

Pengaruh Rekayasa Kualitas Residu Kedelai Berlabel ^{15}N terhadap Serapan dan Recovery N Tanaman Jagung

Anis Sholihah dan Agus Sugianto

Program Studi Agroteknologi Fak. Pertanian Universitas Islam Malang

Jl.M.T. Haryono 193, Malang 65144, Jawa Timur Indonesia,

E-mail: ash_unisma@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui serapan hara N dalam tanah dan tanaman setelah pemberian residu tanaman kedelai. Residu kedelai berlabel ^{15}N berasal dari tanaman kedelai yang dipupuk dengan empat konsentrasi ^{15}N ($\text{CO}(\text{N}^{15}\text{H}_2)_2$) yang berbeda, yaitu 0 mM ($^{15}\text{N0}$), 0,625 mM ($^{15}\text{N1}$), 2,5 mM ($^{15}\text{N2}$), dan 10 mM ($^{15}\text{N3}$) yang ditanam pada pot plastik berdiameter 30 cm berisi 5 kg pasir kuarsa dan ditempatkan pada *green house*. Setelah 8 minggu, kedelai dipanen dan biomasnya dioven pada suhu 60 °C selama 48 jam, selanjutnya dianalisis kualitasnya dan kemudian digunakan sebagai pupuk pada tanaman jagung yang ditanam pada pot ukuran 10 Kg tanah yang bertujuan mengetahui serapan N pada tajuk, serapan N pada akar dan serapan N total tanaman jagung. Hasil penelitian ini menemukan serapan N total tanaman jagung 35,76% dan dari nilai tersebut 70,40% yang diserap tanaman jagung berasal dari residu kedelai berlabel yang diberikan dan sisanya sisanya 29,60% berasal dari N dalam tanah. Besar *recovery* N pada penelitian ini dihitung dengan dua metode dan terdapat perbedaan di antara keduanya, metode ^{15}N 10,73% lebih tinggi dari metode perbedaan.

Kata kunci: konsentrasi ^{15}N , residu kedelai, serapan N, serapan ^{15}N

ABSTRACT

Effects of engineering residual quality of soybean ^{15}N labeled for N absorption and recovery of corn. The purpose of this study was to describe the nitrogen uptake in plant and soil after the application of soybean residues (RS) to the soil. ^{15}N -labeled soybean residue derived from soybean plants were grown with different ^{15}N concentration supply during rice growth including 0 mM (N0), 0.625 mM (N1), 2.5 mM (N2), and 10 mM (N3). They were planted in plastic pots of 30 cm diameter containing 5 kg of quartz sand and placed in the green house. After 8 weeks, the soybean was harvested and its biomass was dried at 60 °C for 48 hours and then its quality was analyzed and the four kinds of RS with different ^{15}N supply (N0; N1; N2; N3) were used for fertilizer pot experiments conducted using maize plant indicator in the green house to study the amount of the shoot N uptake, root N uptake, and total N uptake. Results showed that total N uptake in maize plants in this treatment amounted 35.76%, where 70.40% of this amount was derived from RS that applied to the soil and 29.60% was derived from the soil. The %N recovery of crop residue in this study was estimated by two different methods, where the ^{15}N method was 10.73 % higher than the difference method.

Keywords: ^{15}N concentration, soybean residue, N uptake, ^{15}N uptake

PENDAHULUAN

Di Indonesia, sebagian lahan pertanian telah berubah menjadi lahan kritis, yakni mencapai 66% dari total 7 juta hektar lahan pertanian yang ada di Indonesia (Sakinah 2006). Menurut Abrol *et al.* (1997), menurunnya produktivitas lahan diduga disebabkan

oleh dua faktor, yaitu pengelolaan hara yang tidak seimbang dan menurunnya kandungan bahan organik tanah. Masalah tersebut dapat diatasi dengan mengurangi ketergantungan atau penggunaan pupuk anorganik dan beralih ke pupuk organik (residu tanaman).

Penyediaan unsur hara seperti halnya nitrogen oleh residu tanaman ditentukan oleh laju dekomposisi dan mineralisasi dari residu tanaman itu sendiri. Kecepatan mineralisasi N dari residu menentukan efisiensi serapan N oleh tanaman, karena efisiensi serapan N yang tinggi ditentukan oleh sinkronisasi hara yang tinggi pula (ketepatan pelepasan N dan saat tanaman membutuhkan N). Sinkronisasi hara dipengaruhi oleh kualitas residu tanaman yang diberikan ke dalam tanah. Residu tanaman berkualitas tinggi (kadar N tinggi, kadar lignin rendah, kadar polifenol rendah) seperti residu kedelai akan mengalami mineralisasi dengan cepat dan menyediakan unsur hara dengan cepat pula untuk pertumbuhan tanaman (Handayanto *et al.* 1994) namun terkadang melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman. Kelebihan unsur hara tersebut akan mudah hilang akibat pencucian dan atau penguapan (Swift dan Anderson 1983). Pada kondisi lapang, hal ini sangat penting jika N hasil mineralisasi kemudian hilang melalui pencucian dari daerah perakaran sebelum sempat dimanfaatkan tanaman.

Rekayasa kualitas dengan pemberian pupuk ^{15}N pada berbagai konsentrasi dimaksudkan untuk mendapatkan kualitas residu yang beragam dalam kandungan N meskipun dalam satu spesies tanaman. Dengan kualitas residu tanaman yang mengandung ^{15}N beragam diharapkan dapat memberikan informasi yang cukup terhadap jumlah serapan N yang ada pada tajuk dan akar apakah berasal dari residu kedelai yang diberikan atau dari tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rekayasa kualitas residu kedelai berlabel ^{15}N terhadap serapan dan recovery N tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Percobaan 1. Penanaman tanaman kedelai berlabel ^{15}N

Tanaman kedelai ditumbuhkan pada pot ukuran 5 kg yang berisi pasir kuarsa steril dengan cara mencuci pasir sampai bersih dengan larutan HCL 3%. Empat macam konsentrasi ^{15}N yaitu: 0 mM (N0); 0,625 mM (N1); 2,5 mM (N2) dan 10 mM (N3) yang diberikan dalam bentuk urea, $\text{CO}(\text{}^{15}\text{NH}_2)_2$ dengan konsentrasi 10% atom excess. Pemberian dalam bentuk larutan yang diberikan rata-rata 50–400 ml setiap pot per hari dan selanjutnya sesuai kebutuhan. Selain itu juga diberi unsur hara yang lain seperti Ca, K, P, Mg, Cl, Fe, Mn, Zn, B, Mo dan Co yang diberikan juga dalam bentuk larutan yang telah disiapkan dengan metode Hammer *et al.* (1978). Percobaan disusun dengan rancangan acak lengkap sederhana.

Tanaman kedelai ditumbuhkan selama kurang lebih 8 minggu dan selanjutnya dipangkas, pangkasan kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam, selanjutnya dianalisis parameter kualitasnya yaitu: atom % ^{15}N atom excess pangkasan tanaman, kandungan N, lignin, polifenol, C/N rasio, kandungan bahan organik (%), biomas total basah dan kering. Kandungan polifenol dengan menggunakan metode Folin-Denis (Anderson and Ingram 1993), lignin ditentukan dengan metode acid-detergent lignin (Goering and Van Soest 1970), kandungan C dengan metode Walkley and Black, kandungan N dengan metode Kjeldahl (Keeney and Nelson 1982). ^{15}N atom excess ditentukan dengan *Micromass* 622 (UK) *mass spectrometer* di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Jakarta, Indonesia. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 1.

Percobaan 2. Percobaan pot dengan aplikasi residu tanaman kedelai berlabel ^{15}N dengan indikator tanaman jagung

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui serapan N tanaman jagung. Percobaan dilakukan di rumah kaca dengan suhu harian rata-rata 28 °C. Perlakuan yang diberikan sama dengan percobaan inkubasi tidak tercuci, yaitu empat macam konsentrasi tanaman kedelai ditambah perlakuan kontrol diberikan sebagai pupuk organik pada pot berisi 10 kg tanah dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Dosis bahan organik yang ditambahkan setara dengan 20 ton/ha yang selanjutnya dikonversi ke dalam satuan g pot⁻¹ tanah. Tanah dalam pot diberi pupuk dasar 28 mg P/kg (SP36), 25 mg K/kg (K₂SO₄) dan 2,5 mg Zn/kg (ZnSO₄). Pot ditanami 5 biji jagung dan setelah 1 minggu ditinggalkan 1 tanaman yang pertumbuhannya paling bagus, kemudian ditempatkan pada rumah kaca sesuai rancangan acak kelompok. Pada umur 8 minggu dipanen, tajuk dan akar tanaman dipisah dan ditimbang berat keringnya dan dilakukan analisis serapan N dan serapan ^{15}N pada tajuk dan akar.

Analisis Statistik

Analisis ragam dipakai untuk melihat pengaruh perlakuan rekayasa kualitas residu dengan cara perbedaan konsentrasi ^{15}N , selanjutnya dilakukan uji lanjut BNJ $P > 0,05$ apabila terdapat pengaruh nyata. Semua analisis dilakukan dengan menggunakan program Minitab versi 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Residu Kedelai Berlabel ^{15}N

Perbedaan konsentrasi ^{15}N yang diberikan selama pertumbuhan kedelai menunjukkan kualitas yang berbeda (Tabel 1). Kandungan N total, ^{15}N atom excess, berat basah dan berat kering meningkat dan kandungan lignin, polifenol, C/N rasio dan bahan organik menurun dengan makin meningkatnya konsentrasi ^{15}N . Perlakuan penambahan konsentrasi ^{15}N pada tanaman kedelai nampaknya dapat merubah kualitas residu kedelai ke arah yang lebih baik. Kandungan polifenol dan lignin yang tinggi dapat menghambat proses mineralisasi N yang selanjutnya mempengaruhi serapan N tanaman. Penambahan konsentrasi ^{15}N residu kedelai yang semula mempunyai kandungan polifenol yang tinggi ($^{15}\text{N}0$) sebesar 5,98%, sedikit demi sedikit menurun dengan bertambahnya konsentrasi ^{15}N . Konsentrasi ^{15}N sebesar 0,625 mM ($^{15}\text{N}1$) dapat menurunkan kandungan polifenol sebesar 46% dan berturut-turut sebesar 51% dan 56 % pada konsentrasi 2,5 mM ($^{15}\text{N}2$) dan 10 mM ($^{15}\text{N}3$). Kandungan lignin dapat diturunkan berturut-turut sebesar 6%, 7%, 41% pada konsentrasi ^{15}N 0,625 mM ($^{15}\text{N}1$), 2,5 mM ($^{15}\text{N}2$) dan 10 mM ($^{15}\text{N}3$). Penambahan konsentrasi ^{15}N pada tanaman kedelai menghasilkan kualitas residu kedelai yang berbeda akan berpengaruh terhadap kecepatan mineralisasi, sehingga menentukan jumlah N yang terlepas ke dalam tanah sebagai mineral N dan selanjutnya mempengaruhi serapan N tanaman.

Parameter C/N banyak digunakan untuk mengontrol proses mineralisasi dan immobilisasi N (Trinsoutrot *et al.* 2000), disamping faktor-faktor lain seperti kandungan N (Cogle *et al.* 1989), polifenol (Oglesby and Fownes, 1992; Chaves *et al.* 2005), dan lignin (Hofman *et al.* 2009). Peningkatan suplai ^{15}N meningkatkan kandungan N tetapi mengurangi

kandungan polifenol dan lignin pada residu tanaman. Studi sebelumnya menunjukkan produksi polifenol dan lignin paling tinggi pada daun terjadi pada saat kandungan N rendah (Gershenzon 1993). Pemupukan N pada suatu spesies tanaman menurunkan produksi polifenol (Bryant *et al.* 1987).

Magna (1977) mengatakan, apabila kandungan nutrisi dalam tanah kekurangan akan menyebabkan peningkatan aktivitas *phenylalanine ammonialyase* yang merupakan enzim untuk sintesis polifenol. Pada saat kekurangan N, phenylalanine memanfaatkan N untuk berubah menjadi bentuk senyawa fenol yang lebih kompleks (Gershenzon 1993). Ditambah lagi sintesis protein yang lambat pada kondisi N yang terbatas sehingga karbohidrat tidak dapat dipakai untuk sintesis fenol.

Residu kedelai termasuk dalam golongan residu kualitas tinggi sehingga lebih cepat mengalami mineralisasi, dimana makin tinggi konsentrasi ^{15}N dalam residu tanaman akan makin cepat mineralisasi terjadi. Frankenberger dan Abdelmagid (1985) mengatakan bahwa mineralisasi N dari residu tanaman dikontrol oleh kandungan N dan C/N rasio kandungan residu. Nilai kritis kandungan N adalah 1,75% dan untuk C/N rasio adalah 20 agar mineralisasi suatu bahan organik dapat berjalan. Apabila nilai C/N rasio diatas 25 maka akan berpotensi meningkatkan immobilisasi N dalam tanah (Hadas *et al.* 2004; Sainju *et al.* 2005; Muhammad W 2011). Pada penelitian ini terlihat bahwa semua residu tanaman mempunyai kandungan N lebih besar dari 1,75% (Tabel 1).

Jansen dan Kucey (1988) mengukur mineralisasi N gandum, kacang-kacangan, rape dengan perlakuan nutrisi yang berbeda dan menemukan bahwa kecepatan dekomposisi dan mineralisasi N bervariasi diantara perlakuan. Tian *et al.* (1992) mengatakan bahwa kecepatan pelepasan N dari pangkasan tanaman legume yang bervariasi berpengaruh nyata dengan kandungan N, lignin dan polifenol pangkasan, dimana pelepasan N meningkat dengan meningkatnya kandungan N dan menurun dengan menurunnya kandungan polifenol dan lignin. Selanjutnya, dalam eksperimen ini dimanipulasi parameter kualitas residu dalam satu spesies tanaman, sehingga kemungkinan terjadi perbedaan, misalnya pada morfologi daun, struktur lignin dan tipe polifenol yang berbeda diantara spesies. Mengel (1996) menunjukkan daun segar dari beberapa tanaman mengandung bahan larut yang mirip tanin (polifenol) dan menyebabkan protein mengendap. Dengan demikian, pelepasan N dalam bentuk kompleks terhambat, sehingga peranan polifenol dalam mengontrol N tidak semata-mata menghambat enzim tetapi juga kemampuannya mengikat protein tanaman. Residu tanaman dengan rasio C/N, lignin, dan polifenol yang tinggi akan melepaskan N dengan lambat (Tian *et al.* 1992; Achakzai & Bangulzai 2006). Fox *et al.* (1990) menemukan rasio (lignin+polifenol):N untuk prediksi kecepatan mineralisasi setelah masa inkubasi 12 minggu dengan penambahan residu tanaman dari legume.

Serapan N dan Recovery N Tanaman Jagung

Perlakuan perbedaan konsentrasi ^{15}N terhadap serapan N total tanaman jagung dibanding kontrol berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$). Pada konsentrasi ^{15}N tertinggi (N3) menunjukkan serapan N total, serapan N tajuk, dan serapan N akar lebih tinggi dibanding perlakuan yang lain (Gambar 1). Konsentrasi $^{15}\text{N}_1$ dan $^{15}\text{N}_2$ tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Serapan N total, N tajuk, dan N akar perlakuan kontrol menunjukkan hasil lebih rendah dibanding yang lain.

Apabila dilihat dari sumber N yang diserap tanaman jagung maka dapat dipastikan berasal dari residu tanaman yang kita berikan dan berasal dari tanah itu sendiri. Serapan

15N total berasal dari residu, meningkat dengan makin meningkatnya konsentrasi 15N dalam residu tanaman, tetapi tidak demikian halnya pada serapan N total dari N tanah, serapan N total dari tanah tertinggi pada konsentrasi 15N0 (Tabel 2).

Tabel 1. Karakteristik residu kedelai.

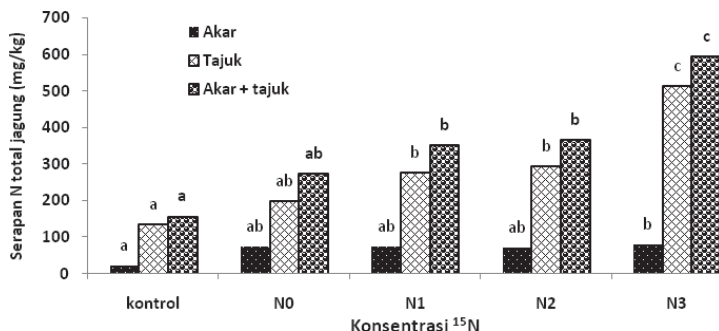
Konsentrasi ¹⁵ N Residu kedelai	C/N	N (%)	Bahan organik (%)	Lignin (%)	Polifenol (%)	¹⁵ N- atom excess (%)	Polifenol: N ratio	Lignin:N ratio	(Lignin+Pol): N ratio	Berat kering (mg kg ⁻¹)	Berat basah (mg kg ⁻¹)
N0	13,55 d	2,72 a	63,75 b	10,58 b	5,98 c	0,073 a	2,20 c	3,89 c	6,09 c	5,18 a	15,11 a
N1	10,88 c	3,61 b	67,52 b	9,96 b	3,21 b	0,870 b	0,89 b	2,76 bc	3,65 b	7,15 b	21,17 b
N2	8,63 b	3,78 b	55,79 a	9,82 b	2,94 a	1,652 c	0,78 b	2,60 b	3,38 b	7,71 b	35,71 c
N3	6,41 a	4,95 c	54,64 a	6,28 a	2,63 a	4,010 d	0,53 a	1,27 a	1,80 a	11,50 c	57,85 d
BNJ 5%	1,67	0,56	7,08	1,32	0,31	0,17	0,16	0,57	0,67	4,34	11,68

Huruf yang sama tidak nyata pada uji BNJ 5%.

Tabel 2. Serapan N dan Sumber N yang diserap tanaman jagung (*Zea mays*).

Perlakuan konsentrasi ¹⁵ N residu tanaman kedelai	Serapan N tanaman jagung (mg kg ⁻¹)								
	Serapan akar			Serapan tajuk			Serapan total (akar+tajuk)		
	¹⁵ N dari residu	N dari tanah	Total	¹⁵ N dari residu	N dari tanah	Total	¹⁵ N dari residu	N dari tanah	Total
Kontrol	-	22,41a	22,41a	-	135,05	135,05a	-	157,45a	157,45a
NOT1	10,17a	64,10b	74,26ab	26,59a	172,73	199,32ab	36,76a	236,82b	273,58ab
N1T1	35,08ab	38,94ab	74,03ab	130,31b	148,20	278,51bc	165,39b	187,14ab	352,5b
N2T1	56,39ab	15,58a	71,97ab	224,61c	71,34	295,95c	280,99c	86,93ab	367,9b
N3T1	57,72c	24,29a	82,00b	361,52d	151,99	513,52d	419,24d	176,29ab	595,53c
BNJ5%	46,88	28,00	56,62	71,59	TN	99,86	114,30	120,55	147,07

N0 = konsentrasi ¹⁵N 0 mM ; N1 = konsentrasi ¹⁵N 0.625 mM ; N2 = konsentrasi ¹⁵N 2.5 mM ; N3 = konsentrasi ¹⁵N 10 mM ¹⁵N; Huruf yang sama tidak nyata pada uji BNJ 5%.



Gambar 1. Serapan N total tanaman pada saat panen jagung (8 minggu) BNJ 5% akar =56,62; tajuk=99,86 ; total (akar+tajuk)=147,07.

Peningkatan serapan N total dari tanah dibanding kontrol berturut-turut pada konsentrasi ¹⁵N1 70,61%, konsentrasi ¹⁵N2 16,29% dan konsentrasi ¹⁵N3 59,15%. Peningkatan serapan N tajuk dari tanah dibanding kontrol pada konsentrasi ¹⁵N1 adalah 56,70%, konsentrasi ¹⁵N2 21,40% dan konsentrasi ¹⁵N3 60,78%.

Hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan serapan N total tanaman jagung dan serapan ¹⁵N total dari residu tertinggi pada konsentrasi ¹⁵N3. Sedang serapan N total tertinggi dari

tanah pada perlakuan $^{15}\text{N}_0$ sebesar 236,82 mg/kg dan tidak menunjukkan perbedaan nyata diantara perlakuan konsentrasi $^{15}\text{N}_1$, $^{15}\text{N}_2$ dan $^{15}\text{N}_3$ (Tabel 2).

Besarnya serapan N total tanaman jagung akibat pemberian residu kedelai ($^{15}\text{N}_3$) 35,76% dan 29,60% diantaranya berasal dari N tanah dan sisanya 70,40% dari residu kedelai yang diberikan. Namun pada konsentrasi N_0 dan N_1 terjadi sebaliknya, dimana N yang diserap tanaman jagung lebih banyak berasal dari N tanah. Hal ini menunjukkan serapan N tanaman jagung lebih banyak berasal dari residu kedelai dibanding yang berasal dari N tanah.

Serapan N tanaman jagung dipengaruhi oleh kualitas residu tanaman yang menentukan tingkat dekomposisi dan mineralisasi dari residu tersebut (Myrold 1998; Van Kessel and Reeves 2002; Stadler *et al.* 2006). Serapan N total jagung meningkat dengan meningkatnya kualitas residu tanaman. Perlakuan konsentrasi 15N menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap serapan N total tanaman jagung.

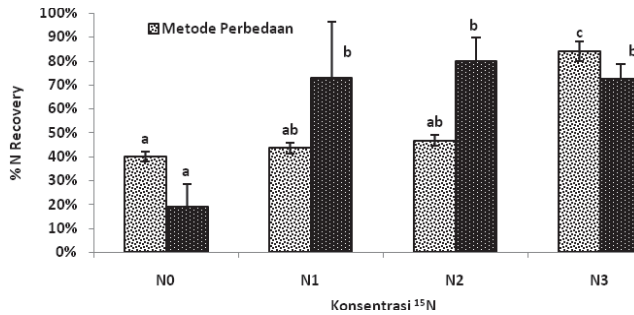
Mugendi *et al.* (1999) menemukan kandungan N hasil dan jaringan tanaman meningkat dengan meningkatnya pemberian pupuk N. Kandungan N yang tinggi pada residu dapat meningkatkan aktivitas mikroba sehingga mineralisasi meningkat dan jumlah N yang terlepas meningkat pula dan pada akhirnya serapan N tanaman jagung meningkat. Tanaman jagung menyerap N dengan cepat selama pertumbuhan vegetatif pertengahan dengan serapan tertinggi pada daun sutera (Kelley and Sweeney 2005).

Serapan N total tertinggi terjadi pada perlakuan residu kedelai konsentrasi $^{15}\text{N}_3$ sebesar 595,53 mg/kg dan diikuti konsentrasi $^{15}\text{N}_2$ sebesar 367,90 mg/kg. Dengan kata lain, peningkatan serapan N residu kedelai 152% dibanding tanpa masukan residu tanaman. Berkembangnya sistem perakaran pada perlakuan residu kedelai sangat mendukung serapan N yang maksimal. Mafongoya *et al.* (1997) menemukan akumulasi N tersedia dalam tanah sebelum periode vegetatif maksimum, serapan N jagung memerlukan sinkronisasi antara ketersediaan N dari residu tanaman dengan kebutuhan N tanaman jagung. Sinkronisasi sendiri bergantung pada banyak faktor, khususnya iklim, kondisi tanah, dan kualitas residu tanaman. Kualitas residu yang tinggi akan melepaskan 50% lebih N yang dikandung selama 2–3 minggu setelah diaplikasikan ke tanah dan melepaskan N lebih awal dalam jumlah banyak, melebihi kebutuhan tanaman sehingga terjadi asinkronisasi.

Hasil penelitian ini menemukan 70,40% N yang diserap tanaman jagung berasal dari residu kedelai berlabel yang diberikan dan sisanya diserap jagung berasal residu tersebut sedang sisanya 29,60% berasal dari N dalam tanah. Penelitian Azam *et al.* (1993) menemukan hanya 5% N yang diserap tanaman jagung berasal dari residu tanaman *Sesbania aculeata* berlabel ^{15}N , sebagian besar berada dalam tanah (89%) dan sisanya (6%) hilang. Keberadaan *Sesbania aculeata* ternyata dapat mengurangi serapan pupuk ammonium sulfat sebesar 14% dan sebagian besar serapan N berada pada tajuk (70%) dari semua perlakuan yang diberikan dibanding pada akar. Pada penelitian ini rata-rata serapan N berada pada tajuk 51,73% dan pada akar 12,04%. Serapan N jagung menentukan *recovery* N tanaman jagung yang dipengaruhi oleh kualitas residu tanaman yang diaplikasikan ke dalam tanah.

Perlakuan perbedaan konsentrasi ^{15}N berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap *recovery* N diantara metode perbedaan dan metode ^{15}N . Besarnya *recovery* N dan hasil uji lanjut BNJ 5% kedua metode terlihat pada Gambar 2. *Recovery* N tertinggi dari metode perbedaan dan metode ^{15}N berturut-turut pada perlakuan konsentrasi $^{15}\text{N}_3$ sebesar 84,06% dan

konsentrasi $^{15}\text{N}_2$ 80,06%. Peningkatan konsentrasi ^{15}N pada residu kedelai diimbangi oleh peningkatan *recovery* N.



Gambar 2. *Recovery* N pada residu kedelai dengan dua metode pada saat panen (8 minggu).

Rata-rata *recovery* N kedua metode berturut-turut pada konsentrasi $^{15}\text{N}_3$ 82,06%, pada konsentrasi $^{15}\text{N}_2$ 68,86%, pada konsentrasi $^{15}\text{N}_1$ 59,64% dan konsentrasi $^{15}\text{N}_0$ 52,25%. Besarnya *recovery* N tanaman jagung dengan metode perbedaan berkisar antara 39,92% ($^{15}\text{N}_0$) sampai 84,06% ($^{15}\text{N}_3$) dan metode ^{15}N antara 18,90% ($^{15}\text{N}_0$) sampai 80,06% ($^{15}\text{N}_2$). Dari hasil rata-rata *recovery* N diketahui metode ^{15}N 10,73% lebih tinggi dari metode perbedaan.

Peningkatan konsentrasi ^{15}N dalam residu tanaman akan meningkatkan *recovery* N tanaman jagung karena penambahan konsentrasi ^{15}N meningkatkan kandungan N dalam residu tanaman yang pada akhirnya meningkatkan jumlah mineral N yang dilepaskan ke dalam tanah. Douxchamps *et al.* (2010) menemukan *recovery* N tanaman jagung berturut-turut 12% dan 32% dengan pemberian residu *Canavalia* dan pupuk mineral, sedang total *recovery* N (tanah dan tanaman jagung) dengan pemberian residu tanaman *Canavalia* sebesar 98% lebih tinggi dibanding dengan pemberian pupuk mineral N sebesar 83%. Vanlauwe *et al.* (1997) menemukan *recovery* N tanaman jagung sebesar 9% dengan penambahan residu *Leucaena*. Selanjutnya Bosshard *et al.* (2009) menemukan besarnya *recovery* N tanaman gandum sebesar 3–10% dengan pemberian pupuk kotoran domba.

Dourado-Neto *et al.* (2010) meneliti 13 sistem agroekosistem di daerah tropika dan mendapatkan *recovery* N dari residu tanaman pada tanaman rata-rata sebesar 7% dan pada tanah 71%. Apabila dibandingkan dengan penelitian ini, hasil *recovery* N relatif tinggi yaitu 18,90% (konsentrasi $^{15}\text{N}_0$) sampai 84,06% (konsentrasi $^{15}\text{N}_3$). Hal ini kemungkinan besar karena pada penelitian ini tanaman jagung berada dalam pot dengan kondisi lingkungan yang terkontrol. Akan berbeda hasilnya apabila penelitian dilakukan di lapang karena beberapa faktor, yaitu kepadatan perakaran, distribusi perakaran, dan kehilangan N lewat pencucian atau volatilisasi.

Besarnya *recovery* N pada penelitian ini dihitung dengan dua metode dan terdapat perbedaan diantara keduanya, metode ^{15}N 10,73% lebih tinggi dari metode perbedaan. Sejalan dengan penelitian Breland dan Hansen (1998), besarnya *recovery* N tanaman kacang-kacangan dengan metode ^{15}N 4,5% lebih tinggi dibanding metode perbedaan, tetapi bertolak belakang dengan hasil penelitian Phongpan dan Mosier (2003) pada tanaman padi, di mana *recovery* N dengan metode ^{15}N 4,23% lebih rendah dibanding metode perbedaan. Perbedaan *recovery* N kemungkinan berhubungan dengan proses mineralisasi, imobilisasi dan proses lain yang terjadi dengan adanya penambahan residu

berlabel ^{15}N (Hood 2001), tetapi pola *recovery* N kedua metode tersebut sama. Metode ^{15}N membutuhkan hasil pelabelan yang seragam dan relatif mahal, kesalahan seringkali terjadi pada ketidakseragaman hasil pelabelan pupuk tersebut, tetapi dapat menghasilkan pengukuran yang berhubungan dengan *pool* substitusi dengan memuaskan.

KESIMPULAN

Rekayasa kualitas residu tanaman dengan pemberian berbagai konsentrasi ^{15}N menghasilkan residu dengan kualitas yang berbeda, dimana makin tinggi konsentrasi ^{15}N makin tinggi pula kualitas residu tanaman. Pemberian residu tanaman berlabel ^{15}N meningkatkan serapan N tanaman jagung, 50,50% lebih tinggi dibanding kontrol. Besarnya serapan N total yang diserap tanaman jagung adalah 35,76% dari nilai tersebut 29,60% N di antaranya berasal dari N tanah dan 70,40% dari residu kedelai yang diberikan. Berdasarkan hasil *recovery* N diketahui metode ^{15}N 10,73% lebih tinggi dari metode perbedaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol, I.P., K.F. Bronson, J.M. Duxbury and R.K. Gupta. 1997. Long-term soil fertility experiments in rice-wheat cropping systems. Proc. of a workshop, 15–18 Oct. 1996, Surajkund, Haryana, India. Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi, India.
- Achakzai, A.K.K. and Bangulzai, M.I. 2006. Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Pakistan J. of Botany 38(2), 331–340.
- Anderson, J. M. and Ingram, J.S.I. 1993. Tropical soil biology and fertility: Handbook of Methods. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Azam F., Simons F.W. and Mulvaney R.I. 1993. Mineralization of N from plant residues and its interaction with native soil N. Soil Biol. Biochem. 25, 1787–1792.
- Bosshard, C., Sorensen, P., Frossard, E., Dubois, D., Mader, P., Nanzer, S. and Oberson, A. 2009. Nitrogen use efficiency of N-15-labelled sheep manure and mineral fertilizer applied to microplots in long-term organic and conventional cropping system. Nutrient Cycling in Agroecosystem 83, 271–287.
- Breland, T.A. and Hansen, S. 1998. Comparison of the different method and N-15 technique for studying the fate of nitrogen from plant residues in soil. Biology and Fertility of Soils 26, 164–168.
- Bryant, J.P., Clausen, T.P., Reichardt, P.B., McCarhky, M.C. and Werner, R.A. 1987. Effect of nitrogen fertilization upon the secondary chemistry and nutritional value of quaking aspen (*Populus tremuloides* Michx.) leaves for the large aspen tortrix (*Choristoneura conflictana* Walker). Oecologia 73, 513–517.
- Chaves, B., Neve, S.D., Boeckx, P., Cleemput, O.V. Hofman, G. 2005. Screening organic biological wastes for their potential to manipulate the N release from N-rich vegetable crop residues in soil. Agriculture Ecosystem Environment 11, 81–92.
- Cogle, A.L., Saffigna, P.G., Strong, W.M. 1989. Carbon transformation during wheat straw decomposition. Soil Biology and Biochemistry 21, 367–372.
- Dourado-Neto D., Powelson, D., Abu Bakar, R., Bacchi, O.O.S., Basanta, M.V., Thi Cong, P., Keerthisinghe, G., Ismaili, M., Rahman, S.M., Reichardt, K., Safwat, M.S.A., Sangakkara, R., Timm, L.C., Wang, J.Y., Zagal, E. and Van Kessel, C. 2010. Multiseason recoveries of organic and inorganic nitrogen-15 in tropical cropping systems. Journal of Soil Science Society of America Journal 74, 139–152.

- Douxchamps, S., Humbert, F., Van der Hoek, R., Mena, M., Bernasconi, S., Schmidt, A., Rao, I., Frossard, E. and Oberson, A. 2010. Nitrogen balances in farmers fields under alternative uses of a cover crop legume—a case study from Nicaragua. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 88, 447–462.
- Fox, R.H., Myers, R.J.K., & Vallis, I. 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues soils as influenced by their polyphenolic, lignin and nitrogen contents. *Plant and Soil*, 129, 251–259.
- Frankenberger W.T. and H.M. Abdelmagid, 1985. Kinetic parameter of nitrogen mineralization rates of leguminosae crops intercorporated into soils. *Plant and Soils* 87.
- Gershenzon, J. 1993. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. *Recent Advance in Phytochemistry* 18, 273–320
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analysis. *Agriculture Handbook No. 379*. Agriculture Research Service, USDA, Washington DC, 20 p.
- Hadas, A., Kautsky L., Goek M., and Kara EE. 2004. Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. *Soil Biology Biochemistry* 36, 255–266.
- Hammer, P.A., Tibbits, T.W., Laughens, R.W. and McFarlane, J.C. 1978. Base-Line growth studies of “Grand Rapids lettuce” in controlled environments. *J. of Am. Soc. for Hort. Sci.* 103, 649–655.
- Handayanto E, Cadisch, G. and Giler, K.E, 1994. Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation methods. *Plant and Soils* 160, 237–248.
- Hofmann, A., Heim, A., Christensen, B.T., Miltner, A., Gehre, M. and Schmidt, M.W.I. 2009. Lignin dynamic in two ¹³C labeled arable soils during 18 years. *European J. of Soil Sci.* 60, 250–257.
- Hood, R.C. 2001. Evaluation of a new approach to the nitrogen-15 isotope dilution technique, to estimate crop N uptake from organic residue in the field. *Biology and Fertility of Soils* 34, 156–161. DOI 10.1007/s003740100388.
- Jansen, H.H. and R.M.N. Kucey 1988. C, N and S mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime.
- Keeney, D.R. & Nelson, D.W. 1982. Nitrogen-inorganic forms. *In* A.L. Page, R.H. Miller & D. R. Keeney (Eds), *Methods of Soil Analysis, part 2, Chemical and Microbiological Properties* (pp. 643–698). Am. Soc. of Agron. Inc. and Soil Soc. of Am. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Kelley, K.W. and D.W. Sweeney. 2005. Tillage and urea ammonium nitrate fertilizer rate and placement affects winter wheat following grain sorghum and soybean. *Agronomy* 97, 690–697.
- Mafongoya PL, Nair PKR and Dzowela BH. 1997. Multipurpose tree prunings as a source of nitrogen to maize under semiarid conditions in Zimbabwe. 2. Nitrogen-recovery rates and crop growth as influenced by mixtures and prunings. *Agrofor Syst* 35, 47–56.
- Magna, V. 1977. Control at the level of substrate supply an alternative in the regulation of phenylpropanoid accumulation in plant cells. *Phytochemistry* 16, 419–426.
- Mengel, K. 1996. Turnover of organic nitrogen in soils and its availability to crops. *Plant and Soil* 181, 83–93.
- Mugendi, D.N., P.K.R. Nair., J.N. Mugwe., M.K.O. Neill., M.J. Swit and P.L. Woomers. 1999. Alley cropping of maize with calliandra and leucaena in the subhumid highlands of Kenya Part 2. Biomass decomposition, N mineralization, and N uptake by maize. *Agroforestry Systems* 46, 51–64.

- Muhammad, W., Vaughan., Sarah, M., Ram, C., Dalal, Neal, W. and Menzies. 2011. Crop residues and fertilizer nitrogen influence residue decomposition and nitrous oxide emission from a Vertisol. *Biology and Fertility Soils* 47, 15–23.
- Myrold, D. 1998. Transformation of Nitrogen. In D.M. Sylvia, J.J. Fuhrmam, P.G. Hartel, & D.A. Zuberer (Eds) *Principles and Applications of Microbiology* pp. 259–321. Prentice Hall, New Jersey.
- Oglesby, KA. And Fownes, JH. 1992. Effects of chemical composition on N mineralization from green manures of seven tropical species. *Plant and Soil* 143, 127–132.
- Phongpan, S. and Mosier, A.R. 2003. Effect of rice straw management on nitrogen balance and residual effect of urea-N in an annual lowland rice cropping sequence. *Biology and Fertility of Soils* 37, 102–107. DOI 10.1007/s00374-002-0566-1.
- Sainju, U.M., W.F. Whitehead and B.P. Singh. 2005. Carbon accumulation in cotton, sorghum, and underlying soil as influenced by tillage, cover crops, and nitrogen fertilization. *Plant and Soil* 273, 219–234. DOI 10.1007/s11104-004-7611-9.
- Sakinah, N.S. 2006. Pencemaran tanah oleh Pupuk. <http://ilmuwanmuda.wordpress.com/pencemaran-tanah-oleh-pupuk/>. Diakses pada tanggal 02 Januari 2011.
- Stadler, C., Von Tucher, S., Schmidhalter, U., Gutser, R., and Heuwinkle, H. 2006. Nitrogen release from plant-derived and Industrially processed organic fertilizers used in organic horticulture. *Journal Plant Nutrient and Soil Science* 169, 549–556.
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M., 1983. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, Blackwell, Oxford.
- Tian, G., Kang, B.T. and Brussaard, L. 1992. Effects of chemical composition of N, Ca and Mg release during incubation of leaves from selected agroforestry and fallow species. *Biogeochemistry* 16, 103–119.
- Trinsoutrot, I., Recous, S., Bentz, B., Lineres, M., Cheneby, D. and Nicolardot, B. 2000. Biochemical quality of crop residues and C and N mineralization under limiting N condition. *J. of Soil Sci. Soc. of Am.* 64, 918–926.
- Van Kessel, Js. and Reeves, J.B. III. 2002. Nitrogen mineralization potential of dairy manures and Its relationship to composition. *Biology and Fertility Soil*, 36, 118–123 <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-002-0516-y>.
- Vanlauwe, B., Dicks, J., Sanginga, N. and Merckx, R. 1997. Residue quality and decomposition: An unsteady relationship. p.157–166. In G. Cadish and K.E. Giller, (ed). *Driven by nature: Plant litter quality and decomposition*. CAB. International. Wailingford.