
Pengaruh Rhizobium dan Urin Manusia Terhadap Sifat Biologi dan Kimia Tanah di Rizosfer Kedelai pada Inceptisol (Effects of Rhizobium and Human Urine on Soil Biological and Chemical Characteristics of Soybean Rhizosphere at Inceptisol)

Santri Ifky Arwani Pakpahan¹, Ilyas¹, Fikrinda^{1*}

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Aplikasi rhizobium dan urin manusia merupakan teknologi alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanah. Inceptisol yang memiliki kendala ketersediaan hara, nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas dua faktor (rhizobium dan urin manusia) dengan pola 2 x 4 dan tiga kali ulangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa interaksi rhizobium dan urin manusia berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan nyata terhadap total mikroorganisme. Inokulasi rhizobium berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan nyata terhadap K-tersedia namun tidak nyata terhadap parameter total mikroorganisme, pH, C-organik, N-total dan P-tersedia. Perlakuan urin manusia berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan nyata terhadap total mikroorganisme dan pH, namun tidak nyata terhadap C-organik, N-total, K-tersedia dan P-tersedia. Perlakuan terbaik yaitu tanpa inokulasi dan pemberian 25 mL urin manusia.

Kata kunci: Nitrogen, Mikroorganisme, Respirasi

Abstract. The application of rhizobium and human urine is an alternative technology to increase soil productivity. Inceptisol which has constraints on the availability of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). This study used Randomized Block Design consisting of two factors (rhizobium and human urine) with 2 x 4 pattern and three replications. The results of this study indicate that the interaction of rhizobium and human urine has a very significant effect on soil respiration and real to total microorganisms. Rhizobium inoculation had a very significant effect on soil respiration and was apparent to K-available but not significant on the total parameters of microorganisms, pH, C-organic, N-total and P-available. Application of Human urine had a very significant effect on soil respiration and was apparent to total microorganisms and pH, but not significant for C-organic, N-total, K-available and P-available. The best application was without inoculation and 25 mL of human urine.

Keywords: Nitrogen, Microorganism, Respiration

PENDAHULUAN

Inceptisol merupakan tanah lahan kering dengan sebaran yang luas dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian. Tanah ini dijumpai seluas 40181,33 ha di Kabupaten Aceh Besar (BPN, 2017). Inceptisol mempunyai kadar unsur hara esensial yang rendah, terutama unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sehingga perlu penambahan unsur hara jika digunakan sebagai lahan budidaya.

Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman, namun ketersediaannya di daerah tropis termasuk Indonesia tergolong rendah (Novriani, 2011). Pemberian nitrogen akan mempercepat laju pertumbuhan tanaman. Latifa dan Anggarwulan (2009) menjelaskan bahwa nitrogen merupakan bagian dari asam amino yang membentuk protein, asam nukleat, hormon, klorofil dan sejumlah senyawa metabolit primer dan sekunder yang diperlukan dalam proses metabolisme tumbuhan.

Untuk mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang secara terus-menerus, maka penggunaan pupuk hayati disarankan untuk mempertahankan kualitas tanah (Dewanto *et al.*, 2013). Rhizobium sebagai mikroorganisme tanah yang dapat bersimbiosis dengan legum dapat memenuhi kebutuhan nitrogen tanaman melalui aktivitas fiksasi nitrogen sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen anorganik. Litbang

Pertanian (2009) menyatakan bahwa rhizobium dapat memenuhi 35-80% kebutuhan nitrogen tanaman kedelai.

Alternatif lain untuk penyediaan nitrogen bagi tanaman adalah pemanfaatan urin. Urin merupakan produk akhir dari metabolisme protein yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk nitrogen (Sumarlin, 2008). Selain nitrogen (N), urin manusia juga mengandung fosfor (P) dan kalium (K) (Heinonen *et al.* 2007). Penggunaan urin manusia ini bertujuan untuk menambah kandungan hara pada tanah sehingga dapat mengurangi bahkan meniadakan penggunaan pupuk buatan selain dapat mengurangi pencemaran limbah cair.

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini dibuat untuk mengetahui apakah rhizobium dan urin manusia berpengaruh terhadap perubahan sifat biologi dan kimia tanah di rizosfer kedelai pada Inceptisol.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah dan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banda Aceh

MATERI DAN METODE

MATERI

Inokulan Rhizobium

Inokulan rhizobium (*Bradyrhizobium*) diperoleh dari CV. Super Grade Rosindo Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat.

Urin Manusia

Urin manusia diperoleh dari jenis kelamin laki-laki berusia 18-25 tahun dan bukan perokok yang dikumpulkan dalam jerigen berukuran 15 liter dan ditutup rapat.

Bahan Tanah Inceptisol

Bahan tanah inceptisol diperoleh di Desa Ie Seuum, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar.

METODE

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diperoleh dari Gampong Ie Seuum Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar dengan koordinat lokasi 05°34'25" LU dan 095°32'1,2" BT. Sampel tanah diambil secara komposit pada lapisan *topsoil* (0-20 cm) dari permukaan tanah. Sebagian sampel tanah tersebut digunakan untuk analisis awal beberapa sifat biologi dan kimia tanah dan yang lainnya sebagai media tanam

Penyiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan sebagai media tanam berasal dari jenis Inceptisol yaitu Typic Endoaquept. Tanah dilakukan analisis awal dengan hasil yang menunjukkan bahwa parameter aspek biologi dan kimia tanah tergolong rendah. Kemudian tanah tersebut dimasukkan ke dalam pot dengan bobot masing-masing 5 kg.

Inokulasi Rhizobium

Benih kedelai yang sudah dibasahi kemudian diinokulasi dengan dosis inokulan 5 g/kg benih dan dikering anginkan selama dua menit sebelum dilakukan penanaman.

Penyiapan dan Aplikasi Urin

Urin manusia yang dikumpulkan kemudian disimpan kurang lebih selama 30 hari sebelum diaplikasikan. Aplikasi urin sesuai perlakuan (25 mL, 50 mL dan 75 mL) dilakukan sebanyak setengah dosis perlakuan diberikan pada 15 HST dan setengah dosis lainnya diberikan pada 30 HST.

Tahapan Penelitian

Sampel tanah yang digunakan berasal dari jenis Inceptisol yang diambil secara komposit pada lapisan top soil (0 – 20 cm). Dosis inokulan yang digunakan yaitu 5g/kg benih dan diinokulasikan pada awal penanaman, Sebelum ditanam, benih tersebut dikering anginkan di tempat yang teduh (tidak terkena sinar matahari langsung) selama dua menit.

PARAMETER PENGAMATAN

Sifat Biologi Tanah

Parameter sifat biologi yaitu Total Mikroorganisme yang dihitung dengan metode agar cawan dan menggunakan nutrient agar (NA) dan Aktivitas Mikroorganisme (respirasi tanah) yang dihitung dengan menggunakan metode titrimetri Verstrate (1981).

Sifat Kimia Tanah

Parameter sifat kimia yaitu pH H₂O (Elektrometrik), C-organik (Walkey & Black), N-total (Kjeldahl), P-tersedia (Bray I) dan K-tersedia (Morgan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun karakteristik biologi dan kimia tanah sebelum perlakuan menunjukkan bahwa parameter biologi yaitu total mikroorganisme ($4,46 \times 10^6$ SPK g BKM Tanah) dan respirasi tanah (2,06 mg CO₂ - C kg BKM tanah⁻¹hari⁻¹) tergolong rendah. Parameter kimia pH H₂O (6,95) dan pH KCl (6,25) tergolong netral, N-total (0,11%) tergolong rendah serta C-organik (0,86%), P-tersedia (3,15 ppm) dan K-tersedia (6,03 ppm) tergolong sangat rendah berdasarkan kriteria BPTP Banda Aceh. Menurut Arviandi *et al.* (2015) Inceptisol memiliki pH tanah bervariasi dari masam, agak masam hingga netral, untuk kadar C-organik biasanya tinggi pada lapisan atas dan kadar N, P dan K baik pada lapisan atas maupun lapisan bawah tanah tergolong rendah.

Sifat Biologi Tanah

Total Mikroorganisme

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa total mikroorganisme tanah tidak nyata dipengaruhi oleh perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia secara tunggal namun nyata dipengaruhi oleh perlakuan interaksi antara inokulasi rhizobium dan urin manusia. Rata-rata nilai total mikroorganisme akibat perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Total Mikroorganisme Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
(x 10 ⁶ SPK g BKM Tanah).....				
Tanpa (R ₀)	17,55a	24,00b	23,73b	13,37a	19,66
	AB	B	B	A	
Ada (R ₁)	23,92a	15,64a	14,88a	13,48a	16,98
	B	A	A	A	
Rata-rata	20,73	19,82	19,31	13,42	

Keterangan: Angka yang Diikuti oleh Huruf yang Sama Berbeda Tidak Nyata pada Taraf 5% (BNT_{0,05} = 7,78x10⁶) Huruf Kapital Merupakan Notasi pada Baris, Huruf Kecil Merupakan Notasi pada Kolom.
SPK : Satuan Pembentuk Koloni, BKM: Berat Kering Mutlak

Tabel 1 menunjukkan bahwa total mikro organisme tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa inokulasi rhizobium dijumpai akibat pemberian urin volume 25 mL per pot yang berbeda nyata hanya dengan perlakuan tanpa inokulasi rhizobium dengan pemberian urin 75 mL per pot. Berbeda halnya dengan perlakuan tanpa rhizobium, total mikroorganisme akibat perlakuan inokulasi rhizobium dijumpai pada kombinasinya dengan tanpa aplikasi urin dan semakin menurun populasinya dengan meningkatnya konsentrasi urin. Hal ini diduga laju perkembangan total mikroorganisme berhubungan dengan salinitas pada urin. Menurut Mulyantoro *et al.* (2015) Iodium merupakan komponen yang mempengaruhi salinitas dikonsumsi oleh tubuh hanya 10% digunakan, sedangkan 90% lainnya diekskresikan melalui urin, hal ini menunjukkan tingginya kadar iodium pada urin mengakibatkan tingginya tingkat salinitas. Tingginya salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri, hanya beberapa bakteri tertentu yang dapat tumbuh pada kondisi salin (Cahyati, 2017).

Respirasi Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme (respirasi tanah) sangat nyata dipengaruhi oleh inokulasi rhizobium dan urin manusia baik secara tunggal maupun interaksi. Rata-rata nilai aktivitas mikroorganisme (respirasi tanah) pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Respirasi Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
 (mg CO ₂ -C kg BKM tanah ⁻¹ .hari ⁻¹).....				
Tanpa (R ₀)	5,51a	13,21b	10,21b	4,87a	8,45a
	A	C	B	A	
Ada (R ₁)	13,34b	4,72a	6,71a	4,67a	7,36b
	C	A	B	A	
Rata-rata	9,43c	13,72d	8,46b	4,77a	

Keterangan : Angka yang Diikuti oleh Huruf yang Sama Berbeda Tidak Nyata pada Taraf 5% BNT_{0,05} = 1,34 (Interaksi), 0,48 (Inokulasi Rhizobium), 0,67 (Urin Manusia). Huruf Kapital Merupakan Notasi pada Baris, Huruf Kecil Merupakan Notasi pada Kolom.

Inokulasi rhizobium tanpa urin meningkatkan aktivitas mikroorganisme (respirasi tanah), hasil respirasi tanah berhubungan dengan total mikroorganisme. hasil ini sejalan dengan penjelasan Andriani dan Bertham (2016) pemberian rhizobium sebagai pupuk hayati mampu meningkatkan respirasi dari pada kontrol, semakin tinggi respirasi tanah yang terjadi maka akan

semakin tinggi juga CO₂ yang dihasilkan. Seperti halnya terhadap total mikroorganisme, pemberian urin juga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme. Kondisi urin yang salin dapat menghambat reaksi enzim yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri. Susanti (2008) mengemukakan bahwa semakin tinggi tingkat salinitas suatu media semakin rendah pula aktivitas suatu mikroba.

Sifat Kimia Tanah

pH H₂O

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH tanah nyata dipengaruhi oleh perlakuan urin manusia sebagai faktor tunggal namun tidak nyata oleh perlakuan tunggal inokulasi rhizobium maupun perlakuan interaksi rizobium dan urin manusia. Rata-rata nilai pH tanah pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata pH Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
Tanpa (R ₀)	7,42	7,49	7,34	7,32	7,39
Ada (R ₁)	7,39	7,36	7,34	7,29	7,35
Rata-rata	7,41b	7,43b	7,34a	7,31a	

Keterangan : Angka yang Diikuti Huruf yang Sama pada Baris yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada Taraf 5% (BNT_{0,05} = 0,06).

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian urin manusia berpengaruh nyata terhadap penambahan pH tanah. Peningkatan pH diduga disebabkan oleh kation yang terdapat pada urin. Balnokin *et al.* (2010) mengemukakan bahwa di dalam urin terdapat lima kation utama yaitu Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺. Aktivitas basa-basa diduga mampu meningkatkan pH tanah akibat berkurangnya pengaruh asam-asam organik (Sembiring *et al.*, 2015). Penurunan pH dapat dilakukan melalui pengenceran urin dengan perbandingan 1:1 serta dapat mengurangi kadar amoniak di dalam urin (Makaya *et al.*, 2014). Secara umum, kondisi pH tidak hanya mempengaruhi tanaman, namun juga mempengaruhi ketersediaan hara di dalam tanah, pH optimum untuk tanaman kedelai yaitu 5,5 – 7,0 (Taufiq dan Sundari, 2012).

C-organik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi rhizobium dan urin manusia sebagai faktor tunggal maupun interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap C-organik tanah. Rata-rata nilai C-organik tanah pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata C-organik Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
 (%)......				
Tanpa (R ₀)	0,86	0,89	0,86	0,76	0,84
Ada (R ₁)	0,80	0,77	0,64	0,79	0,75
Rata-rata	0,83	0,83	0,75	0,78	

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia tidak berpengaruh nyata terhadap nilai C-organik. Hal ini dapat disebabkan pemberian urin tidak disertai dengan perlakuan pengomposan yang dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah. Menurut Indrawati *et al.* (2016) penambahan urin pada kompos berpengaruh nyata

terhadap kadar karbon, kondisi ini diduga bahwa pada proses dekomposisi mikroba menggunakan karbon sebagai sumber energi. Aktivitas mikroba yang berperan dalam ketersediaan bahan organik di dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi pH. Pamungkas dan Prasetya (2017) menjelaskan bahwa pH yang optimum meningkatkan aktivitas bakteri di dalam tanah, karena dapat membantu proses dekomposisi dalam penyediaan C-organik di dalam tanah. Shrestha *et al.* (2013) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa peningkatan C-organik di dalam tanah terjadi pada perlakuan urin + kompos + urea dibandingkan dengan perlakuan urin saja.

N-total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi rhizobium dan urin manusia sebagai faktor tunggal maupun interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap N-total tanah. Rata-rata nilai N-total tanah pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata N-total Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
 (%).....				
Tanpa (R ₀)	0,13	0,13	0,12	0,14	0,13
Ada (R ₁)	0,15	0,11	0,14	0,13	0,13
Rata-rata	0,14	0,12	0,13	0,13	

Pemberian urin tidak berpengaruh terhadap peningkatan N-total, kondisi ini dapat disebabkan karena tidak terjadi hidrolisis urea yang meningkatkan ketersediaan nitrat di dalam urin. Hidrolisis urea nyata terjadi di dalam urin dengan penambahan enzim urease (Luther *et al.*, 2015). Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian Andreev *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa pemberian urin manusia dapat meningkatkan ketersediaan N didalam tanah dengan melakukan penstabilan nitrogen didalam urin melalui peoksidasian ammonia dan nitrit dengan penambahan asam laktat untuk mempertahankan kondisi aktivitas bakteri pengoksidasi. Peningkatan nitrogen melalui aplikasi urin dapat terjadi dengan pemberian yang terus berlanjut, Sene *et al.* (2013) mengemukakan bahwa pemberian urin manusia setelah tiga kali budidaya terbukti meningkatkan kandungan nitrat.

P-tersedia

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi rhizobium dan urin manusia sebagai faktor tunggal maupun interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia tanah. Rata-rata nilai N-total tanah pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata P-tersedia Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
 (ppm).....				
Tanpa (R ₀)	4,91	5,21	4,37	4,18	4,67
Ada (R ₁)	4,75	3,91	5,74	4,91	4,83
Rata-rata	4,83	4,56	5,05	4,55	

Tabel 6 menunjukkan bahwa interaksi inokulasi rhizobium dan urin manusia tidak memberi pengaruh nyata terhadap P-tersedia. Berbeda dengan hasil penelitian Mihelcic *et al.*

(2011) yang menjelaskan bahwa urin mengandung unsur P yang tinggi sehingga dengan jumlah yang tersedia mampu memenuhi 22% permintaan pupuk fosfor secara global. Selain itu, Balnokin *et al.* (2010) juga menjelaskan bahwa urin mengandung fosfor dalam bentuk PO_4^{3-} yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman. Namun, ketersediaan P dipengaruhi oleh kelarutan fosfor di dalam tanah. Mallarino (2000) mengemukakan bahwa kelarutan fosfor tanah untuk tanaman yaitu pada pH 6–7, apabila pH dibawah 6, maka fosfor akan terikat oleh Fe dan Al, dan apabila pada tanah dengan pH diatas 7, maka fosfor akan diikat oleh Mg dan Ca. Peningkatan ketersediaan P dapat dilakukan dengan menurunkan kadar Mg dan Ca di dalam urin dengan penambahan abu kayu (Sakhtivel *et al.*, 2012).

K-tersedia

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi rhizobium berpengaruh nyata terhadap K-tersedia tanah dan tidak berpengaruh nyata pada perlakuan urin manusia serta interaksi inokulasi rhizobium dan urin manusia. Rata-rata nilai K-tersedia pada perlakuan inokulasi rhizobium dan urin manusia disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata K-tersedia Tanah akibat Perlakuan Inokulasi Rhizobium dan Urin Manusia

Rhizobium	Urin (mL)				Rata-Rata
	0 (U ₀)	25 (U ₁)	50 (U ₂)	75 (U ₃)	
 (ppm).....				
Tanpa (R ₀)	3,93	5,79	3,29	3,61	4,16b
Ada (R ₁)	2,65	2,97	3,62	3,21	3,11a
Rata-rata	3,29	4,38	3,46	3,41	

Keterangan : Angka yang Diikuti Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Tidak Berbeda Nyata pada Taraf 5% (BNT_{0,05} = 0,70).

Tabel 7 menunjukkan bahwa K-tersedia tanah lebih tinggi akibat perlakuan tanpa inokulasi rhizobium yang berbeda nyata dengan perlakuan adanya inokulasi rhizobium. Hal ini sejalan dengan Pamungkas dan Prasetya (2017) yang menunjukkan bahwa pemberian rhizobium tidak dapat meningkatkan K-tersedia di dalam tanah. K-tersedia tidak nyata dipengaruhi urin, hal ini tidak sejalan dengan Makaya *et al.* (2014) bahwa selain mengandung nitrogen dan fosfor, urin manusia juga mengandung kalium dengan kandungan 1,9 g/L. Kondisi kalium di dalam tanah dipengaruhi oleh pH, pada pH basa, ion OH^- lebih banyak dibandingkan dengan pH masam, hal ini diduga mengakibatkan OH^- berikatan dengan kation basa (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}) (Syekhfani, 2009 dalam Pamungkas dan Prasetya, 2017). Diketahui selain mengandung unsur N, P, dan K, urin manusia juga mengandung sodium (Na). Tidak tersedianya K di dalam tanah dapat disebabkan karena kondisi Na di dalam urin yang tinggi, Sene (2013) menyatakan bahwa substitusi K^+ oleh Na^+ yang dikenal sebagai efek utama salinitas dan menyebabkan ketidak seimbangan K dalam tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Inokulasi rhizobium berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan berpengaruh nyata terhadap K-tersedia namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter lainnya. Perlakuan urin manusia berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan nyata terhadap total mikroorganisme dan pH namun tidak nyata terhadap parameter lainnya. Interaksi inokulasi

rhizobium dan urin manusia berpengaruh sangat nyata terhadap respirasi tanah dan nyata terhadap total mikroorganisme namun tidak nyata terhadap parameter lainnya.

SARAN

Diharapkan penggunaan inokulan rhizobium yang adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan dan dilakukan penelitian kembali pengaruh penggunaan urin di bidang pertanian dan penggunaannya secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreev, N, M. Ronteltap, B. Boincean, M. Wernli, E. Zubcov, N. Bagrin, N. Borodin dan P.N.L. Lens. 2017. Lactic acid fermentation of human urine to improve its fertilizing value and reduce odour emissions. *Environmental Management*. 198: 63-69.
- Andriani, E dan Y.H. Bertham. 2016. Respon pemberian pupuk hayati terhadap sifat biologi tanah pada tanaman kedelai di Ultisols. *Agroqua*. 14(2): 1-10.
- Arviandi, R., A. Rauf dan G. Sitanggang. 2015. Evaluasi sifat kimia tanah Inceptisol pada kebun inti tanaman gambir (*Uncaria gambir roxb.*) di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *Agroteknologi*. 3(4): 1329-1334.
- Balnokin, Y., N. Myasoedov, L. Popova, A. Tikhomirov, S. Ushakova, C. Lasseur dan J.B. Gros. 2010. Use of halophytic plants for recycling NaCl in human liquid waste in a bioregenerative life support system. *Advances in Space Research*. 46: 768-774.
- BPN Provinsi Aceh. 2017. Peta Jenis Tanah Kabupaten Aceh Besar. Badan Pertanahan nasional. Provinsi Aceh.
- Cahyati, R.A.A. 2017. Pengaruh bakteri rhizosfer toleran salin terhadap tanaman mentimun (*Cucumis sativa L*) pada tanah salin. Thesis. Program Studi Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Dewanto, F.G., J.J.M.R. Londok, R.A.V. Tuturoong dan W. B. Kaunang. 2013. Pengaruh pemupukan anorganik dan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *Zootek*. 5(32): 1-8.
- Heinonen T.H, Sjobolom A, Fabritius H, dan Karinen P. 2007. Pure human urine is a good fertilizer for cucumbers. *Bioresource Technology*. 98 (1): 214-217.
- Indrawati, V., S. Syarif dan A. Latif. 2016. Pengaruh penggunaan urin sebagai sumber nitrogen terhadap bentuk fisik dan unsur hara kompos feses sapi. *Ilmiah Mahasiswa*. 1-10.
- Latifa I.C dan Anggarwulan E. 2009. Nitrogen content, nitrate reductase activity, and biomass of kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) on shade and nitrogen fertilizer variation. *Nusantara Bioscience*. 1: 65-71.
- Litbang Deptan. 2009. Budidaya tanaman kedelai. Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh. Badan Litbang Deptan, Aceh.
- Luther, A.K., J. Desloover, D.E. Fennell dan K. Rabaey. 2015. Electrochemically driven extraction and recovery of ammonia from human urine. *Water Research*. 87: 367-377.
- Makaya, J.M., M.K. Somda, A. Savadogo, D. Dianou, N. Barro dan A.S. Traore. 2014. Survival of enteric bacteria in source-separated human urine use as fertilizer: effect of temperature and ammonia. *Environmental and Science Technology*. 8(9): 511-520.
- Mallarino, A. 2000. Soil Testing and Available Phosphorus. *Integrade Crop Management News*. Iowa State University.
- Mihelcic, J.R., L.M. Fry dan R. Shaw. 2011. Global potential of phosphorus recovery from human urine and feces. *Chemosphere*. 84: 832-839.

- Mulyantoro, D.K, I. Kusriani dan D. Kartono. 2015. Estimasi kadar iodium dalam urin 24 jam melalui urin sesaat. *Gizi dan Makanan*. 38(2): 87-94.
- Novriani. 2011. Peranan rhizobium dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman kedelai. *Agronobis*. 5 (3): 35-42.
- Pamungkas, R.Y. dan B. Prasetya. 2017. Pemanfaatan bakteri penambat N sebagai pupuk hayati dan pengaruhnyaterhadap serapan nitrogen tanaman kedelai pada Alfisol. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4(2): 533-541.
- Sakthivel, S.R., E. Tilley dan K.M. Udert. 2012. Wood ash as a magnesium source for phosphorus recovery from source-separated urine. *Science of the Total Environment*. 419: 68-75.
- Saridevi, G.A.A.R., I.W.D. Atmaja dan I.M. Mega. 2013. Perbedaan sifat biologi tanah pada beberapa tipe penggunaan lahan di tanah Andisol, Inceptisol, dan Vertisol. *Agroteknologi Tropika*. 2(4): 214-223.
- Sembiring, I.S., Wawan dan M.A. Khoiri. 2015. Sifat kimia tanah Dystrudepts dan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang diaplikasi mulsa organik *Mucuna bracteata*. *JOM Faperta*. 2(2): 1-11.
- Sene, M. 2013. Application of human urine as liquid fertilizer in agriculture. Thesis. Environment, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, JAPAN.
- Sene, M. N. Hijikata, K. Ushijima, dan N. Funamizu. 2013. Effects of continuous application of extra human urine volume on plant and soil. *IJASR*. 3(3): 75-89.
- Shresthaa, D., A. Srivastavaa, S.M. Shakyaa, J. Khadkab dan B.S. Acharyac. 2013. Use of compost supplemented human urine in sweet pepper (*Capsicum annum* L.) production. *Scientia Horticulturae*. 153: 8-12.
- Sumarlin, L.O. 2008. Pemerangkapan ammonium (NH⁴⁺) dari urin dengan zeolit pada berbagai variasi konsentrasi urin. Skripsi. Program Studi Kima Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri, Jakarta.
- Susanti, W. 2008. Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan bakteri coliform dalam media air. Thesis. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah, Semarang.
- Taufiq, A dan T. Sundari. 2012. Respons tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. *Palawija*. 23: 13-26.