormon tumbuh dalam biomikro diproduksi *in vitro* yaitu *Indole Acetic Acid* (Asam Indol Asetat) oleh *Azospirillum* sp. yang dapat merangsang pertumbuhan akar dari hormon tumbuh yang dikandungnya sehingga jangkauan akar dalam menyerap unsur hara meningkat. Selain itu di dalam biomikro juga mengandung enzim fosfatase dan selulase. Enzim-enzim ini berperan meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara tanah dengan adanya perombakan oleh selulolitik mikroorganisme. Enzim-enzim dan hormon tumbuh di-*preserved* dalam bahan tertentu sehingga kestabilannya dipertahankan sampai aplikasi di lapangan tidak mudah rusak dalam perubahan cuaca selama pengiriman dan penyimpanan.

Pada prinsipnya, peranan pupuk bokasi hampir sama dengan pupuk organik lainnya seperti kompos, namun pada bokasi pengaruhnya dipercepat dengan adanya penambahan mikroorganisme efektif. Bokasi dapat digunakan 3-14 hari setelah perlakuan (fermentasi). Bokasi dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman meskipun bahan organiknya belum terurai seperti pada kompos. Bila bokasi dimasukkan ke dalam tanah, bahan organiknya dapat digunakan sebagai pakan oleh mikroorganisme efektif untuk berkembangbiak dalam tanah, sekaligus sebagai tambahan persediaan unsur hara bagi tanaman.

Bahan organik tanah adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi (disebut biontik), termasuk mikrobia heterotrofik dan ototrofik yang terlibat (biotik) (Hanafiah, 2007).

Bahan organik tanah berperan secara fisika, kimia maupun biologis, sehingga menentukan status kesuburan tanah (Hanafiah, 2007). Bahan organik tanah terdiri dari bahan organik kasar dan bahan organik halus atau humus. Humus berasal dari hancuran bahan organik kasar serta senyawa-senyawa baru yang dibentuk dari hancuran bahan organik tersebut melalui kegiatan mikroorganisme di dalam tanah. Humus merupakan senyawa resisten berwarna hitam atau coklat dan mempunyai daya menahan air dan unsur hara yang tinggi (Hardjowigeno, 2003).

Pengaruh bahan organik secara fisika adalah mempengaruhi warna tanah menjadi coklat sampai hitam, merangsang granulasi, menurunkan plastisitas, kohesi dan sifat buruk lainnya dari liat (Buckman dan Brady, 1982 ; Hakim dkk., 1986), memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah (Hanafiah, 2007), dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi stabil (Buckman dan Brady, 1982; Hakim dkk., 1986; Hardjowigeno, 2003; Hanafiah, 2007).

Menurut Hakim dkk., (1986) secara kimia, bahan organik berperan dalam pelarutan unsur hara dari mineral oleh asam humus, meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation (KTK), dan meningkatkan jumlah kation mudah

dipertukarkan, serta unsur N, P, S diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari pencucian, kemudian tersedia kembali.

Dekomposisi atau mineralisasi adalah transformasi suatu unsur dalam bentuk senyawa anorganik. Imobilisasi adalah transformasi suatu unsur dalam bentuk senyawa anorganik menjadi bentuk senyawa organik (Follett dkk., 1981; Havlin dkk., 2005).

Unsur hara dalam bentuk senyawa organik tidak dapat diserap oleh tanaman. Agar dapat tersedia dan diserap oleh tanaman, maka unsur hara dalam bentuk senyawa organik tersebut harus didekomposisi atau dimineralisasi terlebih dahulu dan ditransformasi menjadi senyawa anorganik. Unsur hara yang berada dalam serasah tanaman berbentuk senyawa organik dan segera diserang oleh mikroorganisme bila diberikan ke tanah (Follett dkk., 1981).

Myers (1994) melaporkan kondisi lingkungan (tipe tanah, status unsur hara dan iklim) dan praktek pengelolaan bisa mengubah komposisi kimia dari spesies legum, mempengaruhi imobilisasi dan pelepasan N dari sisa tanaman. Kandungan N, lignin dan polyfenol merupakan faktor kimia yang menentukan mudah tidaknya terdekomposisi dari bahan tanaman yang ditambahkan ke tanah. Sifat kimia dari bahan organik yang mempengaruhi tingkat dekomposisi bahan tanaman adalah kandungan N dan nisbah C/N (Follett dkk., 1981; Isack dkk., 2000).

Tingkat dekomposisi bahan organik juga dipengaruhi oleh kelembaban dan temperatur. Agehara dan Warnske (2005) melaporkan bahwa kelembaban tanah

dan temperatur mempengaruhi N tersedia dari sumber N organik yang berbeda tergantung pada sumber N dan waktu. Tampaknya perbedaan dalam pelepasan N tanggap tersebut berhubungan dengan komposisi kimia dari sumber N yang digunakan. Mineralisasi dari bahan organik alami dimediasi oleh bakteri hetrotrofik dan fungi. Kelembaban tanah mendorong difusi oksigen dalam tanah dengan aerobik maksimum aktivitas mikrobial pada taraf kelembaban tanah 50 % dan 70 % kapasitas lapang. Di pihak lain, kelembaban tanah yang rendah menghambat aktivitas mikrobial melalui pengurangan difusi dari substrat terlarut (Schjonning dkk., 2003). Temperatur yang optimum bagi dekomposisi bahan organik adalah pada temperatur 40⁰C (Haney dkk., 2004).

Jerami padi adalah limbah pertanian yang cukup tersedia sehingga perlu untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, produksi dan pendapatan (Sutanto, 2002). Oleh karena itu perlu dicari teknologi pemanfaatan jerami padi sebagai pupuk organik yang dilakukan pada tingkat usaha tani dengan menggunakan limbah pertanian/limbah ternak yang ada di usaha tani yang bersangkutan. Jerami pada tanaman padi banyak sekali mengandung unsur nitrogen. Jerami padi merupakan sumber pupuk organik yang tersedia langsung di lahan pertanian. Mengembalikan jerami ke lahan tanaman adalah sama dengan memberikan pupuk ke dalam tanah. Dalam jerami mengandung banyak sekali unsur nitrogen karena sepertiga unsur nitrogen yang terserap tanaman padi tertinggal pada jerami. Ada berbagai macam cara dalam menangani jerami padi. Pertama jerami langsung ditebarkan ke atas lahan kemudian dibajak sehingga jerami bercampur dengan tanah atau mengolahnya dahulu menjadi kompos. Dalam jerami setiap 1,5 ton atau setara dengan 1 ton

gabah kering mengandung 9 kg Nitrogen, 2 kg Fosfor, 25 kg Silikat, 6 kg Calsium, dan 2 kg Magnesium. Cara pengembalian jerami ke lahan adalah dengan membenamkan pada lahan pertanian satu bulan menjelang tanam. Hal ini untuk menghindari proses penguraian jerami yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, sehingga pembenaman jerami dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah.

Pupuk kandang merupakan hasil samping yang cukup penting, terdiri dari kotoran padat dan cair dari hewan ternak yang bercampur sisa makanan, dapat menambah unsur hara dalam tanah (Sarief, 1986). Pemberian pupuk kandang selain dapat menambah tersedianya unsur hara, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Beberapa sifat fisik tanah yang dapat dipengaruhi pupuk kandang antara lain kemantapan agregat, bobot volume, total ruang pori, plastisitas dan daya pegang air (Soepardi, 1982).

Pemakaian pupuk kandang perlu dipertimbangkan, karena pupuk kandang dapat menyebabkan berkembangnya gulma pada lahan yang diusahakan. Diketahui bahwa keberadaan gulma yang dibiarkan tumbuh pada suatu pertanaman dapat menurunkan hasil 20% sampai 80% . Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menekan hal tersebut adalah dengan penggunaan jenis pupuk kandang yang tepat. Terdapatnya gulma pada pupuk kandang sangat dipengaruhi oleh kebijaksanaan petani saat mengembalakan ternaknya. Oleh karena lingkungan pengembalaan yang berbeda, maka gulma yang dimakan ternak juga berbeda.

Dalam suatu pertanaman sering terjadi persaingan antar tanaman maupun antara tanaman dengan gulma untuk mendapatkan unsur hara, air, cahaya matahari maupun ruang tumbuh. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasinya adalah dengan pengaturan jarak tanam (Efendi, 1977). Jarak tanam yang rapat akan meningkatkan daya saing tanaman terhadap gulma karena tajuk tanaman menghambat pancaran cahaya ke permukaan lahan sehingga pertumbuhan gulma menjadi terhambat, disamping juga laju evaporasi dapat ditekan. Namun pada jarak tanam yang terlalu sempit mungkin tanaman budidaya akan memberikan hasil yang relatif kurang karena adanya kompetisi antar tanaman itu sendiri. Oleh karena itu dibutuhkan jarak tanam yang optimum untuk memperoleh hasil yang maksimum.

Nilai pupuk kandang tidak saja ditentukan oleh kandungan nitrogen, asam fosfat, dan kalium saja, tetapi karena mengandung hampir semua unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah. Keistimewaan penggunaan pupuk kandang antara lain: merupakan pupuk lengkap, karena mengandung semua hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman, juga mengandung hara mikro, mempunyai pengaruh susulan, karena pupuk kandang mempunyai pengaruh untuk jangka waktu yang lama dan merupakan gudang makanan bagi tanaman yang berangsur-angsur menjadi tersedia, memperbaiki struktur tanah sehingga aerasi di dalam tanah semakin baik meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga hara yang terdapat di dalam tanah mudah tersedia bagi tanaman, mencegah hilangnya hara (pupuk) dari dalam tanah

akibat proses pencucian oleh air hujan atau air irigasi, dan mengandung hormon pertumbuhan yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Kotoran ternak segar yang bercampur dengan sisa-sisa pakan ternak tidak dapat langsung digunakan sebagai pupuk. Agar dapat digunakan sebagai pupuk, kotoran ternak harus mengalami proses pelapukan (dekomposisi) terlebih dahulu. Proses pelapukan dapat dilakukan dengan cara menyimpan kotoran ternak segar di dalam lubang atau karung plastik selama 2-3 bulan. Pupuk kandang diberikan secara kombinasi dengan pupuk buatan. Sebelum pengolahan tanah pupuk kandang disebar merata di atas permukaan tanah, dan selanjutnya baru dilakukan pembajakan. Jumlah pupuk kandang yang diberikan antara 5-10 t ha⁻¹, tergantung pada kesuburan tanah.

C. Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan P

Fosfor merupakan unsur hara yang sangat esensial bagi proses kehidupan makhluk hidup di dalam tanah, khususnya bagi tanaman. Unsur P di dalam tanah dibedakan dalam P organik dan P anorganik. Bentuk P organik sebagian besar terdapat pada humus tanah dan bahan organik. Sedangkan bentuk P anorganik terdapat sebagai P larutan dan P fase padatan, yang dibedakan atas tiga kategori yaitu P dapat tersedia, P lambat tersedia, dan P tidak tersedia (Nyakpa dkk., 1988).

Ketersediaan P di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh kemasaman tanah (pH) pada umumnya ketersediaan unsur P maksimum di jumpai pada tanah dengan kisaran pH antara 5,5 – 7,0. Ketersediaan P akan menurun bila pH lebih rendah

dari 5,5 atau pH lebih tinggi dari 7,0 (Hakim dkk., 1986). Hasil penelitian Hasanudin dkk. (2003) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang pada berbagai dosis mampu menurunkan Al-dd sekaligus meningkatkan pH tanah walaupun peningkatan pH tanah tidak sedrastis penurunan Al-dd. Peningkatan pH diikuti dengan peningkatan P tersedia tanah.

Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah, melalui aktivitas asam-asam organik yang dihasilkan, mampu melepaskan ikatan P yang terfiksasi dalam bentuk Al-P, Fe-P dan Ca-P sehingga menjadi P tersedia (Hakim dkk., 1986). Hal ini menjelaskan bahwa pemberian BFA yang mengandung 10% P_2O_5 diaplikasikan dengan bahan organik berupa kotoran sapi yang mengandung 0,08% P_2O_5 yang diinkubasi selama 80 hari mampu meningkatkan P-tersedia sebanyak 0,98%.

Pemberian bahan organik pada tanah dapat meningkatkan serapan P dan hasil tanaman jagung karena setelah bahan organik terdekomposisi akan menghasilkan beberapa unsur hara seperti N, P dan K serta menghasilkan asam humat dan fulvat yang memegang peranan penting dalam pengikatan Fe dan Al yang larut dalam tanah sehingga ketersediaan P akan meningkat. Bahan organik yang terdekomposisi akan menghasilkan asam-asam organik dan karbondioksida (CO_2). Anion-anion organik tersebut akan mengikat ion Al, Fe dan Ca sehingga konsentrasi Al, Fe, dan Ca yang bebas dalam larutan tanah akan menurun jumlahnya yang akan menyebabkan ketersediaan P meningkat (Hasanudin, 2003).

Menurut Leiwakabessy (1988) proses hilangnya unsur P biasanya terjadi melalui mekanisme panen dan erosi. Kebutuhan P merupakan masalah yang dijumpai pada

tanah-tanah di Indonesia, terutama yang bereaksi asam karena pada tanah-tanah asam keberadaan Al, Fe dan Mn tinggi dapat memfiksasi fosfat secara kuat yang menyebabkan fosfat kurang tersedia bagi tanaman (Nyakpa dkk., 1986).

Bahan organik memperbesar ketersediaan fosfat tanah karena dekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik, asam organik dapat menghasilkan anion-anion organik yang dapat membentuk senyawa kompleks sukar larut dengan Al dan Fe. Sehingga konsentrasi ion Al dan Fe yang bebas dalam larutan tanah berkurang, akibatnya dapat mengurangi pengikatan P organik (Nyakpa dkk., 1986).

Untuk mengatasi hal tersebut maka dapat ditempuh dengan cara pemberian bahan organik, pengapuran, dan pemupukan fosfat. Adanya bahan organik di dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan P tanah. Percobaan terakhir di Massachusetts, menjelaskan bahwa anion tertentu yang dihasilkan dalam proses dekomposisi bahan organik dapat bereaksi dengan ion-ion Al dan Fe sehingga ion-ion fosfat dapat terhindar dari reaksi dengan ion-ion logam tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah (Leiwakabessy, 1988).

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P, karena bahan organik di dalam tanah berperan dalam hal : pembentukan kompleks organofosfat yang mudah diassimilasi oleh tanaman, pergantian anion H_2PO_4^- pada tapak jerapan penyelimutan oksida Fe/Al oleh humus yang membentuk lapisan pelindung dan mengurangi penyerapan P, dan meningkatkan jumlah P organik yang dimineralisasi menjadi P anorganik (Havlin dkk., 1999).

Pengembalian bahan organik ke dalam tanah sebagai upaya mempertahankan kesuburan tanah. Bahan organik sebagai sumber C-organik dan unsur hara diantaranya P dan K. Selain unsur hara N, unsur hara makro P dan K juga sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman. P sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Menurut Nyakpa dkk. (1988) hal ini disebabkan karena P banyak terdapat didalam sel tanaman berupa unit-unit nekleotida, sedangkan nekleotida merupakan suatu ikatan yang mengandung P, sebagai penyusun RNA, DNA yang berperan dalam perkembangan sel tanaman. P juga menstimulir pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman. Pada kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH 5,5 – 7.

Menurut Aisyah (1982), pemberian bahan organik dapat mengurangi fiksasi P oleh Al dan Fe serta meningkatkan P tersedia, P total dan serapan P, akibatnya pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman akan meningkat. Bahan organik dapat memperbesar ketersediaan P tanah melalui hasil dekomposisinya yang menghasilkan asam-asam organik dan CO₂. Asam-asam organik seperti asam humat, sitrat, oksalat, tartrat, malat dan asam malonat akan membentuk senyawa kompleks dengan hidroksi Al- Fe-Silikat yang sukar larut dan membebaskan ion fosfat ke dalam larutan tanah. Pembentukan khelat antara asam organik hasil dekomposisi pupuk kandang sapi dengan Al dan Fe dapat meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis akan meningkat.

D. Pengaruh Bahan Organik terhadap Ketersediaan K-dd, Mg-dd, dan Ca-dd

Umumnya kadar kalium tanah cukup tinggi, dan diperkirakan mencapai 2,6% dari total berat tanah, tetapi kalium ini tersedia cukup rendah. Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat berat, turut memperbesar serapan kalium dari dalam tanah. Demikian juga kehilangan kalium dalam bentuk-bentuk pencucian dan erosi yang cukup besar (Hakim dkk., 1986).

Di dalam tanah dikenal empat macam bentuk kalium, yaitu (1) kalium mineral primer; (2) kalium terfiksasi mineral sekunder; (3) kalium dipertukarkan; dan (4) kalium dalam larutan (larut). Untuk kepentingan pertumbuhan tanaman, kalium tanah dibedakan berdasarkan ketersediaannya bagi tanaman dapat digolongkan ke dalam (1) kalium relatif tidak tersedia, (2) kalium lambat tersedia, dan (3) kalium segera tersedia.

Kalium dapat dipertukarkan dan kalium larut, langsung dan mudah diserap tanaman disebut kalium tersedia (segera tersedia). Sebagian kalium terfiksasi dan kalium mineral primer dapat juga diserap tanaman, setelah berubah menjadi kalium tersedia dan disebut sebagai kalium tidak dapat dipertukarkan atau kalium lambat tersedia. Kalium terfiksasi dan kalium mineral primer yang tidak dapat diserap tanaman disebut kalium relatif tidak tersedia. Kalium tidak dapat digantikan oleh pertukaran hara dan biasanya disebut sebagai kalium tidak dapat dipertukarkan. Akibatnya kalium yang terikat lambat laun dapat diubah menjadi bentuk tersedia. Dengan demikian ia tetap merupakan cadangan kalium bagi tanaman. Kalium segera tersedia hanya meliputi 1 - 2% dari seluruh jumlah unsur

kalium dalam tanah. Dalam bentuk ini kalium dapat diserap oleh tanaman dan peka terhadap pencucian. Dengan menaikkan pH tanah menyebabkan kompleks adsorpsi jenuh dengan kalsium dan kalium akan lebih banyak diikat sehingga K-dd akan berkurang di dalam tanah.

Menurut Indranada (1994) kekuatan tanah untuk menyediakan K sangat ditentukan oleh faktor kapasitasnya yang berupa kejenuhan kalium. Dengan demikian hal ini berarti pula tergantung pada KTK tanah. KTK juga menentukan jumlah yang dapat ditahan oleh tanah dan bahaya pencucian. Sama seperti nitrogen, K peka terhadap pencucian terutama pada tanah-tanah pada KTK rendah dan tanah yang bertekstur kasar (banyak mengandung pasir). Hal ini diperburuk lagi dengan adanya pengolahan tanah, pengolahan tanah yang intensif dapat menurunkan daya ikat tanah terhadap K, karena kekurangan bahan organik yang menurun. Pemberian bahan organik kedalam tanah dapat memperkecil kehilangan K oleh pencucian.

Kekurangan kalium dapat dipertukarkan ini disebabkan oleh fiksasi koloid tanah sendiri. Dengan demikian K terhindar dari pencucian. Sebaiknya pada pH rendah K-dd cukup tinggi karena fiksasi kalium relatif rendah. Dari beberapa penelitian di dapatkan bahwa ketersediaan kalium pada tanah dengan pH rendah lebih tinggi daripada tanah dengan pH tinggi. Pelapukan mineral akan membebaskan kalium ke dalam bentuk yang dipertukarkan. Semakin intensif pelapukan semakin banyak kalium yang tersedia (Nyakpa dkk., 1988).

Unsur hara K diperlukan tanaman untuk meningkatkan kekerasan batang tanaman, karena dapat meningkatkan kadar lignin dari jaringan sklerenkim, sehingga

cenderung menghalangi efek rebah tanaman dan melawan efek buruk yang disebabkan oleh terlalu banyak N. Kalium sangat penting untuk pembentukan pati dan translokasi gula dan penting untuk perkembangan klorofil. Kalium merupakan salah satu unsur hara yang tersedia untuk tanaman dalam jumlah terbatas di dalam tanah dan dapat hilang melalui pencucian, erosi, dan panen. K mengandung ion monovalen sehingga unsur ini sangat mobil dan mudah tercuci. Ion monovalen tidak terikat kuat pada koloid tanah dibandingkan ion divalen. Hal ini menyebabkan K dapat tercuci pada waktu curah hujan tinggi. Selain K, unsur Ca, dan Mg juga merupakan unsur-unsur yang tersedia untuk tanaman dalam jumlah yang terbatas di dalam tanah dan juga dapat hilang melalui pencucian, erosi, dan panen. Oleh sebab itu diperlukan penambahan unsur-unsur tersebut melalui pemberian bahan organik.

Bentuk K larut dan dapat dipertukarkan merupakan bentuk K yang cepat tersedia sehingga sering disebut sebagai K tersedia atau K aktual. Sementara itu bentuk K tidak dapat dipertukarkan merupakan bentuk K yang lambat tersedia sehingga disebut sebagai K potensial. Tanaman akan mengalami kekahatan apabila K aktual di dalam tanah saat tanaman tumbuh lebih rendah dari batas kritisnya (K yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya).

Magnesium selalu dihubungkan dengan kemasaman tanah, karena ionnya dapat mengurangi efek kemasaman tanah. Dalam hal ini magnesium berperan dapat menggantikan kedudukan ion hidrogen dari kompleks adsorpsi. Ketersediaan magnesium dapat terjadi oleh akibat proses pelapukan dari mineral-mineral yang mengandung magnesium. Mg terkandung dalam kerak bumi sekitar 1,93 % unsur

ini diserap oleh tanah dalam bentuk kation Mg^{2+} . Sama seperti Ca, Mg juga berhubungan dengan masalah kemasaman tanah dan pengapuran. Mineral-mineral yang mengandung Mg adalah amfibor, biotit, dolomit, horn blande, olivin, dan sepepentin. Mineral-mineral ini lebih mudah lapuk dibandingkan dengan mineral lain, sehingga ada kecenderungan kehilangan Mg oleh adanya pelapukan dan pencucian (Nyakpa dkk., 1988). Selanjutnya, akibat proses tadi maka magnesium akan terdapat bebas didalam larutan tanah. Keadaan ini dapat menyebabkan (a) magnesium hilang bersama air perkolasi, (b) magnesium diserap oleh tanaman atau berbagai organisme hidup lainnya, (c) diabsorpsi oleh partikel liat dan (d) diendapkan menjadi mineral sekunder. Ketersediaan bagi tanaman akan berkurang pada tanah-tanah yang mempunyai pH tinggi.

Sebagai sumber utama kalsium tanah adalah kerak bumi yang di dalamnya mengandung 3,6% kalsium. Mineral utama yang banyak mengandung kalsium adalah kalsit ($CaCO_3$) dan dolomit $CaMg(CO_3)_2$, yang merupakan penyusun batuan sedimen limestone dan dolomit. Dengan melalui proses pelapukan mineral-mineral ini akan membebaskan kalsium ke dalam larutan tanah, dan bentuk ini kan dapat diserap tanaman atau hilang tercuci. Ketersediaan kalsium dalam tanah sangat dipengaruhi oleh faktor kehilangan kalsium itu sendiri dalam tanah dan adanya mineral atau batuan yang mengandung kalsium. Semakin besar kehilangan kalsium dari tanah, semakin berkurang pula kalsium yang tersedia bagi tanaman. Unsur Ca diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Ca^{2+} dibandingkan dengan unsur K dan Mg, Ca paling tahan terhadap pencucian. Defisiensi Ca mulai terasa pada tanah-tanah pertanian yang intensif yang dipupuk berat N, P, dan K. Unsur ini biasanya dihubungkan dengan masalah kemasaman

tanah dan pengapuran, karena Ca merupakan kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman tanah atau menaikkan pH tanah (Indranada, 1994).

E. Pengaruh Bahan Organik terhadap Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Hakim dkk. (1986) menyatakan bahwa KTK suatu tanah dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan koloid tanah menjerap dan mempertukarkan kation. Kemampuan ini dapat dinyatakan dalam miliekivalen per 100 gram tanah. KTK tanah merupakan salah satu sifat kimia yang penting dari tanah dan sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Penetapan kapasitas tukar kation (KTK) dapat dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama, kompleks koloid tanah dijenuhi oleh suatu kation, misalnya NH_4^+ hingga seluruh kation dapat dipertukarkan dan dapat dikeluarkan kompleks jerapan. Pada tahap kedua, kation yang menjenuhi kompleks jerapan (NH_4^+) ditukar secara kuantitatif dengan kation lainnya, misalnya Na sehingga NH_4^+ secara kuantitatif dapat ditentukan.

Menurut Sanchez (1976) kapasitas tukar kation (KTK) yang efektif yaitu paling sedikit 4 meq 100 g^{-1} diperlukan untuk menahan sebagian besar kation terhadap pencucian. Nilai KTK yang lebih tinggi bahkan lebih baik, jika kation ada yang bersifat basa. Meningkatkan KTK merupakan tujuan pengaturan yang penting. Hal ini dapat dilakukan dengan dua proses yaitu dengan menggampingi tanah asam dengan sistem oksida atau sistem silikat lapis bersalut tanah. Pada tanah dengan sistem oksida atau asam bersalut oksida, bahan organik menambahkan sebagian besar dari muatan negatif. Jerapan dan pertukaran kation memegang peranan penting dalam penyerapan hara oleh tanaman, kesuburan tanah, retensi hara dan pemupukan. Kation yang terjerap umumnya tersedia bagi tanaman

melalui pertukaran dengan ion H^+ yang di hasilkan oleh respirasi akar tanaman, kompleks jerapan dianggap sebagai gudang kation dan memberi kapasitas penyangga kation dalam tanah.

Bahan aktif tanah berperan dalam mempertukarkan dan menjerap kation-kation adalah bahan yang berukuran koloidal. Koloid tanah yang berperan dalam mengendalikan dan menyediakan hara bagi tanaman terdiri dari koloid anorganik dan koloid organik (humus), tetapi antar keduanya mempunyai sifat dan ciri yang berbeda (Hakim dkk., 1986). Koloid tanah dapat dianggap sebagai kompleks garam asam; gabungan antara kedua gugusan bermuatan negatif yang kompleks dengan sejumlah kation-kation yang terjerap dipermukaannya (Buckman dan Brady, 1982).

Besarnya KTK dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah, antara lain reaksi tanah (pH), jenis mineral liat, tekstur tanah, kandungan bahan organik, pengapuran dan pemupukan (Hakim dkk., 1986). Bahan organik tanah mempunyai daya jerap kation yang lebih besar daripada koloid anorganik. Umumnya semakin tinggi kandungan bahan organik tanah maka semakin tinggi KTK tanah tersebut, bila faktor-faktor yang lainnya sama. Serasah tanaman melalui proses dekomposisi dapat menurunkan pH, dan meningkatkan bahan organik tanah, sehingga dengan demikian dapat mempengaruhi KTK tanah. Pengaruh bahan organik tidak dapat disangkal terhadap kesuburan tanah. Pada bagian terdahulu telah dikemukakan bahwa bahan organik mempunyai daya jerap kation yang lebih besar daripada koloid liat. Berarti semakin tinggi kandungan bahan organik suatu tanah makin tinggi pula KTKnya.