

KAJIAN APLIKASI UREA HUMAT TERHADAP KETERSEDIAAN N P K DAN SIFAT KIMIA TANAH PADA INCEPTISOL KARANGPLOSO MALANG**Halim Surya Atmaja¹, Retno Suntari¹**¹Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

Abstract

Urea is a fertilizer that is containing 46% N nutrients, widely used by farmers and subsidized by the government. Leaching is one of the obstacles that occur after the application of urea on the field. This causes the elements of N in the soil be reduced, so that the plants can't absorb and take advantage of N maximally. Therefore, urea coated attempted with humic acid. Humic acid can increase pH level, C-Organic level, Cation Exchange Capacity, and P availability. The application of humic urea fertilizer is expected to increase nutrient availability in Karangploso's inceptisol which has a low pH, C-organic, low N and low K. The objectives of this research are to study the influence of humic urea application on the availability of N, P, K in Inceptisols and chemical properties in Inceptisols. This research was conducted at BPTP's field in Karangploso, Malang on December 2016 until May 2017. This research use Randomized Block Design with 5 treatments and 3 replications. The treatments consisted of A1 (Control), A2 (Urea 100% = 70,65 kg ha⁻¹), A3 (Urea-Humic Acid 100% = 70,65 kg ha⁻¹), A4 (Urea-Humic Acid 200% = 141,3 kg ha⁻¹), A5 (Urea-Humic Acid 300% = 211,95 kg ha⁻¹). Observation variables are pH, C-organic, Cation Exchange Capacity (CEC), N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-availability, P-availability, K-availability. The result of the research was tested with ANOVA (analysis of variant) to determine the effect of the treatments, if it's obtained the significant effect then continued with comparison test between treatment using DMRT (Duncan multiple range test) with 5% level. The results showed that humic urea of N availability with application of humic urea with 300% (A5) doses recommendation has significant effect compared to 100% (A2) urea application with 40,56% enhancement in 30 DAI, 33,53% enhancement in 60 DAI (Days After Incubation) and 22,89% enhancement in 90 DAI. On the other hand, highest P-availability enhancement is 41,34%, while the highest K-availability enhancement is 117,24% in 30 DAI. Application with recommendation of 300% doses had a significant effect on Inceptisols chemical properties, which are pH level, C-Organic and soil Cation Exchange Capacity.

Keywords: Humic Urea, N-availability, P-availability, K-availability, Chemical properties, Inceptisols

Pendahuluan

Urea merupakan pupuk yang mengandung unsur hara N sebesar 46% yang banyak digunakan oleh petani dan merupakan pupuk yang disubsidi oleh pemerintah. Kementerian Pertanian (Kementan) pada tahun 2017 mengalokasikan anggaran sebesar Rp. 31,3 Triliun untuk program subsidi pupuk bagi petani yaitu mencapai 9,55 juta ton. PT Pupuk Indonesia (Persero) meyalurkan 4,35 juta ton pupuk bersubsidi ke sektor tanaman pangan atau 46% dari target tahun 2017. Penyaluran pupuk tersebut terdiri atas 1,9 juta ton urea dan 1,25 juta ton NPK. Kendala yang sering dihadapi saat penggunaan pupuk urea ialah ketidakefisienan pupuk tersebut. Nitrogen yang terkandung dalam pupuk urea mudah mengalami proses pencucian, menguap ke udara dalam bentuk N₂ dinitrogen oksida (N₂O), nitrogen oksida (NO), gas ammonia (NH₃), dan bentuk lain yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Pratomo, Suwardi, dan Darmawan, 2009). Hal ini dapat menyebabkan pupuk urea tidak dapat sepenuhnya dimanfaatkan oleh tanaman. Ditambahkan bahwa penggunaan pupuk urea yang berlebihan akan menyebabkan polusi bagi lingkungan.

Berbagai macam formula mulai dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi urea, salah satunya ialah memodifikasi pupuk urea menjadi *slow release fertilizer* (SRF) yaitu dengan menyelaputi pupuk urea dengan asam humat. Hal ini berkaitan dengan sifat asam humat yang memiliki kapasitas tukar kation (KTK) tinggi, sehingga mampu meningkatkan KTK tanah serta membentuk senyawa kompleks dengan logam berat dan lempung (Tan, 1991). Penambahan urea dengan asam humat diharapkan mampu memperbaiki sifat tanah, salah satunya meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah. Menurut Hermanto *et al.* (2013) asam humat memiliki kemampuan sebagai penyangga terhadap perubahan pH, konsentrasi garam, serta dapat menyediakan unsur hara N, P, K dan S ke dalam tanah serta C sebagai energi bagi mikroba tanah.

Asam humat adalah senyawa organik yang mempunyai berat molekul tinggi dan gugus karboksil aktif (-COOH) dan fenolik (-OH), mampu mengikat kation / anion pada kondisi pH tertentu (Stevenson, 1994). Karboksilat dari beberapa gugus karboksilat dilepaskan di bawah pH 6 sehingga menimbulkan muatan negatif pada gugus fungsional: $R-COOH = R-COO^- + H^+$ (Pettit, 2011 dalam Mindari *et al.*, 2014). Berdasarkan uraian diatas, penelitian yang dilakukan ini ialah cara meningkatkan efisiensi urea dengan memodifikasi pupuk urea dan diselaputi oleh asam humat. Oleh karena itu, penelitian aplikasi urea humat ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh terhadap ketersediaan NPK serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah Inceptisol.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Karangploso Malang. Analisis sampel dilakukan di laboratorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Desember 2016 sampai dengan bulan April 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara Tanah Jenis tanah yang digunakan adalah Inceptisol di lahan percobaan BPTP Malang. Pupuk Pupuk Kandang Kambing diperoleh dari UPT Kompos Universitas Brawijaya. Asam Humat yang berasal dari sendimen Leonardite Gippsland di Victoria, Australia. Pupuk ZA, SP-36, KCl merupakan pupuk dasar sebelum tanam dan Dolomit digunakan untuk memenuhi unsur Ca dan Mg, diaplikasikan 2 minggu sebelum tanam, sedangkan pupuk Urea dan Urea Humat diaplikasikan sebagai perlakuan.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 15 kombinasi perlakuan. Pemupukan yang dilakukan ialah dosis rekomendasi pemupukan berimbang yang digunakan untuk tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea*, L) menurut Dierolf *et al.* (2001). Perlakuan terdiri dari A1 (Kontrol), A2 (Urea 100% = 70,65 kg ha⁻¹), A3 (Urea-Humat 100% = 70,65 kg ha⁻¹), A4 (Urea-Humat 200% = 141,3 kg ha⁻¹), A5 (Urea-Humat 300% = 211,95 kg ha⁻¹). Variabel pengamatan meliputi pH, C-Organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-tersedia, P-tersedia dan K-tersedia. Hasil penelitian diuji dengan ANOVA (*analysis of variant*) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan, apabila didapatkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan menggunakan DMRT (*duncan multiple range test*) dengan taraf 5%.

Pembuatan urea humat dimulai dengan persiapan bahan yang berupa urea dan asam humat cair yaitu K-humat. Metode yang digunakan untuk menyelaputi urea humat ialah dengan mencampurkan 10 ml K-humat pada 1 kg pupuk urea, diletakkan pada tray ukuran 40x30cm, setelah itu diaduk dan didiamkan hingga asam humat menyelaputi urea secara alami merata selama 2 minggu. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur dengan uji F 5%. Selanjutnya perbedaan antar perlakuan diuji dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Hasil dan Pembahasan

Analisis Tanah Awal Inceptisol

Hasil analisis tanah awal menunjukkan kriteria dan sifat kimia tanah Inceptisol memiliki pH agak masam dengan nilai 6,2. Nilai N 0,16% dan nilai K 0,15 me 100 g⁻¹ dengan kriteria menunjukkan rendah serta nilai P 81,15 ppm menunjukkan kriteria sangat tinggi.

Tabel 1. Analisis Tanah Awal

Jenis Analisis	Satuan	Nilai	Kriteria
Nitrogen	%	0.16	Rendah**
C-organik	%	2.5	Sedang**
Bahan Organik	%	4.31	Tinggi**
C/N rasio	-	15.625	Sedang**
Phospor	ppm	81.15	Sangat tinggi**
Kalium	me 100 g ⁻¹	0.15	Rendah**
Kalsium	me 100 g ⁻¹	12.18	Tinggi**
Natrium	me 100 g ⁻¹	0.51	Sedang**
Magnesium	me 100 g ⁻¹	1.5	Sedang **
pH	-	6.2	Agak masam**
Kadar air	%	24.04	
Kapasitas Tukar Kation	me 100 g ⁻¹	35.49	Tinggi**
Kejenuhan Basa	%	40.40	Sedang**
Tekstur			Lempung berpasir*
Pasir	%	64	
Debu	%	9	
Liat	%	27	

*Kriteria tekstur berdasarkan LPT (1983). **Kriteria Unsur Hara berdasarkan Balittanah (2009)

Pengaruh Urea Humat terhadap pH

Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi urea humat berpengaruh sangat nyata terhadap pH tanah. Setelah 30 HSI, nilai pH menunjukkan peningkatan dari pH tanah awal pada semua perlakuan kecuali perlakuan kontrol (A1) dan dalam kriteria agak masam. . Sukmawati (2011) menunjukkan bahwa aplikasi asam humat sebanyak 0,4% memiliki nilai efektifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa asam humat. Hal ini terjadi karena gugus fungsional asam humat dapat meningkatkan pH.

Tabel 2. Pengaruh Urea Humat terhadap pH tanah pada 30, 60 dan 90 HSI

Perlakuan	pH		
	30 HSI	60 HSI	90 HSI
A1	6 a AM	5,9 a AM	5,8 a AM
A2	6,3 b AM	6 ab AM	5,9 b AM
A3	6,3 bc AM	6,1 b AM	6 b AM
A4	6,4 c AM	6 ab AM	5,9 b AM
A5	6,4 d AM	6,1 b AM	5,9 b AM

Keterangan : Kriteria berdasarkan LPT (1983): **AM**: Agak Masam; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%. **A1**: Kontrol; **A2**: Urea 100%; **A3**: Urea Humat 100%; **A4**: Urea Humat 200%; **A5**: Urea Humat 300%

Kenaikan pH dapat terjadi setelah pemberian asam humat dikarenakan konsentrasi H⁺ menurun. Hal tersebut terjadi karena ion H⁺ yang ada digantikan gugus karboksil (-COOH) dan gugus fenolik (-OH) serta K humat yang digunakan. Proses masuknya ion H⁺ pada lapisan oktahedral Al(OH)₃ akan membentuk ikatan hidrogen, sehingga muatan liat yang ada pada Inceptisol kelebihan bermuatan negatif. Hal ini sesuai penelitian Suntari *et al.* (2013a) bahwa kenaikan nilai pH juga karena pelepasan OH⁻ dari Fe (OH)₃ ke Fe (OH)₂ dari urea humat yang

digunakan mengandung Fe. Wang *et al.* 2001 (*dalam* Suntari *et al.*, 2013) mengemukakan bahwa gugus fungsional asam humat dapat mengalami deprotonasi sehingga menghasilkan ikatan hidrogen yang lebih rendah dan meningkatkan jumlah muatan negatif.

Namun, pada 60 HSI dan 90 HSI mengalami penurunan nilai pH pada semua perlakuan dibandingkan dengan pH awal maupun pH 30 HSI (Tabel 2) Nilai pH berkisar antara 5,8 hingga 6,1 masih dalam kriteria agak masam. Menurut Nurdin (2012) nilai pH berkorelasi positif terhadap C-organik tanah atau semakin rendah pH tanah tersebut maka C-organik akan semakin rendah.

Pengaruh Urea Humat terhadap C-organik Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi urea humat berpengaruh sangat nyata terhadap C-organik tanah. Nilai C-organik tanah pada analisis dasar dengan kriteria sedang yaitu 2,50% kriteria ini masih sama dengan perlakuan kontrol (A1) pada 30, 60, dan 90 HSI. Dilain pihak, nilai C-organik asam humat 2,88%, menyebabkan C-organik tanah meningkat dalam kriteria tinggi. Perlakuan urea humat (A3, A4, dan A5) pada 30 HSI berkisar antara 3,38% hingga 3,66%, dengan peningkatan tertinggi 39,16% pada A5 (300% urea humat). Sedangkan perlakuan aplikasi urea dengan dosis rekomendasi urea humat 100% (A3) menunjukkan nilai C-organik tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Pengaruh Urea Humat terhadap C-organik tanah selama Inkubasi

Perlakuan	C-Organik (%)					
	30 HSI	(+) %	60 HSI	(+) %	90 HSI	(+) %
A1	2,63 a S	0,00	2,66 a S	0,00	2,60 a S	0,00
A2	3,12 b T	18,63	3,21 b T	20,67	3,39 b T	30,38
A3	3,38 bc T	28,51	3,44 bc T	29,32	3,60 c T	38,46
A4	3,52 c T	33,84	3,58 cd T	34,58	3,70 cd T	42,30
A5	3,66 d T	39,16	3,76 d T	41,35	3,82 d T	46,92

Keterangan: Kriteria berdasarkan LPT (1983) S: Sedang; T: Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%. A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; (+): Peningkatan

Pada 60 HSI perlakuan A3 (urea humat 100%) menunjukkan peningkatan nilai C-organik bila dibandingkan pada 30 HSI dengan peningkatan tertinggi pada perlakuan A5 yaitu 41,35% bila dibandingkan dengan kontrol, sehingga polanya sama. Tetapi pada 90 HSI meskipun peningkatan nilai C-organik tertinggi terdapat pada perlakuan A5 dibanding kontrol (A1), menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara perlakuan A5 dan A4 dengan peningkatan 46,92% dan 42,30% dibandingkan kontrol. Dilain pihak dari 30, 60 dan 90 HSI perlakuan A3 sebagai aplikasi urea humat 100% dosis rekomendasi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A4 (urea humat 200%). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Herviyanti *et al.* (2012), aplikasi Na-humat 400, 800 dan 1200 ppm hanya dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah sebesar 0,75%, 0,99% dan 1,89% dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan asam humat.

Ditambahkan oleh Brady (1990) bahwa nilai C-organik yang bertambah tinggi disebabkan karena asam humat merupakan fraksi terhumifikasi dari humus dengan kadar karbon 41-57%. Ditambahkan oleh Tan (2003) bahwa bahan humat berperan aktif dalam fiksasi dan pelepasan C-organik. Semakin tinggi penambahan bahan humat maka dapat memberikan bahan organik yang lebih banyak,

Pengaruh Urea Humat terhadap KTK

Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi urea humat berpengaruh sangat nyata terhadap KTK tanah dan nilai masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Urea Humat terhadap KTK selama Inkubasi

Perlakuan	KTK (me 100 g ⁻¹)					
	30 HSI	(+) %	60 HSI	(+) %	90 HSI	(+) %
A1	38,32 a T	0,00	37,56 a T	0,00	35,66 a T	0,00
A2	45,62 b ST	19,05	42,56 b ST	13,31	41,03 b ST	15,05
A3	49,68 c ST	29,64	47,00 c ST	25,13	43,92 b ST	23,16
A4	55,39 d ST	44,54	52,43 d ST	39,58	49,07 c ST	37,60
A5	61,52 e ST	60,54	56,97 e ST	51,67	53,88 d ST	51,09

Keterangan: Kriteria berdasarkan LPT (1983) T: Tinggi; ST: Sangat Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%, A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; (+) : Peningkatan

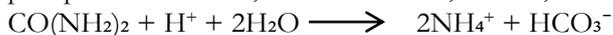
Hasil Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan urea humat dan urea berpengaruh nyata terhadap nilai KTK dibandingkan perlakuan kontrol (A1), dalam kriteria sangat tinggi. Analisis awal KTK menunjukkan nilai 35,49 me 100g⁻¹ dan pada 30 HSI perlakuan urea humat menunjukkan nilai KTK berkisar antara 49,68 me 100g⁻¹ hingga 61,52 me 100g⁻¹, lebih tinggi daripada nilai KTK pada 60 dan 90 HSI meskipun masih dalam kriteria sangat tinggi (ST). Hal ini berlawanan dengan nilai C-organik, yang semakin meningkat dengan bertambahnya waktu. Hal ini didukung oleh penelitian Hikmatullah dan Sukarman (2007) bahwa setiap kenaikan kadar C organik 1% akan meningkatkan KTK-tanah sebesar 3,04 cmol kg⁻¹.

Intensitas curah hujan yang tinggi di bulan Januari berakibat aplikasi urea dan urea humat mudah tercuci oleh hujan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Suntari *et al.* (2013b), bahwa KTK pada kondisi kapasitas lapang dan kondisi tergenang mengalami penurunan di minggu ke 4. Di sisi lain, aplikasi asam humat tetap memberikan peningkatan KTK, dengan semakin tingginya dosis aplikasi urea humat. Ditunjukkan bahwa peningkatan KTK tertinggi pada perlakuan A5 yaitu 60,54%, 51,67% dan 51,09% dibandingkan perlakuan kontrol berturut-turut pada 30, 60 dan 90 HSI serta dalam kriteria sangat tinggi. Tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi memiliki KTK lebih tinggi daripada tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau berpasir (Hardjowigeno, 2015).

Pengaruh Urea Humat terhadap N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ dan N-tersedia**Ketersediaan N-NH₄⁺ dan N-NO₃⁻**

Nitrogen dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk N-NH₄⁺ dan N-NO₃⁻, tetapi jumlahnya bergantung pada jumlah pupuk yang diberikan dan kecepatan dekomposisi bahan organik tanah (Damanik *et al.*, 2014). Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi urea humat berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N-NH₄⁺ dan N-NO₃⁻ pada Tabel 5.

Hasil pengamatan pada 30 HSI menunjukkan bahwa peningkatan N-NH₄⁺ tertinggi terdapat pada perlakuan A5 (urea-humat 300%) yaitu 45,08% dengan nilai 42,80 mg kg⁻¹ (kriteria tinggi) dibandingkan dengan A1 (kontrol). Pada perlakuan A2 (urea 100%) dan A3 (urea-humat 100%) menunjukkan peningkatan 9,15 % dan 19,66%. Panda, 1994 (*dalam* Suntari *et al.*, 2013a) mengemukakan bahwa N-NH₄⁺ yang lebih tinggi disebabkan oleh tingginya jumlah bakteri pada proses ammonifikasi. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan nilai N-NH₄⁺ dan peningkatannya. Demikian halnya dengan N-NO₃⁻ pada 30 HSI pada perlakuan A5 menunjukkan peningkatan tertinggi (63,74%) dibandingkan kontrol (A1) dan A2 (urea 100%). Proses hidrolisis urea terjadi pula pada urea humat, menurut Havlin, Beaton, Tisdale, dan Nelson (1999) ialah sebagai berikut :

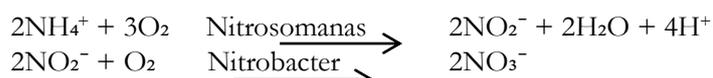


Tabel 5. Pengaruh Urea Humat terhadap N-NH₄⁺ dan N-NO₃⁻ selama Inkubasi

Perlakuan	N-NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)					
	30 HSI	(+)	60 HSI	(+)	90 HSI	(+)
A1	29,50 a S	0,00%	23,47 a S	0,00%	20,27 a S	0,00%
A2	32,20 b S	9,15%	29,14 ab S	24,15%	23,97 ab S	18,25%
A3	35,30 ab S	19,66%	33,69 bc S	43,54%	27,3 bc S	34,68%
A4	37,90 ab T	28,47%	35,33 bc T	50,53%	30,21 cd S	49,03%
A5	42,80 b T	45,08%	39,83 c T	69,70%	32,74 d S	61,51%
Perlakuan	N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)					
	30 HSI	(+)	60 HSI	(+)	90 HSI	(+)
A1	34,42 a S	0,00%	32,37 a S	0,00%	28,68 a S	0,00%
A2	38,38 ab T	11,50%	35,85 ab T	10,75%	33,59 b S	25,89%
A3	40,64 bc T	18,07%	36,72 ab T	13,43%	35,31 bc T	32,34%
A4	44,99 c T	30,70%	40,43 b T	24,89%	37,4 c T	40,17%
A5	56,36 d ST	63,74%	46,99 c T	45,16%	42 d T	57,42%

Keterangan: Kriteria berdasarkan Rosmarkam dan Yuwono (2002) S: Sedang; T: Tinggi; ST: Sangat Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%. A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; (+): Peningkatan

Hasil N-NH₄⁺ dan N-NO₃⁻ pada 60 HSI dan 90 HSI menunjukkan penurunan nilai, hal ini disebabkan terjadinya proses nitrifikasi ialah perubahan dari ammonium (NH₄⁺) menjadi nitrit yang dibantu oleh bakteri Nitrosomanas kemudian menjadi nitrat oleh Nitrobacter. Proses nitrifikasi menurut Hardjowigeno (2015) sebagai berikut :



Peningkatan ini menurut Suntari *et al.* (2015) bahwa dengan adanya penurunan NH₄⁺ dalam tanah akan meningkatkan konsentrasi NO₃⁻ dalam tanah karena terjadi proses transformasi NH₄⁺ menjadi NO₃⁻ atau nitrifikasi. Proses nitrifikasi ini dapat terjadi karena adanya faktor-faktor yang mendukung salah satunya ialah pH tanah, yang berkisar antara 5,5 hingga 7,0. Tabel 4 pada perlakuan ini antara 5,8 sampai 6,4 dengan kriteria agak masam. Hal ini sejalan bahwa pH tanah yang sesuai bagi perkembangan bakteri dalam proses perubahan NH₄⁺ menjadi NO₃⁻. Kriteria N-NH₄⁺ pada 30, 60 dan 90 HSI pada perlakuan urea humat (A3, A4 dan A5) adalah sedang sampai tinggi, memberikan nilai ketersediaan N-NO₃⁻ berturut-turut menjadi kriteria tinggi. Suntari *et al.* (2013a) menunjukkan bahwa penurunan ketersediaan N-NH₄⁺ dikaitkan dengan semakin tingginya ketersediaan N-NO₃⁻ pada minggu 1 dan minggu ke 5 pada kondisi kapasitas lapangan. Meskipun ketersediaan N bagi tanaman dalam bentuk NH₄⁺ dan NO₃⁻, bentuk NO₃⁻ lebih *mobile* daripada NH₄⁺ sehingga lebih rentan terhadap pencucian terutama di daerah yang mempunyai curah hujan tinggi (Brady dan Well, 2002 *dalam* Ahmed *et al.*, 2006).

N-tersedia

Nitrogen adalah unsur hara esensial yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Umumnya nitrogen dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, dan dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk NO₃⁻ dan NH₄⁺ (Pratomo *et al.*, 2009). Aplikasi urea humat menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap N-tersedia pada Tabel 6.

Perlakuan urea humat memberikan N-tersedia dalam kriteria sedang sampai tinggi pada 30 HSI dan 60 HSI tetapi hanya memberikan kriteria sedang pada 90 HSI. Peningkatan akibat aplikasi urea humat pada perlakuan A3, A4 dan A5 terhadap N-tersedia, berturut adalah 7,65%, 17,58% dan 40,56% dibandingkan aplikasi urea 100% (A2) pada 30 HSI. Hal ini sesuai dengan Havlin (1999)

bahwa bentuk NH_4^+ dan NO_3^- yang dilepaskan oleh pupuk urea mudah tercuci terutama saat musim hujan serta relatif tidak mampu diikat oleh tanah.

Tabel 6. Pengaruh Urea Humat terhadap N-tersedia selama Inkubasi

Perlakuan	N-Tersedia (NH_4^+ + NO_3^-) ppm								
	30 HSI	a (+) %	b (+) %	60 HSI	a (+) %	b (+) %	90 HSI	a (+) %	b (+) %
A1	64 a S	0,00	-9,21	55,8 a S	0,00	-14,15	48,9 a S	0,00	-15,10
A2	70,5 ab S	10,15	0,00	65 ab S	16,48	0,00	57,6 b S	17,79	0,00
A3	75,9 bc S	18,59	7,65	70,4 bc S	26,16	7,67	62,6 bc S	28,01	8,68
A4	82,9 c T	29,53	17,58	75,8 c S	35,84	16,61	67,6 c S	38,24	17,36
A5	99,1 d T	54,84	40,56	86,8 d T	55,55	33,53	74,7 d S	52,76	22,89

Keterangan: Kriteria berdasarkan Page *et al.*, 1982 (*dalam* Helmy,2015) S: Sedang; T: Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5% A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; a (+)%: Peningkatan dari perlakuan A1; b (+)%: Peningkatan dari perlakuan A2

Hasil analisis N-tersedia pada 60 HSI menunjukkan nilai tertinggi 86,8 ppm didapatkan pada perlakuan A5, sehingga memiliki peningkatan 33,53% dibandingkan perlakuan urea 100% (A2). Hal ini sesuai dengan penelitian Suntari *et al.* (2013) bahwa urea humat dengan dosis rekomendasi 125% dapat menyediakan N- NH_4^+ dan N- NO_3^- hingga 42 HSI. Asam humat cenderung dapat mengantikan jerapan kation N, P dan K di dalam tanah dengan memblokir ion-ion negatif yang menjerap N, P dan K di dalam tanah sehingga menjadikan unsur tersebut tersedia di dalam tanah (Tan, 1991).

Pengaruh Urea Humat terhadap P-tersedia

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Aplikasi urea humat menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap P-tersedia

Tabel 7. Pengaruh Urea Humat terhadap P-tersedia selama Inkubasi

Perlakuan	P-Tersedia tanah (ppm)					
	30 HSI	(+) %	60 HSI	(+) %	90 HSI	(+) %
A1	89,5 a ST	0,00	88 a ST	0,00	85 a ST	0,00
A2	100,2 ab ST	11,95	98,3 ab ST	11,70	92,1 ab ST	8,35
A3	109,2 b ST	22,01	105 bc ST	19,31	100,3 bc ST	18
A4	113,6 bc ST	26,92	109 c ST	23,86	104,4 cd ST	22,82
A5	126,5 c ST	41,34	120,9 d ST	37,38	113,2 d ST	33,17

Keterangan : Kriteria berdasarkan LPT (1983) ST: Sangat Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%, A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; (+)%: Peningkatan

Jumlah fosfor dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan nitrogen dan kalium. Peningkatan kandungan P-tersedia tanah disebabkan oleh pupuk P yang fast release yaitu bahan pelepas cepat dan meningkatkan kadar P-tersedia di dalam tanah dengan pelepasan P dari kompleks adsorpsi. Hasil analisis awal menunjukkan P-tersedia adalah 81,15 ppm sangat tinggi (ST), berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa aplikasi urea humat perlakuan urea maupun kontrol menunjukkan nilai P-tersedia sangat tinggi.

Perlakuan A5 menunjukkan peningkatan tertinggi yaitu 41,34%, 37,38% dan 33,17% berturut-turut pada 30, 60 dan 90 HSI. Hal ini sejalan dengan penelitian Hermanto *et al.* (2012) bahwa pengaplikasian asam humat 0,2% bersamaan pupuk NPK dosis rekomendasi 100% memberikan P-tersedia tinggi. Aplikasi pupuk Urea humat ke dalam tanah yang analisis P-tersedia awal adalah 81,15 ppm akan meningkat. Menurut Tan (2003) bahwa asam humat dan asam fulvat dapat

meningkatkan pembebasan serta daya larut suatu P anorganik yang tidak mampu larut dalam proses pengkkelatan.

Aplikasi urea humat (perlakuan A3, A4 dan A5) pada 30 dan 90 HSI menunjukkan pola yang sama kecuali pada 60 HSI dengan perlakuan A5 menunjukkan peningkatan P-tersedia tertinggi 37,38%. Hal ini berkaitan aplikasi K humat yang mengandung P-tersedia 64 ppm (Lampiran 2.). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Minardi *et al.*, (2011) menyatakan bahwa aplikasi bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah.

Pengaruh Urea Humat terhadap K-tersedia

Kalium merupakan salah satu unsur makro yang sangat penting bagi tanaman. Hasil aplikasi urea humat menunjukkan analisis ragam berpengaruh sangat nyata terhadap K-tersedia.

Tabel 8. Pengaruh Urea Humat terhadap P-tersedia selama Inkubasi

Perlakuan	Kdd me 100 g ⁻¹					
	30 HSI	(+) %	60 HSI	(+) %	90 HSI	(+) %
A1	0.87 a T	0,00	0.82 a T	0,00	0.69 a T	0,00
A2	1.14 b ST	31,03	0.99 a T	20,73	0.81 a T	17,39
A3	1.55 c ST	78,16	1.35 b ST	64,63	1.05 b T	52,17
A4	1.76 d ST	102,29	1.43 b ST	74,39	1.18 b ST	71,01
A5	1.89 d ST	117,24	1.66 c ST	102,43	1.47 c ST	113,04

Keterangan : Kriteria berdasarkan LPT (1983) T: Tinggi; ST: Sangat Tinggi; Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%, A1: Kontrol; A2: Urea 100%; A3: Urea Humat 100%; A4: Urea Humat 200%; A5: Urea Humat 300%; (+): Peningkatan

Ketersediaan K di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jumlah dan macam mineral liat, bahan organik, pencucian, aplikasi pupuk K dan serapan oleh tanaman. Hasil analisis awal tanah menunjukkan nilai K-tersedia dalam kriteria rendah, yaitu 0.15 me 100 g⁻¹ dengan aplikasi KCl setara 100 kg ha⁻¹ pada semua perlakuan dapat meningkatkan K-tersedia pada kriteria tinggi masing-masing 0,87, 0,82, dan 0,69 me 100 g⁻¹ berturut-turut pada 30, 60 dan 90 HSI pada perlakuan kontrol. Hasil K-tersedia pada 30 HSI dengan aplikasi urea humat (A3, A4 dan A5) meningkat berturut-turut 78,16%, 102,29%, 117,24%, akan tetapi, dalam kriteria yang sama (sangat tinggi). Peningkatan K-tersedia nilainya menurun menjadi 64,63%, 74,39% dan 102,43% pada 60 HSI meskipun pada 90 HSI, nilai peningkatan K-tersedia lebih tinggi (113,04%) pada A5 (urea humat 300%). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi urea humat bersifat slow release yaitu bahan pelepas lambat, sehingga sampai 90 HSI masih dapat menyediakan unsur hara K dalam kriteria sangat tinggi, karena asam humat yang digunakan (K humat) memiliki K-total 0,69% dengan kriteria sedang (Suntari *et al.*, 2013a).

Pada 60 HSI pada perlakuan A2 (urea 100%) menunjukkan nilai 0,99 me 100 g⁻¹ yang sebelumnya pada 30 HSI masuk dalam kriteria sangat tinggi (ST) turun menjadi tinggi (T) dan perlakuan A5 (urea humat 300%) juga mengalami penurunan nilai menjadi 1,66 me 100 g⁻¹ dengan peningkatan 102,63%, namun masih dalam kriteria sangat tinggi (ST). Pada 90 HSI mengalami penurunan pada perlakuan A5 (urea humat 300%) menunjukkan nilai 1,47 me 100 g⁻¹ dengan peningkatan sebesar 113,04%. Hal ini didukung oleh penelitian Supriyo *et al.* (2013) bahwa dengan menyelaputi bahan humat pada permukaan pupuk maka daya serap humat terhadap unsur hara di dalam tanah lebih cepat kontak dan lebih efisien di dalam menyediakan unsur hara dilingkungan rhizosfer sehingga mudah diserap oleh tanaman.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan N dengan aplikasi urea humat 300% (A5) dosis rekomendasi berpengaruh nyata dibanding aplikasi urea 100% (A2) berturut-turut dengan peningkatan 40,56, 33,53 dan 22,89% pada 30, 60 dan 90 HSI. Dilain pihak, dibanding dengan kontrol peningkatan P-tersedia tertinggi adalah 41,34% dan peningkatan K-tersedia tertinggi adalah 117,24% pada 30 HSI. Aplikasi dengan urea humat 300% (A5) dosis rekomendasi berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah Inceptisol, yaitu pH, C-organik dan KTK tanah.

Daftar Pustaka

- Ahmed, O.H, H. Aminuddin and M.H.A. Husni. 2006. Effect of Urea Humic Acid and Phosphate Interactions in Fertilizer Microsites on Ammonia Volatilization and Soil Ammonium and Nitrate Contents. *International Journal of Agricultural Research* 1 (1): 25-31
- Balittanah, 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Bogor. Balai Penelitian Tanah. p 234
- Brady, N. C. 1990. The Nature and Properties of soil. 10th ed. The Macmillan CO. New York. p 621
- Damanik, A.R., H. Hanum and Sarifuddin . 2014. Dynamics of N–NH₄⁺ and N–NO₃⁻ Effect of Urea and Lime CaCO₃ Application in Inceptisols Taken from Kwala Bekala and Relation To Growth of Maize. *Jurnal Agroekoteknologi* . ISSN No. 2337- 6597. (2) : 1218-1227
- Pratomo K.R., Suwardi, dan Darmawan. 2009. Pengaruh pupuk slow release urea-zeolit-asam humat (UZA) terhadap produktivitas tanaman pada var. Cihorang. *Jurnal Zeolit Indonesia* 8 (2): 83-88
- Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. p 288
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Ferlitizer; An Introduction to Nutrient Management. Sixth edition. New Jersey: Prentice Hall. Upper Saddle River. pp. 86-153
- Helmy, A. 2015. Seed and Oil Productivity upon Foliar Spray of Soybean (*ghycinemax l*) with Humic Ascorbic Acids with or Without Seed Irradiation. *Egypt Journal of Soil Science*. 55(3): 269-285
- Hermanto D., N.K.T. Dharmayani, R. Kurnianingsih, S.R. Kamali. 2013. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk NPK terhadap ketersediaan dan pengambilan nutrien pada tanaman jagung di lahan kering Kec. Bayan-NTB. *Ilmu Pertanian* 16 (2): 28-41
- Herviyanti, Teguh. B. P., Mimien H., Amrizal S. and Ismon L. 2012. Potency of Na-Humate from Subbituminous and how to do Incubation with Fosfor-Fertilizer to Increase Upland Rice Production at Acidic Mineral Soil. *Greener Journal of Agricultural Sciences*. 2(8): 351-361
- Hikmatullah dan Sukarman. 2007. Evaluasi Sifat-Sifat Tanah pada *Landform* Aluvial di Tiga Lokasi di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *Jurnal Tanah dan Iklim* 25 : 69-82
- LPT (Lembaga Penelitian Tanah), 1983. Sistem klasifikasi tanah definisi dan kriteria istilah serta perubahan-perubahan terhadap TOR tipe a 1981. Bogor. Lembaga Penelitian Tanah
- Minardi, S., Hartati, S. dan Pardono. 2011. Imbangan Pupuk Organik dan Anorganik Pengaruhnya Terhadap Hara Pembatas dan Kesuburan Tanah Lahan Sawah Bekas Galian C pada Hasil Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 11(2): 122-129

- Mindari, W. N. Aini, Z. Kusuma dan Syekhfani. 2014. Effects of humic acid based buffer + cation on chemical characteristics of saline soils and maize growth. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 2(1): 259-268
- Nuridin, 2012. Morfologi, sifat fisik dan kimia tanah Inceptisols dari bahan lakustrin Paguyaman-Gorontalo kaitannya dengan pengelolaan tanah. *Jurnal Agro Teknologi Tropika*. 1(1) : 13-22
- Rosmarkam, A. dan Yuwono, N.W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta. p 224
- Sukmawati, 2011. Beberapa Perubahan Sifat Kimia Alofan dari Andisol Setelah Menjerap Asam Humat dan Asam Silikat. *Media Litbang Sulteng IV* (2): 118-124
- Suntari, R., R. Retnowati, Soemarno dan M. Munir. 2013a. Study on the Release of N-Available (N-NH₄⁺ and N-NO₃⁻) of Urea Humate. *Internasional Journal Of Agriculture and Forestry* 3 (6): 209-219
- Suntari, R., R. Retnowati, Soemarno dan M. Munir. 2013b. The effect of flooding and application of different urea on soil chemical properties and N-Available (NH₄⁺ and NO₃⁻) on Vertisols. *Int. J. Ecosystem* 3 (6): 196-202
- Suntari, R., R. Retnowati, Soemarno dan M. Munir. 2015. Determination of Urea-Humic Acid Dosage of Vertisols on The Growth and Production of Rice. *Agrivita* 37 (2): 185-192
- Supriyo, A., R. Dirgahayuningsih dan S. Minarsih. 2013. Kajian Bahan Humat untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan NPK pada Bibit Kelapa Sawit di Tanah Sulfat Masam. *Agritech* 15 (2) : 14-24
- Tan, K.H. 1991. Principle of Soil Chemistry (Dasar-dasar Kimia Tanah)(Alih bahasa: Didiek Hadjar Goenadi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p 295
- Tan, K.H. 2003. Humic matter in soil and environment, principles and controversies. Marcel Dekker, Inc. Madison. New York. p 408

