

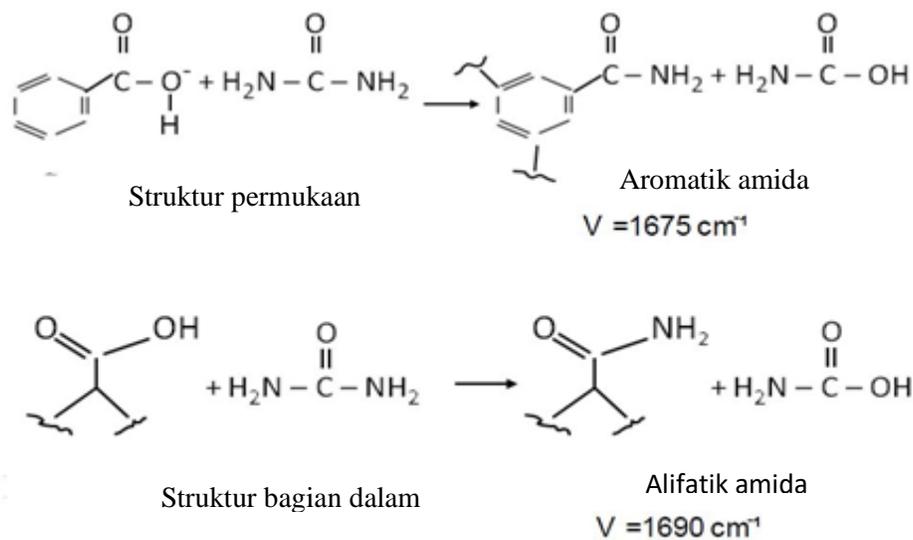
I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Asam Humat

Asam humat merupakan senyawa yang banyak mengandung gugus karboksilat, sebagai gugus utama asam humat mengandung senyawa fenolik (-OH) dan karboksil (-COOH), yang mampu bermuatan positif (+) pada kondisi masam dan bermuatan negatif (-) pada kondisi basa, atau dengan kata lain menjadi sifat dasar buffer unsur/ senyawa kation anion (Tan, 1991). Syekhfani (2010) menyatakan bahwa asam humat ialah senyawa organik siklik berbobot molekul tinggi dengan kemampuan untuk buffer (penyangga), mampu memegang dan melepas unsur hara terutama sebagai pelepas fiksasi-P. Asam humat ialah zat yang efektif yang digunakan sebagai pelengkap pupuk anorganik. Dosis asam humat merupakan hal yang penting untuk diperhatikan karena dapat berpengaruh terhadap kandungan unsur hara dan pertumbuhan tanaman jagung. Hal ini telah diteliti oleh Khaled dan Fawy (2011) bahwa aplikasi yang ekonomis adalah dengan 2 g humat kg^{-1} tanah, bila asam humat diaplikasikan melalui tanah dan 0.1% bila diaplikasikan melalui daun.

Penggunaan asam humat dengan potensi sebagai pembawa N organik ke dalam membran sel dan pengaruhnya terhadap produksi m-RNA dan sintesis enzim serta pengembangan aktivitas hormon tanaman (Goenadi, 1999). Menurut Tan (2003) sifat kimia asam humat yang penting ialah memperbaiki sifat kimia, fisik maupun biologi sehingga dapat meningkatkan retensi air dan aerasi tanah. Asam humat memiliki struktur kimia yang tidak dapat didefinisikan sebab merupakan rantai karbon yang terhubung secara acak sehingga membentuk struktur yang kompleks. Hasil penelitian Yusuff, Ahmed, dan Majid (2009), menyatakan bahwa pencampuran urea dengan asam sulfat dan asam humat dapat mengurangi kehilangan NH_4 (ammonia) di tanah asam dengan meningkatkan NH_4^+ dan ketersediaan NO_3^- . Hal ini berdampak terhadap peningkatan efisiensi penggunaan pupuk urea serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Menurut Suntari *et al.* (2013a) Gugus karboksil (-COOH) dalam K-humat dapat mengikat NH_4^+ , pupuk urea yang diselaputi dengan asam humat menunjukkan pelepasan NH_4^+ yang *slow release*, interaksi dalam ikatan urea humat melibatkan ikatan kovalen dan ikatan hidrogen. Ikatan kovalen antara kelompok aromatik dalam asam humat dan kelompok amida dalam urea membentuk senyawa aromatik amida yang lebih kuat sehingga menjadikan urea humat lebih sulit *fast release*, sedangkan adanya ikatan hidrogen dalam molekul air dipolar dapat mengikat urea dan K-humat.



Gambar 2. Struktur asam humat (Suntari *et al.*, 2013a)

2.2. Peranan Asam Humat Pada Tanah

Elaida *et al.* 2006 (dalam Suwahyono, 2011) menyatakan bahwa asam humat merupakan senyawa terpenting dari senyawa humus, asam humat mampu membantu mengemburkan tanah, transfer unsur hara dari tanah ke dalam tanaman, meningkatkan retensi air serta memacu pertumbuhan mikroba dalam tanah. Selaras dengan hal tersebut, Suwahyono (2011) menyatakan bahwa aplikasi asam humat berpengaruh meningkatkan jerapan beberapa unsur hara dan parameter pertumbuhan tanaman baik pada percobaan lapangan maupun di laboratorium. Hal ini dibuktikan dari peningkatan tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tunas, jumlah akar

lateral, pertumbuhan bibit, penyerapan unsur hara P, S dan N serta hasil tanaman kacang hijau.

Ditambahkan oleh Suwahyono (2011) bahwa asam humat potensial sebagai bahan remediasi lahan kritis di Indonesia. Kombinasi asam humat dengan tanah liat memiliki peran dalam beberapa reaksi kimia dalam tanah. Asam humat dan liat tanah mempunyai reaksi kompleks serta mampu memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, asam humat mampu merangsang pertumbuhan tanaman melalui metabolisme dan sejumlah proses fisiologi. Secara tidak langsung, asam humat mampu memperbaiki kesuburan tanah antara lain menunjukkan bahwa pupuk organik memiliki efek mengurangi ketersediaan logam berat dalam tanah dan mengubah ketersediaan Cd (Tan, 1991, Zhang *et al.*, 2001 dalam Wu *et al.*, 2017).

Swanda *et al.* (2015) menunjukkan pada Inceptisols bahwa semakin tinggi dosis bahan humat asal ekstrak gambut yang diaplikasikan cenderung meningkatkan pH, P-tersedia, C-organik dan KTK tanah. Aplikasi pupuk NPK yang diikuti dengan aplikasi asam humat ke dalam tanah akan meningkatkan jumlah P-tersedia dan jumlahnya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan aplikasi pupuk NPK saja (Hermanto *et al.*, 2013).

2.3. Peranan Urea Pada Dinamika N-tersedia

Pupuk Urea ialah pupuk yang banyak digunakan dikalangan petani, selain mudah didapatkan urea juga termasuk dalam pupuk yang disubsidi pemerintah. Penggunaan urea dilapangan memiliki kendala antara lain adalah ketidakefisienan pupuk. Kegunaan pupuk urea zeolite asam humat (UZA) dapat mengurangi pencucian, kehilangan dalam bentuk N_2 , dinitrogen oksida (N_2O), nitrogen oksida (NO), gas ammonia (NH_3) (Pratomo *et al.*, 2009). Hal ini menyebabkan penggunaan pupuk urea dapat dimanfaatkan secara optimal. Selanjutnya ditambahkan bahwa pupuk UZA juga meningkatkan produktivitas tanaman padi varietas Ciherang.

Damanik *et al.* (2014) menyatakan bahwa aplikasi beberapa dosis pupuk urea dan $CaCO_3$ secara nyata meningkatkan $N-NH_4^+$ dan $N-NO_3^-$ setiap minggunya dan

meningkatkan pH tanah Inceptisol serta meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. Hasil penelitian Yusuff *et al.* (2009) menyatakan bahwa kehilangan NH₃ untuk perlakuan dengan urea saja lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pencampuran urea humat.

Hal ini didukung hasil penelitian Suntari *et al.* (2015) bahwa ketersediaan N-NH₄⁺ waktu 14 HST dipengaruhi oleh hidrolisis urea. Adapun proses hidrolisis urea terjadi pada urea humat, menurut Havlin, Beaton, Tisdale, dan Nelson (1999) ialah sebagai berikut:



2.4. Pengaruh Asam Humat Terhadap Ketersediaan N

Ketersediaan ion-ion ammonium dan nitrat dalam tanah jumlahnya bergantung pada jumlah pupuk yang diaplikasikan dan kecepatan dekomposisi bahan organik tanah (Damanik *et al.*, 2014). Ketersediaan nitrogen bagi tanaman dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya secara alami melalui simbiosis antara tanaman legum dengan organisme tanah Rhizobium, selain dari aplikasi pupuk.

Aplikasi urea humat pada tanah dengan kondisi kapasitas lapangan sampai minggu ke 4 masih menghasilkan amonium lebih tinggi dari pada aplikasi urea, namun kadar nitrat lebih tinggi hanya sampai minggu ke 3 pada kondisi kapasitas lapang. Hal ini berkaitan dengan nilai pH tanah bila < 6 menyebabkan N hilang sebagai N₂O (Havlin *et al.*, 1999 dalam Suntari *et al.*, 2013a).

Ketersediaan N di dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman tergantung dari tingkat pencucian, penguapan dan denitrifikasi yang terjadi di dalam tanah. Suntari *et al.* (2013b) menyatakan bahwa perlakuan urea humat pada tanah tergenang sampai minggu ke 5 masih menghasilkan NH₄⁺ lebih tinggi daripada urea dan kadar NO₃⁻ lebih tinggi pada kondisi kapasitas lapang. Hal ini berkaitan dengan kemungkinan rendahnya bakteri *Nitrosomanas* dan *Nitrobacter* pada tanah tergenang (Panda, 1994 dalam Suntari *et al.*, 2013b).

2.5. Pengaruh Asam Humat Terhadap Ketersediaan P

Fosfor ialah unsur hara makro esensial yang berperan penting dalam penyediaan energi kimia yang dibutuhkan pada semua kegiatan metabolisme tanaman (Minardi, Hartati dan Pardono, 2011). Menurut Syekhfani (2010), bahwa hampir semua fosfor dalam tanah tidak tersedia bagi tanaman. Apabila diberikan sebagai pupuk, fosfor sering kali menjadi tidak tersedia akibat fiksasi, sehingga ketersediaan P bagi tanaman berkurang.

Unsur P ialah komponen penyusun dari beberapa enzim, protein, ATP, RNA, dan DNA. ATP penting untuk proses transfer energi, sedangkan RNA dan DNA menentukan sifat genetik dari tanaman (Anonymous, 2014). Peningkatan kandungan P-tersedia tanah dapat disebabkan antara lain oleh aplikasi pupuk P (SP36 + asam humat) *slow release*.

Tan (2003) mengungkapkan bahwa asam humat dan asam fulvat dapat meningkatkan pembebasan serta daya larut P anorganik yang tidak mampu larut. Berkaitan dengan ketersediaan P di dalam tanah (H_2PO_4^- dan HPO_4^-), aplikasi asam humat dapat mengatasi masalah fiksasi P di tanah masam.

2.6. Pengaruh Asam Humat terhadap Ketersediaan K

Kalium merupakan salah satu unsur makro yang sangat penting bagi tanaman. Kalium juga berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan metabolisme tanaman (Syekhfani, 2010). Ketersediaan K di dalam tanah dipengaruhi oleh kedudukan tempat pertukaran ion kalium di dalam tanah dan nisbah aktivitas K terhadap aktivitas Ca dan Mg pada keadaan yang seimbang dalam tanah masam (Pawirosemadi, 2011).

Menurut Hardjowigeno (2015) unsur hara K didalam tanah dalam jumlah banyak, tetapi yang digunakan oleh tanaman yaitu bentuk K larut dalam air atau yang dapat dipertukarkan (dalam koloid tanah). Dilain pihak, kehilangan K dari tanah karena diserap oleh tanaman serta pencucian oleh air hujan (*leaching*). Supriyo, Dirgahayuningsih dan Minarsih (2013) menyatakan bahwa dengan menyelaputi bahan humat pada permukaan pupuk, maka pupuk lebih efisien dalam menyediakan

unsur hara di lingkungan rhizosfer sehingga mudah diserap oleh tanaman. Hermanto *et al.*, (2013) menyatakan bahwa aplikasi asam humat 20 kg ha⁻¹ bersama pupuk NPK dosis rekomendasi 100% meningkatkan K-tersedia pada kedalaman tanah 0-20 cm di lahan kering. Hasil penelitian Noviardi (2013) bahwa limbah batubara mengandung asam humat dapat sebagai sumber unsur hara K bagi bunga matahari.

2.7. Pengaruh Aplikasi Urea Humat pada Sifat Kimia Tanah

2.7.1. Reaksi Tanah (pH)

Tanah memiliki nilai pH berkisar antara 3 sampai 9, tetapi umumnya di Indonesia tanah bereaksi masam dengan pH 4 sampai 5,5 sehingga mengakibatkan tanah memiliki pH 6 sampai 6,5, nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion H⁺ di dalam tanah, makin tinggi kadar ion H⁺ di dalam tanah semakin masam tanah tersebut, sedangkan jika ion OH⁻ lebih banyak maka tanah tersebut termasuk tanah alkalis (Hardjowigeno, 2015). Menurut Nurdin (2012) nilai pH berkorelasi positif terhadap C-organik tanah atau semakin rendah pH tanah tersebut maka C-organik akan semakin tinggi.

Dekomposisi bahan organik tanah dapat mempengaruhi nilai pH menjadi lebih rendah, dengan secara terus menerus terdekomposisi oleh mikroorganisme ke dalam bentuk asam organik, karbondioksida (CO₂) dan air, senyawa pembentuk asam karbonat. Selanjutnya, asam karbonat bereaksi dengan Ca dan Mg karbonat di dalam tanah untuk membentuk bikarbonat yang lebih larut, yang bisa tercuci keluar, yang akhirnya meninggalkan tanah lebih masam (Cooper *et al.*, 2001).

pH optimum untuk ketersediaan unsur hara tanah adalah sekitar 7,0 karena pada pH ini semua unsur makro tersedia secara maksimum sedangkan unsur mikro tidak maksimum kecuali Mo, sehingga kemungkinan terjadinya toksisitas unsur mikro tertekan. Pada tanah garaman, penurunan pH dapat dilakukan dengan penambahan sulfur, agar sulfur yang dilepaskan membentuk asam sulfur pemasam tanah, sedangkan pada tanah masam peningkatan pH dan sekaligus peningkatan kejenuhan basa dapat dilakukan dengan pengapuran (Hanafiah, 2012).

2.7.2. C-Organik

C-organik ialah suatu kandungan karbon organik di dalam tanah terkandung pada bahan organik (Tan, 1991). Nilai C-organik meningkat di dalam tanah oleh karena asam humat merupakan fraksi terhumifikasi dari humus dengan kadar karbon 41-57% sehingga asam humat mengandung C yang tinggi. Aplikasi dengan Na humat dari *subbituminous* jenis batubara dengan dosis 400, 800 dan 1200 ppm dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah sebesar 0,75%, 0,99% dan 1,89% dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan bahan humat. Bahan humat yang diaplikasikan berperan aktif dalam fiksasi dan pelepasan C-organik (Herviyanti *et al.*, 2012). Ditambahkan bahwa aplikasi bahan humat dengan pupuk P dapat meningkatkan hasil padi pada tanah masam.

Semakin tinggi dosis aplikasi bahan humat dapat memberikan bahan organik yang lebih tinggi, bahan organik berperan aktif dalam fiksasi dan pelepasan C-organik. Bahan humat dapat memberikan C-organik lebih tinggi (Tan, 2003).

2.7.3. KTK (Kapasitas Tukar Kation)

Kapasitas tukar kation ialah banyaknya kation-kation yang diserap maupun dilepaskan dari permukaan humus dalam satuan miliekuivalen 100g^{-1} tanah ataupun humus (Hardjowigeno, 2015). KTK ialah sifat kimia tanah yang hubungannya sangat erat dengan kesuburan tanah. Penelitian Suntari *et al.* (2013a) mengungkapkan bahwa asam humat yang digunakan mengandung gugus karboksilat $71,4\text{ cmol kg}^{-1}$ dan gugus OH fenolat $101,7\text{ cmol kg}^{-1}$ (Lampiran 2.).

Jika semakin tinggi kandungan liat atau bahan organik yang terdapat pada tanah maka akan semakin meningkatkan KTK pada tanah (Hardjowigeno, 2015). KTK pada tanah yang diteliti mempunyai kriteria tinggi ($35,49$ me 100g^{-1}), dengan kandungan liat 27% dan bahan organik sedang (2,5%). Penelitian Mindari *et al.* (2014) menyatakan tingginya jumlah NH_4^+ atau K yang dijerap oleh koloid liat menentukan jumlah masukan unsur hara ke tanaman. Hal ini disebabkan kemampuan koloid liat menyerap NH_4^+ atau K^+ yang sama. Penambahan salah satu ion akan saling menukar yang lain dengan jumlah yang sama. Ditambahkan oleh Mindari *et al.* (2014) bahwa

semakin tinggi dosis asam humat yang diaplikasikan dapat meningkatkan nilai KTK tanah pada tanah garaman. Hal ini disebabkan peningkatan kation pada permukaan mineral dan antar lempeng mineral liat, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

2.8. Inceptisol

Inceptisol pada dasarnya memiliki sifat-sifat fisika yang baik, akan tetapi sebagian diantaranya miskin akan bahan organik dan kandungan unsur hara N, P, dan K, serta pH tanahnya masam (Kaya, 2012). Tanah yang digunakan untuk penelitian di kebun percobaan Karangploso, Kabupaten Malang merupakan jenis tanah Inceptisol (Puslittanak, 2000). Adanya permasalahan pada Inceptisol yang diteliti ialah pH tanah agak masam, kandungan P sangat tinggi, KTK tinggi dan kejenuhan basa (KB) rendah serta memiliki fraksi pasir 64% pencucian unsur hara tinggi. Produktivitas tanah Inceptisol mampu ditingkatkan bila pengelolaan terhadap pemupukan dan pengolahan tanah serta teknik budidaya dilakukan dengan tepat.

Menurut Munir (1996) Inceptisol memiliki reaksi tanah (pH tanah) masam sampai agak masam (4.6 - 5.5), khususnya pada sebagian *Eutrudepts* pH tanahnya lebih tinggi yaitu dari agak masam sampai netral (5.6 - 6.8). Kandungan bahan organik sebagian besar rendah sampai sedang dan sebagian lagi sedang sampai tinggi. Kadar C-organik lapisan atas tanah lebih tinggi daripada lapisan bawah, dengan rasio C/N tergolong rendah (5 - 10).

Inceptisol mempunyai tingkat kesuburan tanah dari rendah sampai tinggi, lapisan permukaan yang mudah tercuci dan permeabilitas agak lambat. Menurut Soil Survey Staff (2010) Inceptisol umumnya merupakan tanah-tanah dari daerah tropis dan subtropis serta mempunyai horizon kambik dan epipedon okrik. Unsur hara yang ditambahkan pada Inceptisol tidak mampu diikat oleh bahan organik maupun tanah sehingga mudah tercuci (Kasno, Setyorini dan Tuberkih, 2006). Hasil penelitian Nurdin (2012) menyatakan bahwa sifat kimia tanah Inceptisol memiliki nilai pH tergolong agak masam dan bahan organik tinggi. Nilai KTK pada Inceptisol lapisan atas sebagian besar dalam kriteria sedang sampai tinggi (Subagyo, Suharta dan

Siswanto, 2000). Karakteristik Inceptisol tersebut juga terdapat pada Inceptisol Karangploso sebagai tanah penelitian yang memiliki KTK sedang sampai tinggi dan pH agak masam serta kejenuhan basa sedang. Pengelolaan tanah Inceptisol salah satunya didasarkan pada sifat-sifat *inherent* tanah tersebut. Dengan demikian maka sifat morfologi dan kimia tanah dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan tanahnya. dengan sifat-sifat tersebut mencirikan bahwa tanah ini cukup potensial untuk pengembangan tanaman pertanian terutama tanaman pangan.

