

Uji Infektifitas dan Efektifitas *Rhizobia* sp. terhadap Tanaman Kedelai di Rumah Kasa pada Tanah Ultisol dengan pH yang Berbeda

Infectiveness and Effectiveness Test of Rhizobia sp by Soybean Plant in Screen House on Ultisol Soil with Different pH

M. Reza Alfikri*, Hardy Guchi, Asmarlaili Sahar

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

*Corresponding author : rezaalfikri11@gmail.com

ABSTRACT

Rhizobia fixed nitrogen from the air and supplied legume and effected to soil fertility. The research was conducted in May 2017 until November at Soil Biology Laboratory and Screen House of Agriculture Faculty University of Sumatera Utara. This research was carried out with 2 stages: growth test at various pH with isolate tested (TJA 1, TJA 2, TJA 3, BGR 1, BGR 2, BGR 3, BGR 4, BALAI 1, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 3, LP 4 and LAB) and the infectivity test and the effectivity of Rhizobia. The research used Randomized Block Design with 2 treatment: Lime (Without Lime and Lime 1 x Aldd) and Isolate Rhizobia (TJA 1, TJA 3, BGR 1, BGR 3, BGR 4, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 4 and LAB). The application of Rhizobia's isolate BGR 3 showed the infektively with root nodule amount criteria(124,00). The isolate Rhizobia's BGR 3 effectively increased N plant level and N absorption (3,80 %; 31,08mg/plant). Application of isolate Rhizobia was not able to increase the level of P plants and P plant uptake. The best interaction was shown (Plant height 85.00 cm, stem diameter 3.93 mm, root nodule 127.50, N level of 3.80%, N absorption 30.16 mg / plant) by treatment of BGR 3 and Lime 1 x Aldd.

Keywords: N absorption, rhizobia, root nodule, soybean, ultisol soil

ABSTRAK

Rhizobia memiliki peranan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, Rhizobia mampu menyumbangkan nitrogen untuk tanaman dengan cara memfiksasi nitrogen yang ada di udara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2017 sampai November 2017 di Laboratorium Biologi Tanah dan Rumah Kasa Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu uji pertumbuhan pada berbagai pH dengan isolate yang diuji (TJA 1, TJA 2, TJA 3, BGR 1, BGR 2, BGR 3, BGR 4, BALAI 1, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 3, LP 4 dan LAB) dan uji infektifitas serta efektifitas Rhizobia. Penelitian ini dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor perlakuan yaitu Pengapuran (Tanpa Kapur dan Kapur 1 x Aldd) dan Isolat Rhizobia (TJA 1, TJA 3, BGR 1, BGR 3, BGR 4, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 4 dan LAB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian isolat Rhizobia BGR 3 infektif yang ditandai dengan adanya bintil akar (124,00) dan efektif meningkatkan kadar N tanaman serta serapan N (3,80 % ; 31,08mg/tanaman).Pemberian isolate Rhizobia tidak mampu meningkatkan kadar P tanaman dan serapan P tanaman. Interaksi terbaik ditunjukkan perlakuan BGR 3 dan Kapur 1 x Aldd (Tinggi tanaman 85,00 cm; diameter batang 3,93 mm; bintil akar 127,50; Kadar N 3,80 %; serapan N 30,16 mg/tanaman).

Kata Kunci : Serapan N, rhizobia, bintil akar, kedelai, tanah ultisol

PENDAHULUAN

Produksi kedelai di Indonesia menurut Harnowo (2015) pada tahun 2014 mencapai 954.997 ton. Sementara pada tahun 2015 produksi kedelai mengalami peningkatan yakni mencapai 963.183 ton, hal ini masih jauh dari total kebutuhan kedelai yang mencapai 2,2 juta ton. Produksi kedelai yang masih belum maksimal dikarenakan kondisi lahan yang buruk seperti kesuburan tanah yang rendah.

Permasalahan utama yang menjadikan kedelai tidak mencapai produksi maksimal menurut para ahli pertanian adalah permasalahan tingkat kesuburan tanah. Menurut Sujana dan Pura (2015) tanah di Indonesia umumnya di dominasi tanah Ultisol yang dapat menimbulkan masalah tersendiri dalam pencapaian produktivitas pertanian. Tanah Ultisol dicirikan dengan agregat yang kurang stabil, permeabilitas, bahan organik dan tingkat kebasahan rendah. Disisi lain masalah utama dari tanah ultisol yaitu memiliki tanah yang bersifat masam dengan pH rata-rata 4,2 – 4,8 dengan tingkat kandungan Al yang tinggi yakni > 60% dapat mengakibatkan keracunan pada tanah.

Tanah ultisol memiliki sifat kemasaman yang sangat tinggi. Hal ini ditandai dengan kandungan Al yang tinggi pada tanah tersebut. Al yang tinggi dapat mengikat P dan Mo serta N menjadi tidak tersedia. Hal ini pula yang menyebabkan mikroorganismee tanah tidak dapat hidup dengan baik seperti *Rhizobia* sp., maka dari itu perlu diuji isolat *Rhizobia* sp. yang mampu hidup pada kondisi masam. Pada tanaman kedelai, *Rhizobia* merupakan urat nadi dalam kegiatan fiksasi nitrogen di udara dan di tanah. Usaha untuk memperbaiki kesuburan tanah ultisol dan meningkatkan produksi kedelai yakni dengan uji potensi *Rhizobia*. *Rhizobia* sp dapat membantu proses fiksasi N diudara maupun di tanah, akan tetapi fiksasi

N tidak aktif apabila kondisi tanah masam dan kandungan Al yang tinggi

Berdasarkan penelitian Hanafiah (2009) *Rhizobium* tidak dapat hidup pH $\leq 4,3$. Sebab bakteri yang berperan dalam proses fiksasi N ini peka terhadap kemasaman, hal ini jelas dapat mempengaruhi kebutuhan N tanaman. Berdasarkan yang dilakukan Widyasari *et al* (2013) mengenai pengaruh pH media terhadap ketahanan *Rhizobia* sp menunjukkan bahwa kemampuan bakteri *Rhizobia* sp yang dikondisikan pertumbuhannya dengan pH 5,8 lebih resisten dan mampu beradaptasi terhadap kondisi asam dibandingkan dengan *Rhizobia* sp. yang dikondisikan pertumbuhannya dengan pH 7,0. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Niste *et al* (2013) menyatakan bakteri *Rhizobium trifolii* tumbuh baik dan berkembang pada pH 8,0 yang ditandai dengan jumlah populasi dari bakteri tersebut yaitu 6253,33 CFU yang dibandingkan dengan pH 5,0; 6,0; dan 7,0. Untuk itu perlu dilakukan pengujian ulang terhadap pertumbuhan *Rhizobia* sp. pada berbagai kondisi pH dan Al sehingga dapat diperoleh kondisi optimum untuk pertumbuhan *Rhizobia* sp.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul Uji Infektifitas dan Efektifitas *Rhizobia* sp. terhadap Tanaman Kedelai di Rumah Kasa pada Tanah Ultisol dengan pH yang Berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Rumah Kasa dan Laboratorium Biologi Tanah pada bulan Mei 2017 sampai dengan November 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai var. Anjasmoro, tanah ultisol, $(CaMg(CO_3)_2)$, polibag, pupuk kimia lengkap, isolat *Rhizobia*, bahan kimia untuk pembuatan

media (*Yeast Extract Mannitol*) serta bahan lain yang digunakan pada percobaan ini

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bor tanah, meteran, timbangan, ayakan tanah 10 mesh, GPS (*Global Positioning System*), LAF (*Laminar Air Flow*), autoklaf, tabung reaksi (*testtube*), gelas beaker, erlenmeyer, jarum suntik serta alat lain yang digunakan untuk percobaan ini.

Penelitian ini menggunakan 3 tahap penelitian : 1. Isolasi dan purifikasi *Rhizobia* sp dari bintil akar tanaman kedelai. 2. Uji Pertumbuhan *Rhizobia* pada berbagai kondisi pH. 3. Uji infektifitas dan Efektifitas *Rhizobia* pada terhadap tanaman kedelai di rumah kaca pada tanah ultisol dengan pH yang berbeda dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yang terdiri atas: Pengapuran (tanpa kapur (0 ton/ha), setara 1 x Aldd dan, Isolat *Rhizobia* (TJA 1, BGR 1, BALAI 3, LAB, LP 1, LP 4, TJA 3, LP 2, BGR 3, BALAI 2, BGR 4). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik berdasarkan analisis varian pada setiap peubah amatan yang diukur dan diuji lanjut bagi perlakuan yang nyata dengan menggunakan uji beda Duncan Multiple Range Test pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Tanah Setelah Inkubasi Kapur

Hasil pengukuran pH tanah tanah setelah inkubasi kapur dolomite dapat dilihat pada Tabel 1:

Pemberian kapur dolomit dengan dosis 1 x Aldd dapat meningkatkan pH tanah secara nyata. Pemberian kapur dolomit 1 x

Aldd meningkatkan pH tanah tertinggi (5,5) jika dibandingkan dengan tanpa pemberian kapur dolomit (4,94).

Pemberian kapur dolomit dengan dosis 1 x Aldd dapat meningkatkan pH tanah dikarenakan fungsi utama dari kapur dapat mengendapkan Al yang terdapat di dalam tanah yang menyebabkan tanah masam. Selain itu, kapur dolomit yang mengandung Ca dan Mg dapat menyumbangkan ion-ion basa dalam tanah dan mampu menggantikan Al yang berada didalam koloid tanah. Hal ini didukung oleh pernyataan Soepardi (1983) yang menyatakan bahwa tujuan pemberian kapur ke dalam tanah ialah untuk mengurangi atau meniadakan Al di dalam tanah sehingga pH tanah dapat meningkat.

Pemberian kapur dolomit pada lahan pertanian secara berlebihan dapat berakibat negative pada lahan tersebut. Pemberian kapur pada tanah secara berlebihan dapat mengakibatkan unsur hara P akan terjerap di dalam tanah. Selain hara P yang terjerap di dalam tanah mengakibatkan Ca dan Mg menjadi berlebih di dalam tanah sehingga mengakibatkan hara hara utama lainnya menjadi terejerap maupun terikat di dalam tanah oleh ion ion yang ada didalam tanah.

Pemberian kapur dolomit pada tanah selain dapat meningkatkan pH tanah, kapur tersebut dapat berepengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Rhizobia*. Semakin tinggi pH tanah maka pertumbuhan bakteri *Rhizobia* akan semakin baik dikarenakan bakteri tersebut baik pertumbuhannya pada pH yang basa.

Tabel 1. pH Tanah Setelah Inkubasi Kapur

PERLAKUAN	pH Tanah

K ₀ (Tanpa Kapur)	4,94b
K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	5,5a
RATAAN	5,22

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*.

Populasi Bakteri *Rhizobia* Pada Media YEM Cair

Hasil pengujian bakteri *Rhizobia* pada pH media YEM yang berbeda dapat dilihat nilai rata-rata populasi bakteri *Rhizobia* pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Populasi Bakteri *Rhizobia* Pada Media YEM Cair

KODE ISOLAT	POPULASI BAKTERI <i>RHIZOBIA</i>								
	pH								
	P ₁ (3)	P ₂ (3,5)	P ₃ (4)	P ₄ (4,5)	P ₅ (5)	P ₆ (5,5)	P ₇ (6)	P ₈ (6,5)	P ₉ (7)
TJA 1	1,45 x 10 ⁸	4,27 x 10 ⁸	5,41 x 10 ⁸	7,59 x 10 ⁸	12,48 x 10 ⁸	12,49 x 10 ⁸	23,99 x 10 ⁸	12,57 x 10 ⁸	17,24 x 10 ⁸
TJA 2	0,83 x 10 ⁶	1,24 x 10 ⁶	1,15 x 10 ⁶	2,91 x 10 ⁶	14,13 x 10 ⁶	15,63 x 10 ⁶	27,28 x 10 ⁶	26,27 x 10 ⁶	28 x 10 ⁶
TJA 3	2,54 x 10 ⁸	3,32 x 10 ⁸	5,59 x 10 ⁸	15,96 x 10 ⁸	20,42 x 10 ⁸	25,94 x 10 ⁸	31,98 x 10 ⁸	37,79 x 10 ⁸	45,73 x 10 ⁸
LP 1	3,27 x 10 ⁸	3,06 x 10 ⁸	5,25 x 10 ⁸	16,63 x 10 ⁸	13,39 x 10 ⁸	9,61 x 10 ⁸	26,63 x 10 ⁸	34,63 x 10 ⁸	40,17 x 10 ⁸
LP 2	3,49 x 10 ⁸	9,57 x 10 ⁸	10,3 x 10 ⁸	12,87 x 10 ⁸	12,55 x 10 ⁸	23,90 x 10 ⁸	17,28 x 10 ⁸	34,16 x 10 ⁸	38,75 x 10 ⁸
LP 3	1,84 x 10 ⁶	4,55 x 10 ⁶	5,15 x 10 ⁶	8,31 x 10 ⁶	12,54 x 10 ⁶	12,47 x 10 ⁶	10,32 x 10 ⁶	13,90 x 10 ⁶	16,91 x 10 ⁶
LP 4	8,62 x 10 ⁸	14,77 x 10 ⁸	12,69 x 10 ⁸	13,76 x 10 ⁸	26,32 x 10 ⁸	15,64 x 10 ⁸	37,02 x 10 ⁸	32,94 x 10 ⁸	37,13 x 10 ⁸
BGR 1	9,1 x 10 ⁷	7,53 x 10 ⁷	1,767 x 10 ⁸	3 x 10 ⁸	16,3 x 10 ⁸	16,6 x 10 ⁸	34,9 x 10 ⁸	27,45 x 10 ⁸	27,26 x 10 ⁸
BGR 2	2,52 x 10 ⁶	3,61 x 10 ⁶	5,3 x 10 ⁶	9,14 x 10 ⁶	10,88 x 10 ⁶	14,57 x 10 ⁶	17,3 x 10 ⁶	23,16 x 10 ⁶	26,91 x 10 ⁶
BGR 3	8,28 x 10 ⁸	14,52 x 10 ⁸	13,04 x 10 ⁸	14,17 x 10 ⁸	26,31 x 10 ⁸	15,69 x 10 ⁸	37,02 x 10 ⁸	34,5 x 10 ⁸	45,17 x 10 ⁸
BGR 4	1,52 x 10 ⁸	2,34 x 10 ⁸	0,77 x 10 ⁸	0,92 x 10 ⁸	9,97 x 10 ⁸	20,07 x 10 ⁸	25,4 x 10 ⁸	28,8 x 10 ⁸	36,7 x 10 ⁸
BALAI 1	12,54 x 10 ⁶	14,68 x 10 ⁶	12,46 x 10 ⁶	13,75 x 10 ⁶	22,97 x 10 ⁶	18,05 x 10 ⁶	23,65 x 10 ⁶	27,32 x 10 ⁶	30,37 x 10 ⁶
BALAI 2	3,51 x 10 ⁸	9,54 x 10 ⁸	10,34 x 10 ⁸	12,91 x 10 ⁸	12,68 x 10 ⁸	23,02 x 10 ⁸	17,68 x 10 ⁸	34,19 x 10 ⁸	38,75 x 10 ⁸
BALAI 3	3,57 x 10 ⁸	3,38 x 10 ⁸	5,25 x 10 ⁸	16 x 10 ⁸	20,18 x 10 ⁸	27,27 x 10 ⁸	32,35 x 10 ⁸	38,23 x 10 ⁸	43,47 x 10 ⁸

LAB	$1,16 \times 10^8$	$2,35 \times 10^8$	$2,97 \times 10^8$	$1,78 \times 10^8$	$10,16 \times 10^8$	$20,20 \times 10^8$	$24,66 \times 10^8$	$32,50 \times 10^8$	$36,82 \times 10^8$
-----	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Keterangan : TJA	: Tanjung Anom	BGR	: Tanah Jasinga Bogor	LAB	: Koleksi Laboratorium Biologi
LP	: Lahan Pertanian	BALAI	: UPT Tanaman Kedelai		Tanah FP USU

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2 tampak bahwa tidak semua isolat *Rhizobia* mampu hidup pada kondisi pH 3, seperti isolat TJA 2, BGR 2, BALAI 1 dan LP 3 dengan nilai populasi *Rhizobia* berturut-turut $0,83 \times 10^6$, $2,52 \times 10^6$, $12,54 \times 10^6$ dan $1,84 \times 10^6$. Berbeda dengan isolat *Rhizobia* TJA 1, TJA 3, BGR 1, BGR 3, BGR 4, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 4 dan LAB yang mampu hidup lebih besar dari isolat lain dengan nilai populasi *Rhizobia* berturut-turut $1,45 \times 10^8$, $2,54 \times 10^8$, $9,1 \times 10^7$, $8,28 \times 10^8$, $1,52 \times 10^8$, $3,51 \times 10^8$, $3,57 \times 10^8$, $3,27 \times 10^8$, $3,49 \times 10^8$, $8,62 \times 10^8$ dan $1,16 \times 10^8$.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2 tampak bahwa semakin tinggi pH media maka semakin tinggi pula populasi pertumbuhan *Rhizobia*. Seperti halnya ditunjukkan pada isolat I₉ pada perlakuan P₁ populasi *Rhizobia* lebih kecil dari P₂ < P₃ < P₄ < P₅ < P₆ < P₇ < P₈ < P₉ dengan nilai populasi berturut-turut $8,28 \times 10^8$, $14,52 \times 10^8$, $13,04 \times 10^8$, $14,17 \times 10^8$, $26,31 \times 10^8$, $15,69 \times 10^8$, $37,02 \times 10^8$, $34,5 \times 10^8$ dan $45,17 \times 10^8$.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2 tampak bahwa tidak semua

bakteri tumbuh baik pada berbagai kondisi pH, maka dari itu untuk pengujian lanjut infektifitas dan efektifitas bakteri *Rhizobia* hanya berbagai isolat saja yang diuji lanjutan. Isolat yang di uji lanjut infektifitas dan efektifitas *Rhizobia* dengan kode isolat TJA 1, TJA 3, BGR 1, BGR 3, BGR 4, BALAI 2, BALAI 3, LP 1, LP 2, LP 4 dan LAB.

Tinggi Tanaman Kedelai

Hasil pengukuran tinggi tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 3 tampak bahwa pemberian kapur dan isolat bakteri *Rhizobia* tidak jauh berbeda pada setiap perlakuannya, namun dapat meningkatkan pertumbuhan tanamannya. Pada perlakuan pemberian kapur 1 x Al₂O₃ (69,23) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa diberi kapur. Hal ini dikarenakan tanaman kedelai membutuhkan kondisi pH optimum untuk pertumbuhan tanamannya. Kondisi optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai sekitar pH 5 - 5,5.

Tabel 3. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	TINGGI TANAMAN (cm)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Al ₂ O ₃)	
I ₀ (Kontrol)	60,50	51,75	56,13
I ₁ (TJA 1)	59,25	74,25	66,75
I ₂ (BGR 1)	62,50	69,00	65,75
I ₃ (BALAI 3)	68,75	74,00	71,38
I ₄ (LAB)	70,65	71,50	71,08
I ₅ (LP 1)	62,25	74,50	68,38
I ₆ (LP 4)	67,25	62,15	64,70
I ₇ (TJA 3)	72,00	70,50	71,25
I ₈ (LP 2)	69,50	67,00	68,25
I ₉ (BGR 3)	71,25	85,00	78,13
I ₁₀ (BALAI 2)	61,50	63,15	62,33
I ₁₁ (BGR 4)	79,50	68,00	73,75
RATAAN	67,08	69,23	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Pemberian isolat *Rhizobia* pada tanaman kedelai tidak menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang tinggi, akan tetapi pemberian isolat *Rhizobia* pada perlakuan I₉ (BGR 3) (78,13) lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian isolat *Rhizobia* I₀ (Kontrol) (56,13). Hal ini dikarenakan pemberian isolat *Rhizobia* tidak berupa taraf dosis peningkatan melainkan dengan taraf dosis yang sama dan populasi *Rhizobia* yang seimbang.

Pada perlakuan Isolat *Rhizobia* jauh lebih tinggi pada perlakuan K₁ (kapur 1 x Aldd) (69,23) dibandingkan dengan K₀ (tanpa kapur) (67,08). Hal ini dikarenakan Bakteri *Rhizobia* lebih optimum berkembang pada pH yang lebih tinggi/netral hingga basa jika dibandingkan pada pH tanah yang masam. Hal ini di dukung oleh pernyataan Purwaningsih (2008) yang menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi bakteri *Rhizobia* didalam tanah yaitu kelembaban, pH tanah serta tingkat ketahanan bakteri tersebut.

Diameter Batang

Hasil pengukuran diameter batang kedelai dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Berdasarkan hasil pengukuran diameter batang yang ditampilkan pada Tabel 3 diketahui diameter batang kedelai berpengaruh nyata terhadap pemberian kapur. Perlakuan K₁ (Kapur 1 x Aldd) sebesar 3,41 lebih tinggi dibandingkan dengan K₀ (tanpa kapur) sebesar 3,02. Pada perlakuan isolat *Rhizobia* diameter batang tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan diameter batang. Pemberian isolate dapat meningkatkan pertambahan diameter batang. Hal ini dikarenakan *Rhizobia* tidak begitu efektif dalam peningkatan diameter batang.

Pada perlakuan isolat *Rhizobia*, perlakuan I₉ (BGR 3) dan I₆ (LP 4) lebih tinggi sebesar 3,44 dan 3,49 dibandingkan dengan I₀ (control) sebesar 2,55. Pemberian isolat *Rhizobia* tidak begitu nyata terhadap peningkatan diameter batang akan tetapi terlihat peningkatan yang signifikan jika dibandingkan dengan diberikan isolat *Rhizobia* dan tanpa isolat *Rhizobia*. Namun demikian, pemberian isolate *Rhizobia* tidak dapat meningkatkan pertambahan diameter batang secara nyata.

Tabel 4. Diameter Batang Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	DIAMETER BATANG (mm)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	2,28	2,83	2,55
I ₁ (TJA 1)	3,11	3,45	3,28
I ₂ (BGR 1)	2,95	3,22	3,08
I ₃ (BALAI 3)	3,01	3,81	3,41
I ₄ (LAB)	3,15	3,64	3,39
I ₅ (LP 1)	2,75	3,72	3,23
I ₆ (LP 4)	3,29	3,68	3,49
I ₇ (TJA 3)	3,13	3,42	3,28
I ₈ (LP 2)	3,00	3,42	3,21
I ₉ (BGR 3)	2,96	3,93	3,44
I ₁₀ (BALAI 2)	3,18	2,85	3,01

I ₁₁ (BGR 4)	3,46	2,92	3,19
RATAAN	3,02b	3,41a	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Pemberian isolat *Rhizobia* serta pengapuran menghasilkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa isolat *Rhizobia* dan tanpa kapur. Penggunaan isolat *Rhizobia* yang efektif dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yuwono (2006) yang menyatakan bahwa bakteri *Bradyrhizobium* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan hasil yang tidak begitu signifikan dikarenakan lamanya perkembangan bakteri dalam memfiksasi N serta penyebaran hara ke jaringan tanaman.

Jumlah Bintil Akar

Hasil pengukuran jumlah bintil akar dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Berdasarkan hasil pengukuran jumlah bintil akar yang ditampilkan pada Tabel 5 diketahui jumlah bintil akar tertinggi ditunjukkan pada pemberian isolat BGR 3 dengan pemberian kapur 1 x Al₂O₃ (K₁I₉) yaitu 127,50 dan jumlah bintil akar terendah ditunjukkan oleh perlakuan tanpa isolat *Rhizobia* dan tanpa kapur

(Kontrol) (K₀I₀) yaitu 18,50. Perlakuan K₁I₉ tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₀I₉, K₁I₄, K₀I₇, K₁I₁₀, K₀I₆, K₁I₁, K₀I₃, K₁I₈ dan K₁I₅ serta berbeda nyata dengan K₁I₃, K₁I₁₁, K₀I₁₀, K₀I₅, K₁I₆, K₀I₄, K₀I₁₁, K₁I₂, K₀I₈, K₁I₇, K₀I₂, K₀I₁, K₁I₀ dan K₀I₀.

Isolat *Rhizobia* mampu meningkatkan jumlah bintil akar dengan jenis isolat terbaik yaitu I₉ (BGR 3) dimana nilai rata-rata jumlah bintil akar yang didapat yaitu 124,00 yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa pemberian isolat *Rhizobia* (I₀). Pemberian isolat I₉ berpengaruh sangat nyata terhadap perlakuan Isolat *Rhizobia* yang lain. Hal ini dikarenakan tingkat pembentukan bintil akar tergantung terhadap kemampuan bakteri tersebut menginfeksi akar tanaman.

Infektivitas tanaman kedelai dapat ditandai dengan adanya bintil akar pada tanaman tersebut. Nilai infektivitas tanaman kedelai tergantung terhadap kemampuan bakteri *Rhizobia* dalam menginfeksi akar tanaman tersebut. Semakin banyak bintil akar pada tanaman maka nilai infektivitasnya semakin tinggi terhadap tanaman tersebut.

Tabel 5. Jumlah Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	JUMLAH BINTIL AKAR		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Al ₂ O ₃)	
I ₀ (Kontrol)	18,50i	34,00hi	26,25d
I ₁ (TJA 1)	56,00gh	99,00abcd	77,50bc
I ₂ (BGR 1)	59,50fgh	70,50cdefg	65,00c
I ₃ (BALAI 3)	95,00abcde	91,00bcdef	93,00b
I ₄ (LAB)	72,50cdefg	103,00abc	87,75bc
I ₅ (LP 1)	86,00bcdefg	92,50abcdef	89,25b
I ₆ (LP 4)	100,00abcd	83,50cdefg	91,75b
I ₇ (TJA 3)	102,00abc	63,00efgh	82,50bc
I ₈ (LP 2)	66,00defgh	92,50abcdef	79,25bc
I ₉ (BGR 3)	120,50ab	127,50a	124,00a

I ₁₀ (BALAI 2)	86,50bcdefg	100,50abcd	93,50b
I ₁₁ (BGR 4)	71,50cdefg	90,00bcdefg	80,75bc
RATAAN	77,83b	87,25a	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Pada perlakuan pemberian isolat *Rhizobia*, terlihat bahwa seluruh bakteri mampu meninfeksi akar tanaman dengan ditunjukkan terhadap ada tidaknya bintil akar pada suatu tanaman. Tingkat infektivitas *Rhizobia* dapat dilihat dari jumlah bintil akar yang terbentuk dimana semakin banyak bintil akar yang terbentuk maka semakin tinggi pula nilai infektivitasnya. Rendahnya tingkat infektivitas *Rhizobia* dipengaruhi oleh ketahanan bakteri, pH yang menghambat perkembangan *Rhizobia*, *Rhizobia* yang kurang adaptif terhadap perbedaan pH dapat mengakibatkan bakteri tidak mampu berkembang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah (1991) yang menyatakan faktor yang mempengaruhi pembentukan bintil akar dapat berupa lingkungan seperti pH dan ketersediaan hara.

Pemberian kapur dolomit pada tanah mampu meningkatkan jumlah bintil akar dimana pada perlakuan pemberian kapur 1 x Aldd (K₁) yaitu 87,25 lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian kapur (K₀) yaitu 77,83. Hal ini dikarenakan semakin tinggi pH tanah maka semakin baik pula pertumbuhan

bakteri dan bintil akar terbentuk dengan baik. Jika pH tanah masam maka bakteri tidak mampu baik untuk menginfeksi akar tanaman. Selain itu, penggunaan isolat yang mampu hidup di tanah pH yang masam akan mampu menginfeksi akar dengan baik akan tetapi isolat tersebut jauh lebih baik jika hidup pada pH yang basa. Hal ini didukung oleh Hanafiah (2009) *Rhizobium* tidak dapat hidup pH $\leq 4,3$. Sebab bakteri yang berperan dalam proses fiksasi N ini peka terhadap kemasaman.

Berat Kering Tajuk

Hasil pengukuran berat kering tajuk tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 6 tampak bahwa berat kering tajuk tidak jauh berbeda pada setiap perlakuannya, namun terdapat peningkatan berat kering tajuk jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan K₁ (kapur 1xAlld) yaitu 6,45 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan K₀ (tanpa kapur). Hal ini dikarenakan pH tanah pada perlakuan tersebut optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai.

Tabel 6. Berat Kering Tajuk Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	BERAT KERING TAJUK (g)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	3,11	3,25	3,18
I ₁ (TJA 1)	6,17	8,39	7,28
I ₂ (BGR 1)	6,59	5,21	5,90
I ₃ (BALAI 3)	6,49	7,82	7,15
I ₄ (LAB)	6,50	7,81	7,15
I ₅ (LP 1)	4,63	9,80	7,21
I ₆ (LP 4)	7,63	6,37	7,00

I ₇ (TJA 3)	5,01	5,20	5,10
I ₈ (LP 2)	8,01	5,55	6,78
I ₉ (BGR 3)	8,34	7,93	8,13
I ₁₀ (BALAI 2)	6,33	4,63	5,48
I ₁₁ (BGR 4)	7,47	5,43	6,45
RATAAN	6,35	6,45	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Pemberian isolat *Rhizobia* yang berbeda menunjukkan berat kering tajuk yang tidak berbeda nyata secara statistic. Hal ini berkaitan dengan tingkat efektifitas bakteri tersebut dalam menambat N diudara. Tingkat efektifitas bakteri *Rhizobia* berkaitan dengan faktor lingkungan seperti pH tanah serta kandungan hara yang ada didalam tanah. Selain itu, *Rhizobia* yang terdapat pada bintil akar belum efektif secara sempurna dalam menambat N diudara. Hal ini didukung oleh Purwaningsih (2008) yang menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh pada proses fiksasi nitrogen terdapatnya tanaman inang yang sesuai, pH tanah, ketersediaan hara serta adanya serangan virus bakteri (bacteriophage) dapat menyebabkan berkurangnya populasi *Rhizobia* dalam tanah.

Pemberian isolat *Rhizobia* I₉ (BGR 3) yaitu 8,13 lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa isolat) yaitu 3,18. Selain itu, pemberian isolat BGR 3 lebih tinggi meningkatkan berat kering tajuk dibandingkan dengan isolat lain walaupun tidak jauh berbeda nyata dalam statistic.

Kadar N

Hasil pengukuran kadar N tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Isolat *Rhizobia* mampu meningkatkan kadar N tanaman dengan jenis isolat terbaik I₉ (BGR 3), dimana rata-rata kadar N yang didapat yaitu 3,80 yang lebih tinggi 102% jika dibandingkan dengan tanpa isolat *Rhizobia* (I₀). Pemberian isolat *Rhizobia* pada tanaman mampu meningkatkan kadar N tanaman dikarenakan bakteri *Rhizobia* telah menginfeksi akar tanaman dan membentuk bintil akar sehingga mampu memfiksasi nitrogen yang ada di udara sebesar 70% lebih. Hal ini didukung oleh Surtiningsih, *et al*, (2009) yang menyatakan terbentuknya bintil akar efektif yang lebih banyak mampu meningkatkan penambatan nitrogen yang selanjutnya untuk membentuk klorofil dan enzim. Peningkatan klorofil dan enzim mampu meningkatkan fotosintesis yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif (hasil produksi biji) tanaman.

Tabel 7. Kadar N Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*)

ISOLAT	KADAR N (%)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	1,67	2,09	1,88e
I ₁ (TJA 1)	3,10	3,56	3,33bc
I ₂ (BGR 1)	3,15	3,55	3,35bc
I ₃ (BALAI 3)	3,16	2,53	2,85d
I ₄ (LAB)	3,06	3,34	3,20cd

I ₅ (LP 1)	3,33	3,66	3,50abc
I ₆ (LP 4)	3,52	3,53	3,52abc
I ₇ (TJA 3)	2,88	3,35	3,11cd
I ₈ (LP 2)	3,73	3,62	3,67ab
I ₉ (BGR 3)	3,80	3,80	3,80a
I ₁₀ (BALAI 2)	2,92	3,49	3,20cd
I ₁₁ (BGR 4)	3,37	3,36	3,36abc
RATAAN	3,14b	3,32a	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Berdasarkan hasil pengukuran kadar N tanaman yang ditampilkan pada Tabel 7 diketahui kadar N tertinggi pada perlakuan I₉ (BGR 3) yaitu 3,80 dan nilai kadar N terendah pada perlakuan I₀ (kontrol) yaitu 1,88. Perlakuan I₉ tidak berbeda nyata dengan perlakuan I₈ (LP 2), I₆ (LP 4), I₅ (LP1) dan I₁₁ (BGR 4) serta berbeda nyata dengan I₂ (BGR 1), I₁ (TJA 1), I₁₀ (BALAI 2), I₄ (LAB), I₇ (TJA 3), I₃ (BALAI 3) dan I₀ (Kontrol).

Pemberian kapur mampu meningkatkan kadar N tanaman seperti terlihat pada Tabel 6. Perlakuan pemberian kapur K₁ (1 x Aldd) lebih tinggi yaitu 3,32 jika dibandingkan perlakuan K₀ (tanpa kapur) yaitu 3,14. Hal ini dikarenakan pada pemberian kapur dapat meningkatkan pH tanah dan pH tanah tersebut merupakan pH yang optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai sehingga kadar hara tanaman dapat meningkat.

Serapan N

Hasil pengukuran serapan N tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Berdasarkan hasil pengukuran nilai serapan N yang ditampilkan pada Tabel 8 diketahui serapan N tertinggi ditunjukkan pada perlakuan I₉ (BGR 3) yaitu 31,08 dan nilai serapan N terendah ditunjukkan pada perlakuan I₀ (kontrol) yaitu 6,01. Perlakuan I₉ (BGR 3) tidak berbeda nyata dengan I₅ (LP1), I₆ (LP 4), I₈ (LP 2), I₄ (LAB), I₁₁ (BGR 4), I₁ (TJA 1), I₂ (BGR 1) dan I₃ (BALAI 3) berbeda nyata dengan I₁₀ (BALAI 2), I₇ (TJA 3) dan I₀ (Kontrol) secara statistik.

Pemberian isolat *Rhizobia* mampu meningkatkan serapan nitrogen tanaman. Pada perlakuan isolat terbaik I₉ (BGR 3), dimana rata-rata serapan N yang didapat 31,08 yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian isolat I₀ yaitu sebesar 6,01. Pemberian isolat *Rhizobia* meningkatkan secara nyata serapan N pada tanaman kedelai. Tingginya serapan N tanaman merupakan tanda efektifitas tanaman tersebut. Hal ini didukung oleh Budiyanto (2002) yang menyatakan bahwa bakteri *Rhizobia* dapat mengubah N₂ dari udara menjadi nitrogen yang difiksasi sehingga dapat digunakan tanaman serta dapat meningkatkan serapan nitrogen tanaman.

Tabel 8. Serapan N Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	SERAPAN N (mg/tanaman)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	5,21	6,81	6,01c
I ₁ (TJA 1)	17,69	22,37	20,023ab
I ₂ (BGR 1)	20,67	18,53	19,60ab

I ₃ (BALAI 3)	20,62	15,89	18,25abc
I ₄ (LAB)	19,81	25,93	22,87ab
I ₅ (LP 1)	15,41	35,97	25,69ab
I ₆ (LP 4)	26,87	22,53	24,70ab
I ₇ (TJA 3)	14,46	17,09	15,78bc
I ₈ (LP 2)	29,85	18,36	24,10ab
I ₉ (BGR 3)	32,00	30,16	31,08a
I ₁₀ (BALAI 2)	18,63	16,02	17,32bc
I ₁₁ (BGR 4)	25,34	18,18	21,76ab
RATAAN	20,54	20,65	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Isolat *Rhizobia* yang infeksi dalam menginfeksi akar tanaman sehingga dapat membentuk bintil akar. Isolat *Rhizobia* yang infeksi dapat pula efektif dalam mengfiksasi N di udara. Hal ini pula yang didapati bahwa isolat I₉ (BGR 3) efektif dalam penyerapan N yang telah di fiksasi oleh bakteri *Rhizobia*. Hal ini dikarenakan isolat I₉ (BGR 3) merupakan isolat yang terbaik dalam menginfeksi akar serta efektif dalam memfiksasi nitrogen yang ada diudara. Dalam memfiksasi nitrogen diudara, bakteri *Rhizobia* menggunakan enzim nitrogenase untuk proses fiksasi N₂ yang nantinya dapat mengubah N yang dapat diserap tanaman. Hal ini didukung oleh Purwaningsih (2008) yang menyatakan bahwa untuk memfiksasi nitrogen, bakteri *Rhizobia* menggunakan enzim nitrogenase, dimana enzim ini akan menambat gas nitrogen di udara dan merubahnya menjadi gas amoniak.

Kadar P

Hasil pengukuran kadar P tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Berdasarkan hasil pengukuran kadar P tanaman kedelai yang ditampilkan pada Tabel 9 diketahui kadar P tertinggi pada perlakuan I₁ (TJA 1) dan I₀ (kontrol) yaitu 0,29 dan terendah ditunjukkan pada perlakuan I₁₀ (BALAI 2) yaitu 0,23. Hal ini dikarenakan isolat *Rhizobia* tidak dapat meningkatkan kadar P, akan tetapi isolat *Rhizobia* hanya mampu memfiksasi nitrogen yang ada diudara yang akan diserap oleh tanaman.

Pemberian isolat *Rhizobia* tidak berbeda nyata dalam meningkatkan kadar fosfat tanaman. Faktor yang mempengaruhi tingginya kadar fosfat tanaman dipengaruhi oleh kandungan hara yang ada di dalam tanah. Isolat *Rhizobia* tidak mampu mengubah fosfat yang ada didalam tanah untuk dapat di serap tanaman. Isolat *Rhizobia* tidak dapat meningkatkan kadar P dan tidak dapat mempengaruhi kadar P tersebut. Hal ini dikarenakan isolat *Rhizobia* hanya mampu memfiksasi nitrogen di udara. Isolat *Rhizobia* membutuhkan enzim nitrogenase dalam memfiksasi N yang ada di udara. Isolat *Rhizobia* tidak mampu mengubah fosfat yang ada didalam tanah untuk dapat di serap tanaman.

Tabel 8. Kadar P Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	KADAR P (ppm)		RATAAN
	PENGAPURAN		
	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	0,25	0,33	0,29

I ₁ (TJA 1)	0,29	0,30	0,29
I ₂ (BGR 1)	0,28	0,27	0,27
I ₃ (BALAI 3)	0,26	0,30	0,28
I ₄ (LAB)	0,23	0,24	0,23
I ₅ (LP 1)	0,27	0,27	0,27
I ₆ (LP 4)	0,26	0,25	0,26
I ₇ (TJA 3)	0,29	0,25	0,27
I ₈ (LP 2)	0,26	0,26	0,26
I ₉ (BGR 3)	0,25	0,25	0,25
I ₁₀ (BALAI 2)	0,21	0,26	0,23
I ₁₁ (BGR 4)	0,22	0,27	0,25
RATAAN	0,26	0,27	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

Serapan P

Hasil pengukuran serapan P tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Berdasarkan hasil pengukuran serapan P tanaman kedelai yang ditampilkan pada Tabel 10 diketahui serapan P tertinggi pada perlakuan I₁ (TJA 1) 0,087 dan terendah ditunjukkan pada perlakuan I₁₁ (BGR 4) yaitu 0,043. Hal ini dikarenakan isolat *Rhizobia* tidak dapat meningkatkan serapan P, akan tetapi isolat *Rhizobia* hanya mampu memfiksasi nitrogen yang ada diudara yang akan diserap oleh tanaman.

Pemberian isolat *Rhizobia* tidak mampu meningkatkan serapan P tanaman kedelai. Hal ini dikarenakan tujuan utama bakteri *Rhizobia* hanya mampu memfiksasi nitrogen di udara. Hal ini pula ditunjukkan bahwa pemberian isolat terbaik I₉ (BGR 3) tidak dapat meningkatkan serapan P tanaman akan tetapi isolat *Rhizobia* hanya mampu meningkatkan serapan N tanaman kedelai yang seperti di tampilkan pada Tabel 8. Hal ini didukung oleh Purwaningsih (2008) yang menyatakan bahwa bakteri

Rhizobia mampu memfiksasi nitrogen yang ada diudara sebesar 70% sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk kimia.

Pemberian kapur tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P, akan tetapi perlakuan pemberian kapur K₁ (1xAldd) lebih tinggi yaitu 0.069 jika dibandingkan dengan perlakuan K₀ (tanpa kapur) yaitu 0.067. Hal ini dikarenakan pemberian kapur tidak mampu menyediakan hara P untuk dapat diserap oleh tanaman kedelai. Pemberian kapur dolomit hanya meningkatkan pH tanah sehingga fosfat yang ada didalam tanah mudah terikat oleh Ca atau Mg yang terkandung pada kapur tersebut.

Pemberian isolat *Rhizobia* dan Pemberian kapur dolomit tidak dapat mempengaruhi serapan P secara nyata. Hal ini dikarenakan isolate *Rhizobia* tidak mampu menyediakan hara P untuk tanaman kedelai. Selain itu, hara P yang terdapat pada tanah dapat juga terikat oleh logam maupun Ca dan Mg yang berasal dari pemberian kapur dolomit pada tanah ultisol tersebut.

Tabel 10. Serapan P Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

ISOLAT	SERAPAN P (mg/tanaman)	
	PENGAPURAN	RATAAN

	K ₀ (Tanpa Kapur)	K ₁ (Kapur 1 x Aldd)	
I ₀ (Kontrol)	0,071	0,101	0,086
I ₁ (TJA 1)	0,083	0,091	0,087
I ₂ (BGR 1)	0,078	0,072	0,075
I ₃ (BALAI 3)	0,071	0,071	0,071
I ₄ (LAB)	0,053	0,057	0,055
I ₅ (LP 1)	0,074	0,072	0,073
I ₆ (LP 4)	0,069	0,065	0,067
I ₇ (TJA 3)	0,085	0,069	0,077
I ₈ (LP 2)	0,069	0,068	0,068
I ₉ (BGR 3)	0,064	0,063	0,063
I ₁₀ (BALAI 2)	0,042	0,070	0,056
I ₁₁ (BGR 4)	0,049	0,038	0,043
RATAAN	0,067	0,069	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf α 5% menurut uji *Duncan Multiple Range Test*

SIMPULAN

Isolat yang mampu hidup pada media YEM pH 3 infeksi pada tanaman kedelai yang ditumbuhkan pada tanah masam. Isolat terbaik I₉ (BGR 3) memiliki infektifitas yang tinggi pada tanaman kedelai yang ditumbuhkan pada tanah masam. Isolat yang mampu hidup pada media YEM pH 3 memiliki efektifitas tanaman kedelai yang ditumbuhkan pada tanah masam. Isolat terbaik I₉ (BGR 3) memiliki efektifitas yang tinggi pada tanaman kedelai yang ditumbuhkan pada tanah masam. Isolat terbaik I₉ (BGR 3) dan I₅ (LP 1) infeksi dan efektif terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

Harnowo, D. 2015. Agribisnis Kedelai : Antara Swasembada dan Kesejahteraan Petani. Liputan News. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Sujana, I. P. dan I. N. L. S. Pura. 2015. Pengelolaan Tanah Ultisol dengan Pemberian Pembenh Organik Biochar Menuju Pertanian Berkelanjutan. Agrimeta, Jurnal

Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem. Vol.05 No.09 Hal 1-9.

Hanafiah, S. A., T. Sabrina, H. Guchi. 2009. Biologi dan Ekologi Tanah. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Widyasari, N. M., R. Kawuri., I K Muksin. 2013. Pengaruh pH Media Petumbuhan Terhadap Ketahanan Dari *Rhizobium* sp. Pada Tanah Yang Bersifat Asam. Jurnal Biologi XVII (2). Hal 56-60. ISSN:14105292.

Niste, M., R. Vidican., I. Rotar dan R. Pop. 2013. The Effect of pH Stress on the Survival *Rhizobium trifolii* and *SinoRhizobium meliloti* in Vitro. University of Agriculture Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Bulletin UASMV series Agriculture 70(2) Hal. 449-450.

Soepardi, G. 1983. Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Purwaningsih, O., D. Indradewa, S. Kabirun, dan D. Shiddiq. 2005. Tanggapan Tanaman Kedelai Terhadap Inokulasi *Rhizobium*

- Universitas Gadjah Mada,
Yogyakarta.
- Yuwono, T. 2006. Bioteknologi
Pertanian. Gadjah Mada
University Press. Yogyakarta.
- Hanafiah, S. A. 1991. Inokulum
Rhizobium : Bioteknologi untuk
Meningkatkan Produksi
Pertanian. Makalah Seminar
Nasional Pemantapan
Pengembangan Agribisnis
Terpadu Dalam PJPT II. Fakultas
Pertanian Universitas Sumatera
Utara. Medan.
- Surtiningsih T, Farida dan T Nurhayati.
2009. Biofertilisasi Bakteri
Rhizobia pada Tanaman
Kedelai (*Glycine max* (L)
Merril). Berkala Penelitian Hayati
15, 31-35.
- Budiyanto, M. A. K. 2002. Mikrobiologi
Terapan. Universitas
Muhammadiyah Malang Press.
Malang.
- Mukhlis, Sarifudin dan H. Hanum. 2011.
Kimia Tanah: Teori dan Aplikasi.
USU Press. Medan. 287 p