

Pengaruh Besi (Fe) dan Bahan Organik Terhadap Perilaku Pertukaran Amonium pada Tanah Ultisol Natar

Effect of Iron (Fe) and Organic Materials on Ammonium Exchange Behavior in Natar Ultisols Soil

Tio Ramdoni¹, Jamalam Lumbanraja^{1*}, Supriatin¹, Sarno¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

*email: jamalam.lumbanraja@fp.unila.ac.id

Disubmit: 28 Juni 2021

Direvisi: 14 Juli 2021

Diterima: 11 Agustus 2021

Abstract: The low availability of ammonium (NH_4^+) in Ultisols due to the high Fe ion content can be overcome by adding organic matter. The Quantity-Intensity (Q / I) method was used to study the behavior of NH_4^+ exchange in the soil. The purpose of this study was to study the exchange behavior of NH_4^+ ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$, $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, ΔNH_4^0 , K_G) due to the addition of Fe and organic matter to Ultisol soil. This research was conducted at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The treatment applied consisted of 5 treatments: (1) Soil = 100% T; (2) Soil + FeCl_3 = 98% T + 2% Fe; (3) Soil + FeCl_3 + BO = 93% T + 2% Fe + 5% BO; (4) Soil + Concretion = 80% T + 20% K; (5) Soil + Concretion + BO = 75% T + 20% K + 5% BO. While the series solution used is made of NH_4Cl 100 mmol L⁻¹ and CaCl_2 1000 mmol L⁻¹ consisting of T1 = 0 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 , T2 = 0.5 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 , T3 = 1.0 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 , T4 = 1.5 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 , T5 = 2.0 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 , and T6 = 3.0 mmol L⁻¹ NH_4Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl_2 . Data were tested by Student-t test at the real level of 5%. The results of this study indicate that: (1) the addition of Fe to Ultisol soil significantly reduces the buffering capacity of ammonium ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$), NH_4^+ equilibrium (ΔNH_4^0), Gapon coefficient (K_G), and increases the concentration ratio ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$). (2) Giving iron concretion to Ultisol soil has a significant effect on reducing the Potential Buffering Capacity of ammonium ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$), Gapon Coefficient (K_G) and increasing the Concentration Ratio ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$), but it does not significantly reduce NH_4^+ equilibrium (ΔNH_4^0). (3) Organic matter given to Ultisol soil increases the Potential Buffering Capacity of ammonium ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$), NH_4^+ equilibrium (ΔNH_4^0), and Gapon Coefficient (K_G), but the Concentration Ratio ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$) also increases in Ultisol Natar Soils.

Keywords: ammonium, iron, organic matter, quantity-intensity (Q/I), ultisol soil.

Abstrak: Ketersediaan amonium (NH_4^+) yang rendah pada tanah Ultisol akibat kandungan ion Fe yang tinggi dapat diatasi dengan penambahan bahan organik. Metode *Quantity-Intensity* (Q/I) digunakan untuk mempelajari perilaku pertukaran NH_4^+ dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari perilaku pertukaran NH_4^+ ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$, $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, ΔNH_4^0 , K_G) akibat penambahan Fe dan bahan organik pada tanah Ultisol. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Perlakuan yang diterapkan terdiri atas 5 perlakuan:

(1) Tanah = 100% T; (2) Tanah + FeCl₃ = 98% T + 2% Fe; (3) Tanah + FeCl₃+ BO = 93% T + 2% Fe+ 5% BO; (4) Tanah + Konkresi = 80% T + 20 % K; (5) Tanah + Konkresi + BO = 75% T + 20% K + 5% BO. Sedangkan larutan seri yang digunakan terbuat dari NH₄Cl 100 mmol L⁻¹ dan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹ yang terdiri dari T1 = 0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T2 = 0,5 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T3 = 1,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T4 = 1,5 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T5 = 2,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, dan T6 = 3,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂. Data diuji dengan Uji *student-t* pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Penambahan Fe pada tanah Ultisol berpengaruh nyata menurunkan kapasitas penyangga amonium (PBC_{NH₄⁺}), Kesetimbangan NH₄⁺ (ΔNH₄⁰), Koefisien Gapon (K_G), serta meningkatkan nisbah konsentrasi (CR_{NH₄⁰}). (2) Pemberian Konkresi besi pada tanah Ultisol berpengaruh nyata menurunkan *Potential Buffering Capacity* amonium (PBC_{NH₄⁺}), Koefisien Gapon (K_G) serta meningkatkan Concentration Ratio (CR_{NH₄⁰}), namun tidak signifikan menurunkan Kesetimbangan NH₄⁺ (ΔNH₄⁰). (3) Bahan organik yang diberikan pada tanah Ultisol meningkatkan *Potential Buffering Capacity* amonium (PBC_{NH₄⁺}), Kesetimbangan NH₄⁺ (ΔNH₄⁰), dan Koefisien Gapon (K_G), tetapi Concentration Ratio (CR_{NH₄⁰}) juga meningkat pada Tanah Ultisol Natar.

Kata kunci: amonium, besi, bahan organik, *quantity-intensity* (Q/I), tanah ultisol

PENDAHULUAN

Tanah Ultisol termasuk bagian terluas dari lahan kering yang ada di Indonesia yaitu 45.794.000 ha atau sekitar 25 % dari total luas daratan mulai dari Kalimantan, Sumatera, Maluku, Papua, Sulawesi, Jawa, dan Nusa Tenggara (Adimiharja dkk., 2004). Jenis tanah ini dicirikan dengan permeabilitas, bahan organik dan tingkat kebasahan rendah. Selain itu, beberapa kendala yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman pada tanah Ultisol, salah satunya terdapat pada sifat kimia tanah seperti reaksi tanah masam hingga sangat masam (pH 3,10 – 5,00), C-organik rendah sampai sangat rendah (0,13% - 1,12%), N-total rendah (0,09 – 0,18%), unsur hara makro seperti P, K, Ca dan Mg rendah, kejenuhan Al tinggi yaitu > 60% yang bersifat beracun untuk tanaman, kapasitas tukar kation (KTK) rendah yaitu berkisar 6,10-6,80 cmol/kg dan kejenuhan basa (KB) rendah hingga sangat rendah (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006; Syahputra dkk., 2015).

Kemasaman yang tinggi pada tanah Ultisol beriringan dengan tingginya kandungan ion logam seperti Al³⁺ dan Fe³⁺ di dalam tanah yang akan berakibat pada rendahnya kandungan amonium pada koloid tanah karena memperketat persaingan amonium untuk terjerap pada koloid tanah sehingga unsur tersebut akan keluar ke larutan tanah dan mudah hilang melalui proses pencucian dan aliran permukaan. Dalam Nursyamsi (2008) menyebutkan bahwa jerapan Na⁺, NH₄⁺ dan Fe³⁺ pada tanah Alfisol dan Vertisol mempunyai pola yang sama, yaitu dari tinggi ke rendah: Fe³⁺ > NH₄⁺ > Na⁺. Besarnya jerapan kation mengikuti deret Lyotropik, yaitu: Al³⁺ = (H⁺) > Fe³⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ > K⁺ = NH₄⁺ > Na⁺ (Tan, 1998). Ion logam Fe dan Al bervalensi tiga, kemudian diikuti oleh kation Ca dan Mg bervalensi dua, sedangkan NH₄⁺ bervalensi satu sehingga jerapan kompetisi penjerapan kation pada NH₄⁺ lebih kecil dibandingkan kation Fe, Al, Ca dan Mg.

Salah satu usaha untuk meningkatkan kapasitas jerapan NH_4^+ dan mengurangi ketersediaan Al^{3+} dan Fe^{3+} pada tanah yaitu dengan memberikan bahan organik. Pemberian bahan organik diharapkan mampu memperbaiki kesuburan tanah melalui perannya terhadap sifat biologi, fisika dan kimia tanah. Secara kimia bahan organik sangat aktif dan berperan penting dalam kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Hanafiah, 2005) serta meningkatkan kapasitas penyangga tanah sehingga koloid tanah dapat menjerap unsur hara seperti NH_4^+ dan K^+ yang kemudian dapat menjadi tersedia di dalam larutan tanah pada saat keadaan tanah lembab (Wang dan Alva, 2000). Peningkatan nilai KTK tersebut dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan senyawa humik yang menyumbangkan koloid-koloid organik sehingga KTK tanah akan meningkat. Peningkatan KTK ini juga disebabkan oleh bertambahnya muatan negatif koloid tanah. Muatan negatif ini berasal dari gugus karboksil (COOH), fenolik ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$) dan hidroksil (OH) yang terdapat dalam senyawa organik. Muatan negatif yang bertambah memperbesar peluang terjerapnya unsur muatan positif seperti NH_4^+ pada koloid tanah.

Ketersediaan amonium di dalam larutan tanah berhubungan dengan keberadaan teradsorpsi (kuantitas - Q) dan yang berada dalam keseimbangan dengan kation lain di dalam larutan tanah (intensitas - I) yang diperlihatkan oleh kapasitas penyangga tanah (*potential buffering capacity* atau PBC) (Wang dan Alva, 2000; Ajiboye dkk., 2015). Informasi tentang pertukaran kation dijelaskan dalam konsep kuantitas/intensitas (Q/I) (Lumbanraja, 2017). Hubungan kuantitas/intensitas (Q/I) akan menghasilkan Kapasitas Penyangga (PBC_{NH_4}) yang merupakan kemampuan koloid tanah untuk mempertahankan kation di dalam tanah (Shengxiang, 1998; Lumbanraja dan Evangelou, 1992; Lumbanraja dan Evangelou, 1994). Dalam hubungan ini perlu dilakukan penelitian mengenai perilaku pertukaran amonium yang berkaitan dengan keberadaan Fe dan bahan organik di tanah Ultisol. Parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur perilaku pertukaran amonium di dalam tanah, yaitu PBC_{NH_4} , K_G , $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$, dan ΔNH_4^0 . *Potential Buffering Capacity* NH_4^+ ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$) menunjukkan kemampuan penjerapan NH_4^+ yang tidak mudah lepas pada koloid tanah. Nilai PBC dan Koefisien Gapon (K_G) berbanding lurus, dimana K_G merupakan daya jerap tanah terhadap NH_4^+ . $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ menggambarkan Intensitas NH_4^+ dalam keadaan setimbang atau dapat dikatakan nilai yang mencerminkan ketersediaan NH_4^+ untuk tanaman. Sedangkan ΔNH_4^0 merupakan nilai yang mencerminkan konsentrasi NH_4^+ yang terjerap pada koloid tanah dalam keadaan setimbang.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah FeCl_3 , larutan amonium klorida (NH_4Cl) dengan konsentrasi 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 mmol L^{-1} dan CaCl_2 5 mmol L^{-1} , HCl 0,01 M, 1% H_3BO_3 , 40% NaOH dan indikator Conway. Bahan lain yang digunakan yaitu bahan organik yang berasal dari pupuk kandang kotoran ayam, konkresi besi yang diambil dari lahan PT. GGP (*Great Giant Pineapple*) Lampung Tengah dan tanah Ultisol subsoil yang diambil dari Kebun Percobaan Universitas Lampung di Natar, Lampung Selatan. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol pengocok, *shaker* (alat pengocok),

labu destilasi, corong, buret, erlenmeyer 100 ml, pipet tetes, kertas saring whatman, gelas ukur, beaker gelas, labu ukur 1000 ml, neraca analitik, dan sentrifius.

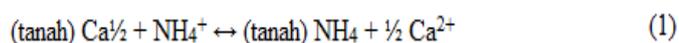
Sampel tanah diambil dari Kebun Percobaan Universitas Lampung di Natar, Lampung Selatan pada kedalaman 10-20 cm. Selanjutnya Konkresi diambil dari PT.GGP (*Great Giant Pineapple*) Lampung Tengah. Lalu Pupuk kandang kotoran ayam yang menjadi bahan organik (BO) dalam perlakuan ini diambil dari PT Protindo Karisma Utama di Katibung, Lampung Selatan. Semua bahan dikeringudarkan, ditumbuk, lalu diayak dengan menggunakan ayakan 0,5 mm dan dimasukkan ke dalam kantong plastik berlabel. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri atas 5 perlakuan antara lain: Tanah = 100% T; Tanah + FeCl₃= 98% T + 2% F; Tanah + FeCl₃+ BO = 93% T + 2% F+ 5% B; Tanah + Konkresi = 80% T + 20 % K; Tanah + Konkresi + BO = 75% T + 20% K + 5% BO. Sedangkan larutan seri dari NH₄Cl 100 mmol L⁻¹ dan CaCl₂ 1000 mmol L⁻¹ yang digunakan yaitu T1 = konsentrasi 0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T2 = konsentrasi 0,5 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T3 = konsentrasi 1,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T4 = konsentrasi 1,5 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, T5 = konsentrasi 2,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂, dan T6 = konsentrasi 3,0 mmol L⁻¹ NH₄Cl + 5 mmol L⁻¹ CaCl₂.

Pada penelitian ini, perlakuan Tanah + FeCl₃ + BO dan Tanah + Konkresi + BO dilakukan pencucian menggunakan larutan CaCl₂ untuk verifikasi metode. Perlakuan Tanah + FeCl₃ + BO dicuci sebanyak 1 kali dengan memasukkan 5 g sampel dan 50 ml larutan 0,005 M CaCl₂ kedalam (6 tabung *centrifuge*), kemudian tanah di kocok selama 2 jam dan disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah disentrifugasi kemudian larutan dibuang dengan menyisakan sampel tanah. Sedangkan pada perlakuan Tanah + Konkresi + BO dicuci sebanyak 3 kali dengan mengulangi prosedur yang sama sebanyak 3 kali.

Metode Quantity–Intensity (Q/I) Amonium

Analisis Quantity – Intensity (Q/I) yang dilakukan menggunakan modifikasi prosedur yang diterapkan oleh [Beckett \(1964\)](#). yaitu sampel tanah yang sudah diinkubasi sebanyak 5 gr ditempatkan kedalam masing-masing satu seri (6 tabung *centrifuge*) kemudian ditambahkan 100 mmol L⁻¹ NH₄Cl kedalam masing-masing satu seri (6 tabung *centrifuge*) dengan konsentrasi dari 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0 mmol L⁻¹ yang sudah mengandung 5 mmol L⁻¹ CaCl₂. Selanjutnya tanah di kocok selama 2 jam dan disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 2.500 rpm. Setelah disentrifugasi kemudian larutan disaring untuk memisahkan larutan bening dengan tanah. Setelah itu larutan tanah bening didestilasi dengan penambahan larutan 40% NaOH. Untuk mengukur NH₄⁺ yang ditampung dalam campuran asam borat dan indikator *Conway*, dilakukan titrasi dengan HCl 0,1 N. Konsentrasi Ca dan Mg didalam larutan bening diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali.

Pertukaran kation akan terjadi di dalam tanah yang telah diberi larutan seri berdasarkan metode Q/I yang dilakukan. Konsep dari PBC dapat digambarkan dari reaksi pertukaran sederhana antara Ca²⁺ dan NH₄⁺. Reaksi pertukaran dapat dituliskan sebagai berikut ([Ninh, dkk., 2009](#)):



Dari (**Gambar 1**) kurva ideal Q/I, NH_4^+ memberikan masukan jumlah NH_4^+ diserap atau dilepas dari tanah (ΔNH_4^+ , cmol kg^{-1}) dan Konsentrasi rasio NH_4^+ ($\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$, $(\text{mol L}^{-1})^{1/2}$). Dimana reaksi ΔNH_4^+ dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ digambarkan dengan persamaan (2 dan 3):

$$\Delta\text{NH}_4^+ = \text{C}_{\text{NH}_4^+i} - \text{C}_{\text{NH}_4^+f} \quad (2)$$

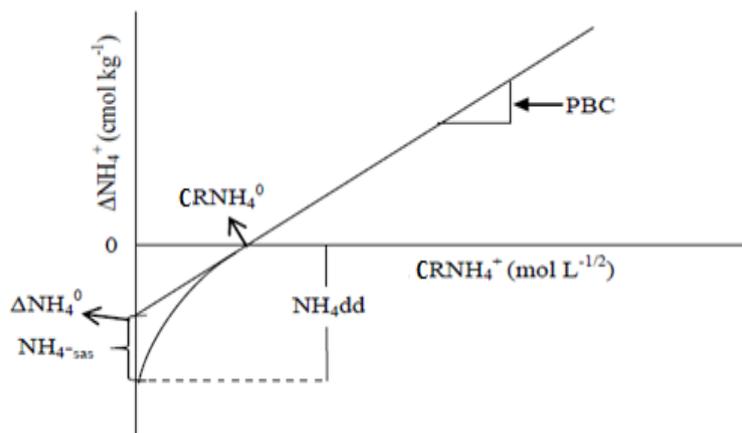
Perubahan nilai NH_4^+ dapat ditukar (ΔNH_4^+) adalah perbedaan antara konsentrasi NH_4^+ sebelum (i) dan NH_4^+ sesudah keseimbangan (f) dengan koloid tanah dapat dilihat pada persamaan (2). Faktor *Intensity* NH_4^+ ($\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$) adalah hasil perhitungan dari pengukuran konsentrasi NH_4^+ , Ca, dan Mg yang dikoreksi menjadi aktivitas ion dimana aktivitas Ca sama dengan aktivitas Mg (persamaan 3).

$$\text{CR}_{\text{NH}_4^+} = (\text{NH}_4^+)/[(\text{Ca}) + (\text{Mg})]^{1/2} \quad (3)$$

Kapasitas penyangga NH_4^+ ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, $\text{cmol kg}^{-1} (\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$) merupakan *slope* dari garis linier kurva Q/I. NH_4^+ non spesifik (ΔNH_4^0 , $\text{cmol kg}^{-1} (\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$) diperoleh dari garis linier kurva Q/I ketika $\text{CR}_{\text{NH}_4^+} = 0$ dan tempat adsorpsi NH_4^+ tertentu (NH_4^{sas} , $\text{cmol kg}^{-1} (\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$) (Wang dan Alva, 2000). Nilai-nilai ΔNH_4^+ dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ yang dihitung digunakan untuk membuat plot kurva Q/I dengan ΔNH_4^+ sebagai absis dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ sebagai ordinat dan $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$ sebagai kemiringan garis regresi (Becket, 1964). Nilai koevisien Gapon (K_G) digunakan untuk melihat atau menunjukkan aktivitas jerapan kation yang proporsional dari total kation yang ada ke dalam koloid tanah (Tan, 1982). K_G dihitung menggunakan persamaan Evangelow dan Philips (1987) rumus (4):

$$\text{PBC}_{\text{NH}_4^+} = \frac{1}{2} K_G \text{KTK} \quad \text{jadi} \quad K_G = \frac{2\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}}{\text{KTK}} \quad (4)$$

Dari metode Q/I NH_4^+ diperoleh kurva Q/I (**Gambar 1**) yang digambarkan oleh hubungan antara $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ (faktor intensitas) pada sumbu horizontal dan ΔNH_4^+ (faktor kuantitas) pada sumbu vertikal. Dimana nilai $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}^0$ pada keseimbangan saat $\Delta\text{NH}_4^0 = 0$, nilai ΔNH_4^0 diperoleh pada saat $\text{CR}_{\text{NH}_4^+} = 0$ (Wang dan Alva, 2000), dan $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$ dilihat dari kemiringan garis kurva. (Becket, 1964).



Gambar 1. Kurva Ideal Q/I NH_4^+ . ΔNH_4^+ : Jumlah NH_4^+ yang dijerap atau pelepasan NH_4^+ dari tanah; $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$: Konsentrasi ratio; $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}^0$: Keseimbangan Konsentrasi ratio; $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$: Kapasitas Penyangga NH_4^+ ; ΔNH_4^0 : Kedudukan non-spesifik NH_4^+ ; NH_4^{dd} : NH_4^+ dapat ditukar; NH_4^{sas} : Kedudukan spesifik NH_4^+ ($\text{NH}_4^{\text{dd}} - \Delta\text{NH}_4^0$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah Ultisol Natar yang bersifat asam dan memiliki pH tanah 5,05 (Sari, 2015). Ketersediaan unsur hara di dalam tanah ini juga rendah seperti kandungan N-total sebesar 0,06%, K dapat ditukar (K-dd) yaitu 0,24 cmol kg⁻¹. Demikian pula P tersedia tanah yang sangat rendah sebesar 2,66 mg kg⁻¹ dan kandungan C-organik yang tergolong sangat rendah yaitu hanya sebesar 0,43% (Eviati dan Sulaeman, 2009).

Secara keseluruhan sifat kimia tanah yang dianalisis pada penelitian ini khususnya pada kandungan unsur hara tergolong sangat rendah hingga rendah. Tanah dengan kondisi N-total sangat rendah jika tidak ada penambahan N dari luar berupa pupuk dan bahan organik, dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Rendahnya kandungan N-total diduga karena N dalam tanah banyak tercuci. Menurut Sutedjo dan Kartasapoetra (2010) tingginya tingkat kehilangan N lewat pencucian menyebabkan kandungan N pada tanah dan yang tersedia untuk tanaman menjadi rendah.

Hasil uraian analisis KTK (Kapasitas Tukar Kation) pada Tabel 1 memperlihatkan nilai KTK yang meningkat seiring penambahan perlakuan terutama pada penambahan bahan organik. Peningkatan KTK juga terjadi pada perlakuan selain penambahan bahan organik yaitu T + F (Tanah + FeCl₂) dan T + K (Tanah + Konkresi), hal ini memiliki kemiripan dengan penelitian (Handayani dan Karnilawati, 2018) yang menyebutkan bahwa kompleks jerapan tanah yang dijerap bukan hanya kation-kation basa melainkan juga kation-kation asam sehingga KTK meningkat. Nilai KTK semua perlakuan menunjukkan hasil yang seirama dengan penelitian Prasetyo dan Suriadikarta (2006) bahwa tanah Ultisol memiliki KTK <16 cmol kg⁻¹. Selain itu hasil tersebut juga terindikasi karena tanah pada penelitian ini sudah mengalami pelapukan lanjut sehingga kesuburan tanah rendah dan diperburuk oleh pH tanah yang rendah.

Tabel 1. Hasil Analisis KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan Kandungan Amonium dapat ditukar pada Setiap Perlakuan.

Jenis Analisis (cmol kg ⁻¹)	Pen-cucian CaCl ₂	Perlakuan					
		T	TF	TK	TFBO	TKBO	BO
KTK		9,3	10,32	10,54	12,04	12,5	-
NH _{4dd}	Tanpa	0,393	0,136	0,373	1,922	3,908	9,93
	1x	-	-	-	0,333	-	
	3x	-	-	-	-	0,760	

Keterangan: Perlakuan T = Tanah; TF = Tanah + FeCl₃; TK = Tanah + Konkresi; TFBO = Tanah + FeCl₃ + BO; TKBO = Tanah + Konkresi + BO; BO = Bahan Organik; (-) = Tidak ada pencucian pada perlakuan.

Hasil analisis NH_{4dd} (Tabel 1) pada perlakuan T+F memiliki nilai paling rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena pada perlakuan yang diberi penambahan Fe menyebabkan koloid tanah diokupasi oleh kation Fe dan mendesak NH₄⁺ untuk keluar sebelum dilakukannya analisis NH_{4dd}. Kemudian nilai NH_{4dd} pada perlakuan T+F+BO dan T+K+BO memiliki nilai yang sangat tinggi, dikarenakan bahan organik dari kotoran ayam mengandung NH₄ yang tinggi. Hal serupa juga disebutkan oleh

Makka dkk. (2015) bahwa pemberian kotoran ayam ke dalam tanah berpengaruh sangat nyata terhadap N-total tanah. Sedangkan pada perlakuan T+F+BO (1x dicuci CaCl_2) dan T+K+BO (3x dicuci CaCl_2) memiliki nilai $\text{NH}_{4\text{dd}}$ yang semakin rendah dibandingkan perlakuan tanpa pencucian, hal ini terjadi akibat perlakuan yang dicuci dengan CaCl_2 mampu melepas NH_4^+ dari koloid tanah ke larutan tanah sehingga $\text{NH}_{4\text{dd}}$ lebih rendah.

Analisis pH tanah setelah diterapkan seluruh perlakuan, disebutkan oleh Sari (2015) yaitu pada perlakuan Tanah = 5,05 (masam), Tanah + FeCl_3 = 2,87 (sangat masam), Tanah + Konkresi = 4,77 (masam), Tanah + FeCl_3 + BO = 2,97 (sangat masam) dan Tanah + Konkresi + BO = 6,72 (netral). Selain itu juga bahan organik dan konkresi yang dipakai pada penelitian ini didapatkan hasil analisis pH secara berturut yaitu 8,45 (agak alkalis) dan 4,43 (sangat masam). Nilai pH tertinggi dimiliki oleh perlakuan dengan penambahan bahan organik yaitu Tanah + Konkresi + BO dengan pH tergolong netral. Hasil penelitian Tufaila, dkk., (2014) menunjukkan bahwa pupuk organik (kotoran ayam) dapat meningkatkan pH tanah. Namun pada perlakuan Tanah + FeCl_3 + BO tidak diikuti dengan peningkatan pH, dikarenakan tanah yang diberi penambahan Fe berpengaruh menyebabkan menurunnya pH, seperti pada reaksi berikut:

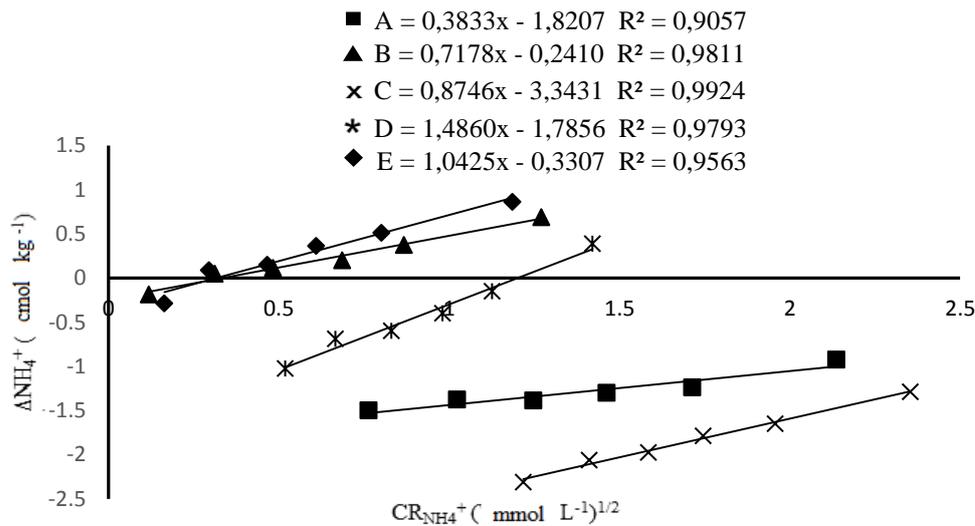


Senyawa Fe yang bereaksi dengan air menyebabkan Fe mengikat OH^- dan melepas H^+ sehingga pH dapat menurun (Sari, 2015). Penambahan ion Fe pada tanah menyebabkan H_{dd} yang merupakan kemasaman potensial dalam tanah meningkat sehingga pH semakin masam.

Verifikasi Metode Quantity-Intensity (Q/I) Amonium

Verifikasi metode dilakukan untuk mengevaluasi dan menentukan sampel yang akan digunakan sebagai pembanding pertukaran kation antar seluruh perlakuan melalui proses pencucian. Perlakuan yang dicuci dengan CaCl_2 5 mmol L^{-1} bertujuan untuk mencuci garam-garam NH_4^+ yang mudah larut dalam air akibat penambahan bahan organik.

Gambar 2 menunjukkan bahwa ΔNH_4^+ merupakan sumbu Y yaitu amonium yang dijerap oleh koloid tanah dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ yang merupakan sumbu X yaitu nisbah konsentrasi amonium terhadap Ca^{2+} di dalam larutan tanah. Perlakuan A (Tanah + FeCl_3 + BO) dan C (Tanah + Konkresi + BO), kurva berada di bawah sumbu X. Hal ini dapat terjadi karena tanah banyak mengandung garam-garam NH_4^+ yang mudah larut dari bahan organik, sehingga tanah pada perlakuan tersebut tidak lagi menjerap NH_4^+ dari larutan seri dan intensitas NH_4^+ di dalam larutan tanah semakin tinggi.



Gambar 2. Kurva Q/I NH_4^+ pada Tanah Ultisol Natar. A = Tanah + FeCl_3 + BO; B = Tanah + FeCl_3 + BO (1x dicuci CaCl_2); C = Tanah + Konkresi + BO; D = Tanah + Konkresi + BO (1x dicuci CaCl_2); E = Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci CaCl_2). $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$: konsentrasi rasio; ΔNH_4^+ : Jumlah NH_4^+ yang dijerap atau dilepas ditanah.

Parameter perlakuan pada Tabel 2 menunjukkan perbedaan selisih PBC_{NH_4} dan ΔNH_4^0 yang jauh antara perlakuan tanpa dicuci dengan perlakuan yang dicuci CaCl_2 , yaitu perlakuan tanpa dilakukan pencucian CaCl_2 memiliki nilai PBC_{NH_4} yang lebih rendah dan ΔNH_4^0 yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang dilakukan pencucian. Hal ini menunjukkan bahwa koloid tanah pada perlakuan yang dicuci dengan CaCl_2 menyerap NH_4^+ pada konsentrasi NH_4^+ dalam larutan seri yang lebih tinggi (nilai ΔNH_4^+ positif), sedangkan perlakuan tanpa pencucian CaCl_2 tidak terjadi penyerapan NH_4^+ dari larutan seri. Hal tersebut disebabkan oleh bahan organik banyak mengandung NH_4^+ sehingga NH_4^+ yang berasal dari larutan seri (larutan pegekstrak) tidak dijerap lagi oleh koloid tanah.

Tabel 2. Nilai parameter Q/I pada perlakuan yang dicuci dengan CaCl_2 dan tanpa pencucian CaCl_2 .

Perlakuan	Pencucian CaCl_2	PBC_{NH_4}	$\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$	K_G	ΔNH_4^0
		cmol kg^{-1} $(\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$	$(\text{mmol L})^{-0,5}$		cmol kg^{-1}
T + F + BO	Tanpa	0,3833	4,8609	0,0637	1,8207
	1x	0,7178	0,3353	0,1192	0,2410
T + K + BO	Tanpa	0,8746	3,8290	0,1399	3,3431
	1x	1,486	1,2020	0,2378	1,7900
	3x	1,0425	0,3171	0,1668	0,3307

Keterangan: Perlakuan TFBO = Tanah + FeCl_3 + BO; TKBO = Tanah + Konkresi + BO.

Uji *student-t* pada verifikasi metode antar perlakuan dengan atau tanpa pencucian CaCl_2 (Tabel 3, Tabel 4) pada PBC_{NH_4} menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada perlakuan TFBO' vs TFBO dan TKBO''' vs TKBO dalam meningkatkan PBC_{NH_4} melalui proses pencucian. Nilai parameter ΔNH_4^0 juga

menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada keduanya dalam menurunkan kandungan NH_4^+ .

Tabel 3. Uji beda nyata parameter pengamatan $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, ΔNH_4^0 , dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ antar perlakuan pada perlakuan (Tanah + FeCl_3 + BO) yang dicuci dengan CaCl_2 dan tanpa pencucian CaCl_2 .

Perlakuan	t hitung			t tabel	
	$\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$	ΔNH_4^0	$\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$	0,05	0,01
TFBO' VS TFBO	8,154*	44,167**	10,598**	4,303	9,925

Keterangan: Perlakuan TFBO' = Tanah + FeCl_3 + BO (1x dicuci CaCl_2); TFBO = Tanah + FeCl_3 + BO; *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Sangat berbeda nyata pada taraf 1 %, tn : Tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 4. Uji beda nyata parameter pengamatan $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, ΔNH_4^0 , dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ antar perlakuan pada perlakuan (Tanah + Konkresi + BO) yang dicuci dengan CaCl_2 dan tanpa pencucian CaCl_2

Perlakuan	t hitung			t tabel	
	$\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$	ΔNH_4^0	$\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$	0,05	0,01
TKBO''' VS TKBO'	78,297**	84,134**	57,810**	4,303	9,925
TKBO''' VS TKBO	6,470*	43,591**	86,360**		
TKBO' VS TKBO	22,937**	23,177**	69,675**		

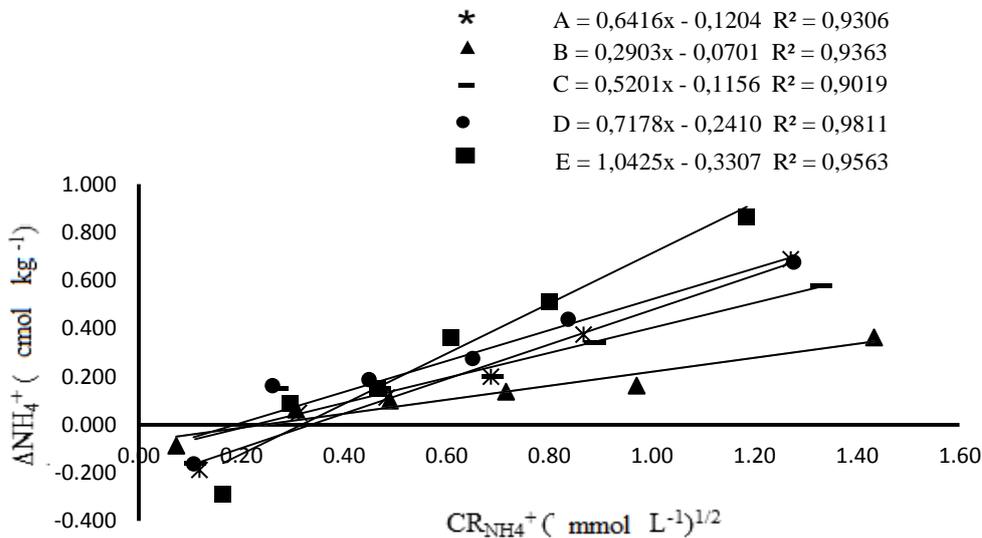
Keterangan: Perlakuan TKBO = Tanah + Konkresi + BO; TKBO' = Tanah + Konkresi + BO (1x dicuci CaCl_2); TKBO''' = Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci CaCl_2), *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Sangat berbeda nyata pada taraf 1 %, tn: Tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Perlakuan yang lain antara perlakuan TKBO''' vs TKBO' juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dimana terjadi penurunan nilai PBC_{NH_4} pada TKBO'''. Nilai PBC_{NH_4} yang tinggi pada TKBO' (1 kali dicuci dengan CaCl_2) menunjukkan amonium cenderung terjerap pada koloid tanah, namun kandungan amonium pada bahan organik masih tinggi dilihat pada kurva yang hampir seluruhnya masih berada di bawah sumbu x dan condong ke kanan menunjukkan nilai ΔNH_4^+ dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ sangat tinggi (tidak adanya penjerapan pada koloid tanah dari larutan pengekstrak). Nilai tersebut menjadi alasan untuk dilakukannya pencucian kembali agar efek pertukaran dapat terlihat lebih jelas. Tabel 3 dan 4 di atas menunjukkan bahwa TFBO' (1 kali dicuci dengan CaCl_2) dan TKBO''' (3 kali dicuci dengan CaCl_2) digunakan sebagai sampel pembandingan dengan perlakuan lainnya karena sesuai dengan tujuan pencucian yaitu meningkatkan PBC_{NH_4} dan meminimalkan ΔNH_4^0 .

Pengaruh Fe dan Bahan Organik terhadap Quantity-Intensity (Q/I) Amonium di Tanah Ultisol Natar

Hasil analisis menggunakan metode Q/I menunjukkan perilaku pertukaran NH_4^+ akibat perlakuan yang telah diberikan. Kurva linier Q/I NH_4^+ (Gambar 3) yang menunjukkan hubungan antara *Quantity* dan *Intensity* NH_4^+ di dalam larutan tanah yaitu antara $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ (faktor *Intensity*) dan ΔNH_4^+ (faktor *Quantity*), sedangkan parameter Q/I (Tabel 5) menunjukkan nilai parameter. Konsep Q/I mendeskripsikan hubungan antara konsentrasi ion pada koloid tanah dengan konsentrasi

kesetimbangan di dalam larutan tanah. Koenig dan Pan (1996) mendeskripsikan penggunaan metode Q/I untuk mengevaluasi hubungan karakteristik suplai unsur hara pada tanah.



Gambar 3. Kurva Q/I NH_4^+ pada Tanah Ultisol Natar. A = Tanah; B = Tanah + $FeCl_3$; C = Tanah + Konkresi; D = Tanah + $FeCl_3$ + BO (1x dicuci $CaCl_2$); E = Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci $CaCl_2$), $CR_{NH_4^+}$: konsentrasi rasio; ΔNH_4^+ : Jumlah NH_4^+ yang dijerap atau dilepas di tanah.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa ΔNH_4^+ yang merupakan sumbu Y yaitu amonium yang dijerap oleh koloid tanah dan $CR_{NH_4^+}$ yang merupakan sumbu X yaitu rasio konsentrasi amonium terhadap Ca^{2+} di dalam larutan tanah. Nilai $CR_{NH_4^+}$ tergantung pada kadar NH_4^+ dan Ca^{2+} tersedia di dalam larutan tanah. Semua perlakuan mengalami penjerapan NH_4^+ yang dapat ditukar sehingga kurva berada di atas sumbu X. Hal ini dikarenakan tanah sedikit mengandung NH_4^+ .

Nilai PBC_{NH_4} (Tabel 5) pada perlakuan TF (Tanah + $FeCl_3$), merupakan nilai terendah dari semua perlakuan. Pada perlakuan ini koloid tanah lebih menyukai kation Fe untuk terjerap. Hal tersebut disebabkan oleh kelarutan Fe pada perlakuan yang beriringan dengan meningkatnya kemasaman di dalam tanah pada perlakuan TF, sehingga kation NH_4^+ terlepas dan digantikan oleh kation Fe. Selain itu, Syaiful dan Untung (2013) menyebutkan bahwa faktor penting yang menentukan jerapan (adsorpsi) maupun pelepasan (desorpsi) suatu kation adalah valensinya. Kation-kation trivalen dan divalen seperti Fe^{3+} dan Fe^{2+} umumnya dijerap lebih kuat bila dibandingkan dengan kation monovalen seperti NH_4^+ dalam jumlah setara. Penelitian Nursyamsi dkk., (2008) juga menunjukkan bahwa daya sangga tanah terhadap Fe^{3+} jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kation NH_4^+ dan Na^+ pada tiga jenis tanah yang uji yaitu Vertisols, Afisols dan Inceptisols.

Tabel 5 pada perlakuan TFBO' (Tanah + $FeCl_3$ + BO (1x dicuci dengan $CaCl_2$)) dan perlakuan TKBO''' (Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci dengan $CaCl_2$)) memiliki nilai PBC_{NH_4} yang lebih besar dibandingkan pada tanah yang tidak diberi perlakuan bahan organik. Peningkatan PBC pada perlakuan ini tidak lepas dari adanya pemberian bahan organik yang dapat meningkatkan KTK. Hal ini ditinjau dari perbandingan nilai KTK tanah perlakuan yang diberi bahan organik dengan yang tidak diberi bahan organik (Tabel 1). Selain itu Syaiful dan Untung (2013)

menyebutkan bahwa secara umum reaksi adanya bahan organik dikendalikan oleh dua gugus fungsional yaitu karboksil dan OH-fenol. Gugus karboksil mengalami disosiasi pada pH 3,0. Dengan demikian, perubahan muatan menjadi lebih negatif pada pH tersebut sehingga molekul humat masih mampu menarik kation, meskipun muatan cenderung kearah positif. Pada pH yang lebih tinggi, muatan negatif menjadi lebih besar. Pada pH 9,0, OH-fenol mulai terdisosiasi yang menghasilkan muatan negatif tinggi sehingga secara keseluruhan asam humat menghasilkan muatan negatif lebih besar.

Tabel 5. Nilai parameter Q/I Perlakuan

Perlakuan	Pencucian CaCl ₂	PBC _{NH₄}	CR _{NH₄} ⁰	K _G	ΔNH ₄ ⁰
		cmol kg ⁻¹ (mmol L ⁻¹) ^½	(mmol L) ^{-0,5}		cmol kg ⁻¹
T	Tanpa	0,6416	0,1872	0,1380	0,1204
T + F	Tanpa	0,2903	0,2414	0,0563	0,0701
T + K	Tanpa	0,5201	0,2223	0,0986	0,1156
T + F + BO	1x	0,7178	0,3353	0,1192	0,2410
T + K + BO	3x	1,0425	0,3171	0,1668	0,3307

Keterangan: Perlakuan T = Tanah; TF = Tanah + FeCl₃; TK = Tanah + Konkresi; TFBO = Tanah + FeCl₃ + BO; TKBO = Tanah + Konkresi + BO.

Nilai PBC berbanding lurus dengan nilai K_G atau daya jerap NH₄⁺. Jika nilai PBC_{NH₄} tinggi maka nilai K_G juga tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh, kecuali pada perlakuan TFBO' (Tanah + FeCl₃ + BO (1x dicuci CaCl₂)) dibanding perlakuan T (Tanah). Peningkatan PBC_{NH₄} tidak diikuti daya jerap (K_G), bahkan menurun bila dibandingkan dengan perlakuan T. Hal ini diakibatkan oleh kation Fe dalam keadaan teradsorpsi oleh koloid sulit untuk digantikan oleh NH₄⁺. Seperti yang sudah dijelaskan diatas bahwa nilai K_G diperoleh dari persamaan (4) yaitu 2PBC/KTK (Evangelou dan Philips, 1987) dimana pada penelitian (Handayani dan Karnilawati, 2018) menyebutkan bahwa meningkatnya KTK tanah bukan hanya disebabkan oleh penjerapan kation-kation basa oleh kompleks jerapan tanah melainkan juga penjerapan kation-kation masam seperti kation Fe, sehingga peningkatan PBC_{NH₄} yang tidak diikuti oleh meningkatnya daya jerap (K_G) disebabkan oleh nilai KTK yang lebih besar dibandingkan peningkatan PBC_{NH₄}.

Tanah dengan perlakuan TK dan TF memiliki nilai CR_{NH₄}⁰ lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan T (Tanah). Gambar 3 memperlihatkan bahwa kemiringan pada garis linier yang lebih landai menyebabkan CR_{NH₄}⁰ lebih tinggi. Hal yang berbeda terjadi pada perlakuan TFBO' (Tanah + FeCl₃ + BO (1x dicuci dengan CaCl₂)) dan TKBO''' (Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci dengan CaCl₂)) yang tetap menunjukkan nilai CR_{NH₄}⁰ tinggi walaupun dengan kemiringan kurva yang curam. Hal tersebut dapat disebabkan karena bahan organik mengandung cukup tinggi garam NH₄⁺ yang mudah larut sehingga NH₄⁺ pada larutan tanah semakin meningkat. Peningkatan NH₄⁺ di larutan akibat pemberian bahan organik diperkuat oleh penelitian Hanafiah (2005) yang menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara nitrogen secara langsung dipengaruhi oleh bahan organik, dengan kata lain penambahan bahan organik meningkatkan N-tersedia tanah.

Nilai ΔNH_4^0 dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu tanah yang diberi perlakuan bahan organik khususnya pada TKBO''' (Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci dengan CaCl_2)) memiliki nilai paling tinggi dibandingkan seluruh perlakuan. Sedangkan nilai terendah ΔNH_4^0 didapat pada perlakuan TF (Tanah + FeCl_3). Semakin tinggi ΔNH_4^0 (Tabel 5) maka akan semakin tinggi NH_4^+ dalam koloid tanah. Hal ini jelas terlihat bahwa bahan organik yang ditambahkan pada tanah meningkatkan kandungan NH_4^+ , selain itu Syaiful dan Untung (2013) menyatakan bahwa muatan negatif yang berasal gugus fungsional dari senyawa organik dapat memperbesar peluang terjerapnya unsur muatan positif seperti NH_4^+ pada koloid tanah, sehingga NH_4^+ banyak terjerap oleh fraksi organik dari bahan organik.

Signifikansi Parameter Q/I NH_4^+

Uji *student-t* dalam penelitian ini digunakan untuk melihat perbedaan antar *slope* (PBC_{NH_4}), *intercept* (ΔNH_4^0) dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ pada masing-masing perlakuan. Dari data yang didapat menunjukkan bahwa ada beberapa hubungan yang memiliki hubungan sangat berbeda nyata, nyata, dan tidak berbeda nyata. Uji *student-t* parameter PBC_{NH_4} dan ΔNH_4^0 (Tabel 6) pada perlakuan T (Tanah) vs TF (Tanah + FeCl_3) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, kemudian perlakuan T (Tanah) vs TK (Tanah + Konkresi) secara berturut-turut menunjukkan perbedaan nyata dan tidak nyata.

Tabel 6. Uji beda nyata parameter pengamatan $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$, ΔNH_4^0 , dan $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ antar perlakuan.

Perlakuan	t hitung			t tabel	
	$\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$	ΔNH_4^0	$\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$	0,05	0,01
T VS TF	22,025**	11,421**	8,429*	4,303	9,925
T VS TK	7,531*	0,675tn	5,031*		
T VS TFBO'	4,925*	15,711**	23,850**		
T VS TKBO'''	28,773**	12,276**	8,369*		
TF VS TK	19,988**	8,885*	2,266tn		
TF VS TFBO'	40,372**	27,095**	11,704**		
TF VS TKBO'''	91,09**	15,720**	4,634*		
TK VS TFBO'	18,264**	15,406**	13,471**		
TK VS TKBO'''	61,222*	12,393**	5,755*		
TFBO' VS TKBO'''	44,994**	5,077*	1,123tn		

Keterangan: Perlakuan T = Tanah; TF = Tanah + FeCl_3 ; TK = Tanah + Konkresi; TFBO' = Tanah + FeCl_3 + BO (1x dicuci dengan CaCl_2); TKBO''' = Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci dengan CaCl_2), * : Berbeda nyata pada taraf 5%, ** : Sangat berbeda nyata pada taraf 1 %, tn : Tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Perlakuan (Tanah) vs TFBO'(Tanah + FeCl_3 + BO (1x dicuci dengan CaCl_2)) pada t-hitung PBC_{NH_4} dan ΔNH_4^0 berturut-turut menunjukkan perbedaan yang nyata dan sangat nyata meningkatkan nilai keduanya dan perlakuan (Tanah) vs TKBO''' (Tanah + Konkresi + BO (3x dicuci dengan CaCl_2)) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Hal ini membuktikan bahwa peran ion Fe pada perlakuan TF dan TK dapat mengurangi jerapan NH_4^+ di dalam tanah, namun tidak signifikan pada perlakuan TK, sebaliknya pemberian bahan organik pada perlakuan TFBO' dan

TKBO” mampu meningkatkan jerapan NH_4^+ di dalam tanah. Hal ini dikarenakan kemampuan koloid bahan organik untuk menjerap kation melebihi kemampuan liat (Bohn., dkk, 1985).

Uji *student-t* pada nilai $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ (Tabel 6) memperlihatkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata dalam peningkatan NH_4^+ pada larutan pada perlakuan T vs TF dan T vs TK, kemudian perlakuan lain yaitu T vs TFBO’ dan T vs TKBO” menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata dalam meningkatkan NH_4^+ dilarutan tanah. Hasil tersebut didapat akibat perlakuan yang diberi bahan organik mengandung banyak garam NH_4^+ yang mudah larut. Hasil penelitian Munawar (2011) juga menunjukkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan amonium dan nitrat sehingga nitrogen akan lebih banyak tersedia di dalam tanah.

SIMPULAN

Perlakuan Penambahan Fe dan konkresi besi pada tanah Ultisol berpengaruh nyata menurunkan *Potential Buffering Capacity* amonium ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$), Koefisien Gapon (K_G), dan meningkatkan *Concentration Ratio* ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$). Namun, pemberian konkresi besi tidak signifikan menurunkan Kesetimbangan NH_4^+ (ΔNH_4^0). Kemudian bahan organik yang diberikan pada tanah Ultisol Natar meningkatkan *Potential Buffering Capacity* amonium ($\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$), Kesetimbangan NH_4^+ (ΔNH_4^0), dan Koefisien Gapon (K_G), juga meningkatkan *Concentration Ratio* ($\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$).

DAFTAR PUSTAKA

- Adimiharja, A., Amien L.I., Agus F, & Djaenudin D. (2004). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Ajiboye, A. G., Azeez, J. O., & Omotunde, A. J. (2015). Potassium forms and quantity–intensity relationships in some wetland soils of Abeokuta, Southwestern Nigeria. *Archives of Agronomy and soil science*, 61(10), 1393-1408.
- Beckett, P. (1964). Studies on soil potassium II. The ‘immediate’Q/I relations of labile potassium in the soil. *Journal of Soil Science*, 15(1), 9-23.
- Bohn, H., Mc Neal, B., & G O’Connor. 1985. *Soil Chemistry 2nd Edition*. Wiley-Interscience. New York. 341 hlm.
- Evangelou, V. P., & Phillips, R. E. (1987). Sensitivity analysis on the comparison between the Gapon and Vanselow exchange coefficients. *Soil Science Society of America Journal*, 51(6), 1473-1479.
- Eviati & Sulaeman. (2009). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 246 hlm.
- Hanafiah, K. A. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada Press. Jakarta. 386 hlm.
- Handayani, S., & Karnilawati. (2018). Karakterisasi dan klasifikasi tanah ultisol di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14 (2), 52:59
- Koenig, R. T, & Pan, W. L. (1996). Calcium effect on quantity-intensity relationship and plant availability of ammonium. *Soil Sci. Soc. Am J.*, 60, 492-497.

- Lumbanraja, J., & Evangelou, V. P. (1992). Potassium quantity-intensity relationships in the presence and absence of NH_4 for three Kentucky soils. *Soil Science*, 154(5), 366-376.
- Lumbanraja, J., & Evangelou, V. P. (1994). Adsorption-desorption of potassium and ammonium at low cation concentrations in three Kentucky subsoils. *Soil Science*, 157(5), 269-278.
- Lumbanraja, J. (2017). *Kimia Tanah dan Air. Prinsip Dasar dan Lingkungan*. CV. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Makka, A. A., Patadungan, Y. S., & Prahastuti, S. W. (2015). Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap serapan nitrogen oleh tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea L.*) pada Oxic Dystrudepts Lembantongoa. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 22 (2), 138–146.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburuan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press. Bogor. 240 hlm.
- Ninh, H. T., Hoa, H. T. T., Ha, P. Q., & Dufey, J. E. (2009). Potassium buffering capacity of sandy soils from Thua Thien Hue Province, Central Vietnam, as related to soil properties. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(21-22), 3294-3307.
- Nursyamsi, D., Idris, K., Sabiham, S., Rachim, D., & Sofyan, A. (2012). Effect of oxalic acid, Na^+ , NH_4^+ , and Fe^{3+} on availability of soil K, plant N, P, and K uptake, and maize yield in smectitic soils. *Jurnal Tanah dan Iklim*, (28).
- Prasetyo, B. H., & Suriadikarta, D. A. (2006). Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2), 39-46..
- Sari, T. P. 2015. *Pengaruh Besi dan Bahan Organik terhadap Jerapan Maksimum dan Energi Ikatan Fosfor pada Tanah Ultisol*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 53 hlm.
- Shengxiang, Z. (1998). Potassium supplying capacity and high efficiency use of potassium fertilizer in upland soils of Hunan Province. *Better Crops International*, 12 (1), 16-19.
- Sutedjo, M. M. & Kartasapoetra, A. G. (2010). *Pengantar Ilmu Tanah: Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka cipta. Jakarta. 98 hlm.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. (2015). Karakteristik sifat kimia sub grup tanah ultiso di beberapa wilayah Sumatera utara. *J. Agroteknologi.*, 4 (1), 1796-1803.
- Syaiful, A, dan S. Untung. 2013. *Kimia Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 212 hlm.
- Tan, K.H. (1998). *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 295 hlm
- Tufaila, M., Laksana, D. D., & Alam, S. (2014) Aplikasi kompos kotoran ayam untuk meningkatkan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) di tanah masam. *Jurnal Agroteknos.*, 4(2), 119-126.
- Wang, F. L., & Alva, A. K. (2000). Ammonium adsorption and desorption in sandy soils. *Soil Science Society of America Journal*, 64(5), 1669-1674.