

Perbaikan Kesuburan dan Kualitas Tanah Melalui Pengembalian Residu Kacang Tanah dan Jagung di Lahan Kering

Soil Quality and Fertility Improvement by Groundnut Residue and Maize Stover Application on Dry Land

Andy Wijanarko^{1*}, Benito Heru Purwanto¹, Dja'far Shiddieq², dan Didik Indradewa²

¹Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jl. Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66 Malang, Indonesia

*E-mail: ndy_wijanarko@yahoo.com

²Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Jl. Flora 1 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281, Indonesia

Naskah diterima 1 Agustus 2016, direvisi 10 Juli 2017, disetujui diterbitkan 17 Juli 2017

ABSTRACT

Continuous growing cassava on dry land reduces soil quality and fertility, and decreases cassava yield. Returning the crop residues is expected to reduce the rate of decline in soil fertility. This study was aimed to determine the effect of returning groundnut residues and maize stover on improving soil fertility and soil quality of dry land. Laboratory and greenhouse studies were conducted at Iletri Malang in 2012. Laboratory study was to determine the N mineralization. The treatments were combination of crop residues and soil status. The crop residues consisted of groundnut residue; maize stover; 50% of groundnut + 50% of maize; 66% of groundnut + 34% of maize; 34% of groundnut + 66% of maize; and no application of crop residue. The soil status were soil planted to cassava in less than 10 years; and soil planted to cassava in more than 30 years. The twelve treatment combinations were arranged in a completely randomized design in three replicates. The soil treatments were incubated for 14 to 84 days. N mineralization was estimated using the first order equation. Similar twelve soil treatments were tested in the green house, using 15 kg treated soil, and were arranged in a randomized block design in three replicates. Treatments were incubated for twelve days before planted with cassava, which was harvested after the crop was three month old. In greenhouse experiment data were collected for pH, N and C in total, NH_4^+ , NO_3^- , N labile fractions, C labile fractions and uptake of N, P, K. Results showed that application of groundnut + maize residues of 2 to 1 ratio, increased the rate of K mineralization by 27-32% and increased the amount of mineralized N by 171-222%, as compared with that of no residues application. Application of groundnut maize + residues of 1 to 1 ratio or groundnut maize residues of 2 to 1 ratio was able to improve soil fertility as indicated by the increases of the availability of total N, C-organic, NH_4^+ and NO_3^- . Soil quality improved with the increasing of the soil quality variables namely N and C labile fractions. The treatments also increased the uptake of N, P and K by cassava plant. Returning the crop residues of groundnut mixed with that of maize had restored the soil fertility of dry land continuously planted to cassava.

Keywords: Groundnut residue, maize stover, soil quality and fertility, cassava, dry land.

ABSTRAK

Penanaman ubi kayu terus menerus mengakibatkan penurunan kesuburan tanah dan hasil ubi kayu pada lahan kering. Pengembalian sisa tanaman diharapkan dapat mengurangi laju penurunan kesuburan tanah pada lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengembalian sisa kacang tanah dan jerami jagung dalam meningkatkan kesuburan dan kualitas tanah. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Balitkabi Malang. Percobaan laboratorium untuk mengetahui mineralisasi N menggunakan rancangan faktorial acak lengkap dengan tiga ulangan. Faktor 1 adalah asal jenis sisa tanaman, yaitu sisa tanaman kacang tanah, jerami jagung, sisa kacang tanah + jagung dengan perbandingan (berdasarkan berat) 1:1, sisa kacang tanah + jagung 2:1, sisa kacang tanah + jagung 1:2 dan tanpa penambahan sisa tanaman. Faktor 2 adalah waktu penanaman ubi kayu, yaitu kurang dari 10 tahun dan lebih dari 30 tahun. Mineralisasi N dihitung dengan menggunakan persamaan ordo pertama. Percobaan rumah kaca menggunakan rancangan faktorial acak kelompok dengan perlakuan sama dengan percobaan laboratorium (mineralisasi N). Pengamatan percobaan rumah kaca adalah pH, N dan C total, NH_4^+ , NO_3^- , fraksi N labil, fraksi C labil dan serapan N, P, K ubi kayu. Tanah yang digunakan berasal dari Lampung Timur, Lampung. Dosis sisa tanaman yang digunakan adalah setara dengan 5 t/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1, meningkatkan laju mineralisasi (k) sebesar 27%-32% dan meningkatkan jumlah N yang termineralisasi (NO) sebesar 171-222% dibandingkan tanpa pemberian sisa tanaman tanaman. Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1 atau sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 mampu meningkatkan kesuburan tanah yakni meningkatnya ketersediaan N total, C-organik, NH_4^+ dan NO_3^- , dan meningkatkan kualitas tanah, tercermin dari meningkatnya fraksi N dan C labil, serta serapan N, P dan K ubi kayu. Pengembalian biomas kacang tanah baik dicampur dengan jerami jagung maupun tidak, memulihkan kesuburan tanah pada lahan bekas tanaman ubi kayu.

Kata kunci : Biomas kacang tanah, kesuburan dan kualitas tanah, ubi kayu, lahan kering

PENDAHULUAN

Ubi kayu banyak dibudidayakan di Lampung (Sarno *et al.* 2004). Komoditas ini biasanya ditanam secara monokultur dan berlangsung terus-menerus sepanjang tahun, sehingga menurunkan hasil. Produktivitas ubi kayu yang ditanam terus-menerus selama 20-30 tahun menurun dari 26-30 t/ha menjadi 10-12 t/ha (Howeler 1992). Penanaman ubi kayu secara monokultur dapat menurunkan C-organik, bahan organik, N, Kapasitas Tukar Kation (KTK), P, K, Mg tersedia, pH dan stabilitas agregat tanah, menurunkan kemampuan tanah memegang air, dan meningkatkan bobot volume tanah (Pypers *et al.* 2011, Kintche *et al.* 2017).

Pengembalian sisa tanaman merupakan salah satu usaha yang dapat mengurangi penurunan tingkat kesuburan tanah akibat penanaman ubi kayu monokultur. Pengembalian sisa tanaman kacang-kacangan dapat menjaga kandungan bahan organik dan menambah kandungan hara dalam tanah. Pengembalian sisa tanaman berperan dalam menyuplai hara, terutama N. Bundy dan Andraski (2005) melaporkan sisa tanaman jagung yang dikembalikan ke lahan dapat menyumbang 50–100 kg N/ha, 5–20% residu N masih dapat dimanfaatkan oleh tanaman berikutnya. Marthens *et al.* (2006) mengemukakan pengembalian sisa tanaman kedelai meningkatkan N tanah 47–56 kg N/ha, sedangkan pengembalian sisa tanaman kacang tanah meningkatkan N tanah 48 kg N/ha.

Ketersediaan N dari bahan organik bergantung pada proses mineralisasi. Proses mineralisasi N terdiri atas aminisasi (protein menjadi $R-NH_2$), amonifikasi ($R-NH_2$ menjadi NH_4^+) dan nitrifikasi (NH_4^+ menjadi NO_3^-). Amonium yang dihasilkan akan mengalami beberapa perubahan yaitu: (1) dipakai langsung oleh bakteri dalam melanjutkan proses mineralisasi, (2) diserap oleh akar tanaman, (3) dikonversi menjadi nitrit dan nitrat, dan (4) ditahan oleh mineral liat tipe 2:1 (Urakawa *et al.* 2016).

Pengaruh perbedaan pengelolaan tanah dan pola tanam terhadap kualitas tanah dapat diketahui dari peningkatan atau penurunan ketersediaan hara dalam tanah. Umumnya penelitian yang berhubungan dengan bahan organik hanya melihat bentuk anorganik atau hanya dalam bentuk total (N dan C total) padahal hara dalam bentuk total tidak dapat menggambarkan ketersediaan hara. Perilaku atau bentuk organik seperti fraksi N (N-labil dan N-organik) dan fraksi C seperti C-labil masih jarang diteliti padahal fraksi-fraksi N dan C tersebut berpengaruh terhadap kualitas tanah. Fraksi labil bahan organik merupakan indikator yang baik untuk menilai kualitas tanah (Laik *et al.* 2009). Kualitas tanah merupakan kapasitas tanah untuk berfungsi

dengan baik yang terkait erat dengan konsep pertanian berkelanjutan (Laird and Chang 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian sisa tanaman kacang tanah dalam peningkatan kesuburan dan kualitas tanah pada pertanaman ubi kayu pada tanah Typic Hapludult Lampung.

BAHAN DAN METODE

Percobaan Mineralisasi Nitrogen

Percobaan mineralisasi N menggunakan metode inkubasi pada suhu konstan dalam inkubator di laboratorium Balitkabi, Malang, pada April-Juli 2012. Tanah Typic Hapludult diambil dari bekas lahan yang ditanami ubi kayu secara terus-menerus. Sifat kimia tanah disajikan pada Tabel 1. Percobaan menggunakan rancangan faktorial acak lengkap dengan tiga ulangan. Faktor 1 adalah asal jenis sisa tanaman, yaitu sisa tanaman kacang tanah, jerami jagung, sisa kacang tanah + jagung dengan perbandingan (berdasarkan berat) 1:1, sisa kacang tanah + jagung 2:1, sisa kacang tanah + jagung 1:2 dan tanpa penambahan sisa tanaman. Faktor 2 adalah waktu penanaman ubi kayu, yaitu kurang dari 10 tahun dan lebih dari 30 tahun.

Tanah yang digunakan pada percobaan ini terlebih dahulu disaring dengan ayakan berdiameter < 2 mm, ditimbang seberat 10 g dan dimasukkan ke dalam botol plastik yang diberi perlakuan bahan organik 30 mg/botol sesuai perlakuan. Kandungan lengas tanah dipertahankan pada kapasitas lapang dan botol-botol plastik ditempatkan pada inkubator pada suhu 20°C, 25°C, dan 30°C. Pada 0, 2, 4, 8, 6, 10 dan 12 minggu setelah inkubasi dilakukan pengamatan terhadap kandungan N (NH_4^+ dan NO_3^-) dengan ekstrak KCl dan ditetapkan dengan metode destilasi.

Tabel 1. Sifat kimiawi tanah percobaan. Malang, MT 2012.

Pengamatan	Tanah monokultur ubikayu < 10 tahun	Tanah monokultur ubikayu > 30 tahun
pH H ₂ O	5,1	4,6
N-total (%)	0,07	0,04
C-organik (%)	2,06	0,70
P-Bray 1 (ppm P ₂ O ₅)	15,9	6,8
KPK (cmol/kg)	6,54	4,12
K (cmol/kg)	0,14	0,05
Ca (cmol/kg)	1,68	0,50
Mg (cmol/kg)	0,33	0,15
Fe (ppm)	354	382
Mn (ppm)	36,7	38,1
Cu (ppm)	6,3	7,3
Al-dd (cmol/kg)	1,40	2,50
Kejenuhan Al (%)	33	54

Kinetika mineralisasi N diprediksi dengan menetapkan mineralisasi potensial (N_0 , mg/kg) dan konstanta laju mineralisasi (k/day) menggunakan model reaksi sederhana (*simple type reaction model*) dari laju mineralisasi yang dikembangkan oleh Sugihara *et al.* (1986):

$$N_t = N_0 [1 - \exp(-kt)] + C \quad (1)$$

N_t adalah jumlah N anorganik (mg N/kg) pada hari referensi (*reference day*) (t).

Hari referensi (t) ditetapkan dengan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$t = t_i \exp [E_a (T_i - T)] / R T_i T \quad (2)$$

t_i adalah hari inkubasi (hari); T_i adalah suhu inkubasi (K); T adalah suhu standard (298°K); R adalah konstanta gas (1,9872 Cal/K/mo); dan E_a adalah energi aktivasi apparent (J/mol). Persamaan kinetika order pertama menggunakan prosedur *fit curve* dalam program SigmaPlot 12 (Systat software inc 2011).

Percobaan Pengembalian Sisa tanaman Kacang Tanah

Percobaan pot dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi, Malang, pada April-Juli 2012, menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Tanah yang digunakan adalah Typic Hapludult yang berasal dari Lampung, diambil pada kedalaman 0-20 cm. Perlakuan yang diuji sama dengan percobaan pertama tanpa perlakuan suhu inkubasi.

Takaran sisa tanaman kacang tanah, kacang tanah + jagung, dan jagung masing-masing setara 5 t/ha. Tanah sebanyak 15 kg setara bobot kering udara dimasukkan ke dalam pot plastik kemudian diberi sisa tanaman sesuai dengan perlakuan. Tanah yang sudah diberi perlakuan kemudian diinkubasi selama 2 minggu dengan tetap mempertahankan lengas tanah pada kapasitas lapang. Setelah itu, pot ditanami ubi kayu dan dipelihara sampai berumur 3 bulan. Analisis kimiawi tanah terdiri atas:

- Serapan hara N, P, dan K dengan cara menganalisis contoh daun yang telah berkembang sempurna pada saat tanaman berumur 3 bulan. Serapan hara diperoleh dari perkalian konsentrasi hara dengan bobot kering sisa tanaman.
- Analisis tanah meliputi pool C-labil (mikrosisa tanaman C, C terekstrak air dan C renik), pool N-labil (mikrosisa tanaman N, N terekstrak air dan N renik), dan N anorganik (NH_4^+ dan NO_3^-) setelah 3 bulan.
- Analisis lainnya meliputi pH H_2O , C organik, dan N total setelah 3 bulan.

Analisis Statistik

Analisis ragam dilakukan terhadap seluruh peubah yang diamati dan apabila berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pengembalian Sisa Tanaman Kacang Tanah terhadap Mineralisasi N

Pemberian bahan organik yang berasal dari sisa tanaman kacang tanah dan jagung berpengaruh terhadap mineralisasi potensial (N_0). Mineralisasi potensial (N_0) pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang 10 tahun dan lebih 30 tahun mempunyai pola yang sama. Pencampuran sisa tanaman kacang tanah dan jagung 2:1 mempunyai nilai k tertinggi, lalu diikuti oleh sisa tanaman kacang tanah, kacang tanah dan jagung 1:1, kacang tanah dan jagung 1:2, jagung, dan tanpa pengembalian sisa tanaman (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan pencampuran bahan organik asal sisa tanaman kacang tanah dengan nisbah C/N rendah dengan bahan organik asal sisa tanaman jagung yang mempunyai nisbah C/N tinggi mampu meningkatkan laju mineralisasi tanah dibandingkan dengan bahan organik asal sisa tanaman jagung saja, karena menurunnya nisbah C/N. Sholihah *et al.* (2012) mengemukakan laju mineralisasi tanah berkorelasi dengan nisbah C/N (0,582*). Mineralisasi N dipengaruhi oleh nisbah C/N, bahan organik yang mempunyai nisbah C/N rendah menghasilkan laju mineralisasi lebih tinggi dibandingkan dengan bahan organik dengan nisbah C/N tinggi (Abera *et al.* 2012). Pengamatan terhadap konstanta laju mineralisasi (k) juga menghasilkan pola yang sama dengan mineralisasi potensial (N_0).

Konstanta laju mineralisasi (k) meningkat dengan meningkatnya suhu (Tabel 2). Peningkatan k dari suhu 20°C ke 30°C pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun sekitar 32%, sedangkan pada tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun sekitar 27%. Guntinas *et al.* (2011) mengemukakan nilai k sangat dipengaruhi oleh suhu, nilai tersebut meningkat tajam antara suhu 25°C dan 35°C. Peningkatan nilai k akibat suhu tersebut disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik lebih cepat (Yuan *et al.* 2016).

Menurut Mohanthy *et al.* (2013) perubahan komposisi biokimia bahan organik dan perubahan proses transpor seperti proses difusi dipengaruhi oleh suhu dan peningkatan jumlah mikrobial. Nilai k tertinggi pada perlakuan pemberian bahan organik asal sisa tanaman kacang tanah dan jagung 2:1 adalah 0,098 pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang 10 tahun dan

Tabel 2. Pengaruh penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada tanah Ultisol terhadap nilai k (per minggu) dan mineralisasi N potensial (mg/kg) pada beberapa suhu. Percobaan inkubasi, Laboratorium Balitkabi, Malang, 2012.

Perlakuan (asal BO)	20°C			25°C			30°C		
	k	N0	R ²	k	N0	R ²	k	N0	R ²
Lama penggunaan lahan untuk budi daya ubi kayu < 10 tahun									
Kacang tanah (KT)	0,0064	693,5	0,992	0,0070	703,9	0,997	0,0090	743,0	0,996
Jagung (J)	0,0061	560,5	0,986	0,0069	848,1	0,993	0,0074	989,8	0,989
KT : J (1:1)	0,0064	673,6	0,991	0,0077	979,8	0,995	0,0090	1000,9	0,995
KT : J (2:1)	0,0067	725,8	0,987	0,0074	1248,1	0,993	0,0098	1150,5	0,994
KT : J (1:2)	0,0060	621,1	0,988	0,0063	722,0	0,997	0,0078	1056,2	0,989
Tanpa BO	0,0056	400,2	0,967	0,0060	560,4	0,990	0,0063	641,1	0,966
Rata-rata	0,0062	612,45	0,985	0,0069	843,7	0,994	0,0082	930,3	0,988
Lama penggunaan lahan untuk budi daya ubi kayu > 30 tahun									
Kacang tanah (KT)	0,0058	660,3	0,984	0,0077	676,7	0,997	0,0080	587,5	0,996
Jagung (J)	0,0056	518,6	0,985	0,0057	784,8	0,981	0,0067	825,9	0,990
KT : J (1:1)	0,0057	635,9	0,975	0,0072	709,2	0,995	0,0076	650,7	0,997
KT : J (2:1)	0,0060	718,2	0,983	0,0074	828,2	0,996	0,0083	1057,8	0,998
KT : J (1:2)	0,0060	494,1	0,988	0,0068	787,2	0,993	0,0072	994,1	0,982
Tanpa BO	0,0051	400,2	0,967	0,0052	706,8	0,972	0,0058	544,7	0,981
Rata-rata	0,0057	571,2	0,980	0,0066	748,8	0,989	0,0073	776,8	0,991

0,0083 pada tanah yang sudah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, sedangkan nilai terendah pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik masing-masing 0,0063 dan 0,0058. Nilai k yang rendah dapat diasumsikan tanah tersebut mempunyai aktivitas mikroorganisme yang juga rendah (Nira and Nishimune 1993). Jumlah mikrobial dalam tanah dengan kandungan bahan organik rendah, juga rendah yang menghambat laju mineralisasi N (Abera *et al.* 2012).

Pengaruh Pengembalian Sisa tanaman Kacang Tanah terhadap Kesuburan Tanah Ultisol

1. pH tanah

Pengembalian sisa tanaman kacang tanah dan jagung tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah, meskipun cenderung meningkatkan pH tanah dibandingkan dengan tanpa pengembalian sisa tanaman ke tanah (Tabel 3). Lama penggunaan tanah untuk pertanaman ubi kayu berpengaruh terhadap pH tanah. Tanah yang digunakan untuk budi daya ubi kayu monokultur lebih dari 30 tahun mempunyai nilai pH lebih rendah (pH 4,2) dibandingkan dengan tanah yang digunakan untuk budi daya ubi kayu monokultur kurang dari 10 tahun (pH 4,4).

2. C-organik dan ketersediaan N

Interaksi antara pemberian sisa tanaman kacang tanah, jagung, dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu mempengaruhi konsentrasi C-organik dalam

Tabel 3. Kemasaman (pH) tanah akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubikayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	4,0	4,1	4,0
Kacang tanah (K)	4,2	4,4	4,3
Jagung (J)	4,2	4,4	4,3
KT : J (1:1)	4,4	4,6	4,5
KT : J (2:1)	4,3	4,5	4,4
KT : J (1:2)	4,2	4,6	4,4
Rata-rata	4,2b	4,4a	

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

tanah. Konsentrasi C-organik tertinggi diperoleh pada perlakuan pengembalian sisa tanaman kacang tanah + jagung dengan proporsi 1:1 pada tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun yaitu 2,8%. Perlakuan ini meningkatkan kandungan C-organik sebesar 115% dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman. Pada tanah yang telah ditanami ubi kayu monokultur lebih dari 30 tahun, kandungan C-organik tanah adalah 2,1% pada perlakuan kacang tanah + jagung dengan proporsi 2:1, 1,9% pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung dengan proporsi 1:2, 1,9% pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah, 1,8% pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1, 1,4% pada perlakuan sisa tanaman jagung, dan 1,3% tanpa sisa tanaman. Pada tanah yang ditanami ubi kayu monokultur kurang dari 10 tahun, kandungan C-organik

tanah dari yang tertinggi adalah pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung dengan proporsi 1:1 (2,8%), sisa tanaman kacang tanah + jagung dengan proporsi 2:1 (2,4%), sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2 (2,1%), sisa tanaman jagung (2,0%), sisa tanaman kacang tanah (1,7%), dan tanpa sisa tanaman (1,3%) (Tabel 4).

N total tanah dipengaruhi oleh pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu secara monokultur. Pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung menghasilkan N total yang sama dan berbeda nyata dengan tanpa sisa tanaman. Nilai N total tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun lebih rendah dibandingkan dengan yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun (Tabel 5).

Pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung meningkatkan ketersediaan N. Interaksi antara pemberian sisa tanaman kacang tanah – jagung dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu berpengaruh terhadap ketersediaan NH_4^+ (Tabel 6). Ketersediaan NH_4^+ tertinggi diperoleh pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung dengan proporsi 1:1 pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10

Tabel 4. Kadar C-organik (%) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	1,3 f	1,3 f	1,3
Kacang tanah (K)	1,9 cd	1,7 def	2,1
Jagung (J)	1,4 ef	2,0 bcd	2,5
KT : J (1:1)	1,8 cde	2,8 a	1,7
KT : J (2:1)	2,1 bc	2,4 b	1,7
KT : J (1:2)	1,9 cd	2,1 bc	2,0
Rata-rata	1,7	2,0	1,9

Angka selanjur atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 6. Konsentrasi NH_4^+ (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	1062 e	1298 cd	1180
Kacang tanah (K)	1414 bcd	2009 ab	1711
Jagung (J)	1535 abcd	1653 abcd	1594
KT : J (1:1)	1578 abcd	2125 a	2067
KT : J (2:1)	1654 abcd	1890 abc	1772
KT : J (1:2)	1417 bcd	1653 abcd	1535

tahun (2.125 mg/kg), sedangkan yang terendah adalah pada perlakuan tanpa pemberian sisa tanaman (1.298 mg/kg), atau meningkat 80%. Apabila dipisahkan antara lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu, pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung tidak berbeda nyata rata-rata dan hanya berbeda nyata dengan perlakuan tanpa sisa tanaman pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun. Pada tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, pada perlakuan sisa tanaman jagung rata-rata 1.535 mg/kg, pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1 rata-rata 1.578 mg/kg, pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 rata-rata 1.654 mg/kg atau tidak berbeda nyata.

Kandungan NO_3^- hanya dipengaruhi oleh pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung. Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 menghasilkan NO_3^- tertinggi dan meningkat 64% dibandingkan dengan tanpa sisa tanaman (Tabel 7) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian sisa tanaman kacang tanah dan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1. Pemberian sisa tanaman kacang tanah berpengaruh positif terhadap ketersediaan NO_3^- .

Tabel 5. Kadar N total (%) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Kacang tanah (K)	0,23	0,28	0,25 a
Jagung (J)	0,23	0,23	0,23 a
KT : J (1:1)	0,22	0,26	0,24 a
KT : J (2:1)	0,25	0,26	0,25 a
KT : J (1:2)	0,24	0,29	0,26 a
Tanpa BO	0,16	0,18	0,17 b
Rata-rata	0,22 b	0,25 a	

Angka selanjur atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 7. Konsentrasi NO_3^- (mg/kg) akibat penambahan bahan organik kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	589	708	649 c
Kacang tanah (K)	925	898	919 ab
Jagung (J)	755	826	791 bc
KT : J (1:1)	802	1062	932 ab
KT : J (2:1)	10622	1063	1062 a
KT : J (1:2)	803	708	755 c
Rata-rata	826	877	

Ketersediaan N sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan jenis sisa tanaman. Pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, ketersediaan N lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun. Mineralisasi N berhubungan dengan pH tanah dan ketersediaan hara. Peningkatan pH tanah akibat pengapuran meningkatkan aktivitas dan sisa tanaman mikroorganisme sehingga terjadi peningkatan mineralisasi bahan organik. Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah, namun cenderung meningkatkan pH tanah (Moreno-Cornejo and Fas 2014, Anikwe *et al.* 2016).

Mineralisasi juga berhubungan dengan jenis sisa tanaman yang diaplikasikan. Pemberian sisa tanaman kacang tanah (tanpa atau dengan sisa tanaman lainnya) dapat meningkatkan mineralisasi. Sisa tanaman kacang tanah mempunyai nisbah C/N rendah sehingga mudah terdekomposisi dan termineralisasi. Komposisi bahan organik berupa nisbah C:N, lignin dan polifenol mempengaruhi proses mineralisasi (Handayanto *et al.* 1997, Clivot *et al.* 2017, Kader *et al.* 2017).

Kandungan N (NH_4^+ dan NO_3^-) pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun menunjukkan pemberian sisa tanaman jagung dan kacang tanah meningkatkan mineralisasi N. Kandungan NH_4^+ pada perlakuan pemberian sisa tanaman jagung, kacang tanah + jagung 1:1 dan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2 pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun tidak berbeda nyata dengan tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun. Data ini menunjukkan penurunan kandungan NH_4^+ pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun dapat ditanggulangi dengan pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung, sedangkan pemberian sisa tanaman kacang tanah saja hanya berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan NO_3^- tanah.

Tabel 8. Konsentrasi N larut air (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	37 f	43 ef	40
Kacang tanah (K)	83 ab	93 a	88
Jagung (J)	60 cdef	53 def	57
KT : J (1:1)	73 bc	77 abc	75
KT : J (2:1)	77 abc	87 ab	82
KT : J (1:2)	60 cde	70 bcd	65
Rata-rata	65	71	68

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Pengaruh Pengembalian Sisa tanaman Kacang Tanah terhadap Kualitas Tanah Ultisol

1. Fraksi N labil

Fraksi N dan C labil seperti mikrosisa tanaman N/C, N/C larut air, dan N/C renik merupakan salah satu indikator untuk menduga kualitas tanah. Fraksi N dan C labil merupakan sumber N/C untuk mikroorganisme dan pada beberapa tanaman dapat secara langsung menyerap fraksi tersebut (Burton *et al.*, 2007). Fraksi labil dari bahan organik (C dan N) berpengaruh nyata terhadap cadangan bahan organik tanah. Perubahan kuantitas dari fraksi tersebut merupakan indikator awal untuk menduga pengaruh dan pengelolaan tanah.

Interaksi pemberian sisa tanaman kacang tanah - jagung dan lama penggunaan tanah untuk ubi kayu berpengaruh nyata terhadap N larut air (Tabel 8). Pemberian sisa tanaman kacang tanah menghasilkan N larut air tertinggi. Pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, pemberian sisa tanaman kacang tanah menghasilkan N larut tertinggi (83 mg/kg), diikuti oleh sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 (77 mg/kg), sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1 (73 mg/kg), sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2 (60 mg/kg), sisa tanaman jagung (60 mg/kg) dan terendah pada perlakuan tanpa sisa tanaman (37 mg/kg). Pola yang sama juga terjadi pada tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun.

Interaksi sisa tanaman kacang tanah - jagung dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayuberpengaruh terhadap N renik. Konsentrasi N renik tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 atau meningkatkan 255% dan 234% dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman, masing-masing pada penggunaan lahan lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun (Tabel 9).

Tabel 9. Konsentrasi N renik (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	47 g	47 g	47
Kacang tanah (K)	97 de	137 b	117
Jagung (J)	80 f	90 ef	85
KT : J (1:1)	93 ef	113 cd	103
KT : J (2:1)	120 bc	157 a	138
KT : J (1:2)	113 cd	107 cde	110
Rata-rata	92	108	100

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Hal yang sama juga diperoleh pada pengamatan mikrosisa tanaman N, dimana interaksi sisa tanaman kacang tanah - jagung dan lama penggunaan tanah berpengaruh terhadap mikrosisa tanaman N. Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 menghasilkan mikrosisa tanaman N tertinggi. Pada tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, konsentrasi N pada perlakuan pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 adalah 59 mg/kg > perlakuan sisa tanaman kacang tanah = kacang tanah + jagung 1:1 (53 mg/kg) > perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2 (34 mg/kg) > perlakuan sisa tanaman jagung (33 mg/kg) > tanpa sisa tanaman (30 mg/kg). Pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun, konsentrasi N pada perlakuan pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 adalah 71 mg/kg > perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1 (59 mg/kg) > perlakuan sisa tanaman kacang tanah (50 mg/kg) > perlakuan sisa tanaman jagung (47 mg/kg) > perlakuan sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2 (33 mg/kg) > tanpa sisa tanaman (31 mg/kg) (Tabel 10).

Fraksi labil bahan organik merupakan indikator jangka pendek yang dapat digunakan untuk menilai kualitas tanah akibat perubahan pengelolaan tanah dan tanaman (pengolahan tanah, pemupukan organik dan anorganik, rotasi tanaman). Fraksi labil ini mempunyai waktu *turnover* antara beberapa hari hingga beberapa tahun (Sequeira *et al.* 2011).

Analisis fraksi labil sangat penting karena pada beberapa kasus analisis tanah dalam bentuk total seringkali kurang memuaskan. Dalam penelitian ini, analisis N total menunjukkan kurang peka dalam merespon perlakuan yang diaplikasikan. Hal ini terlihat pada analisis statistik dimana interaksi antara pemberian sisa tanaman dan lama penggunaan tanah tidak berbeda nyata terhadap N total tanah. Sebaliknya, analisis fraksi labil N (N larut air dan N renik) menunjukkan interaksi

nyata antara pemberian sisa tanaman dengan lama penggunaan tanah. Hal ini menunjukkan fraksi labil N merupakan parameter yang sensitif untuk menduga perubahan akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah-jagung dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu yang mencerminkan perbedaan kesuburan.

2. Fraksi C labil

Pengamatan terhadap C larut air menunjukkan pemberian sisa tanaman kacang tanah – jagung berpengaruh nyata terhadap C larut air, demikian juga lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu. Tanah yang digunakan untuk budi daya ubi kayu lebih dari 30 tahun memiliki kandungan C larut air lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun (Tabel 11). Pemberian sisa tanaman kacang tanah menghasilkan kandungan C larut air tertinggi, diikuti oleh pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1, sisa tanaman jagung, sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:2, sisa tanaman kacang tanah + jagung 1:1, dan tanpa sisa tanaman. Pemberian sisa tanaman kacang tanah meningkatkan kandungan C larut air 60% lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman. Kadar C larut air umumnya menggambarkan komposisi bahan organik tanah dan merupakan indikator kualitas tanah. Perubahan pengelolaan tanah dan tanaman seperti pemupukan organik dan anorganik serta rotasi tanaman mempengaruhi C larut air. Pemupukan N mampu meningkatkan C larut air, tetapi hanya untuk sementara karena dengan cepat digunakan sebagai sumber energi mikroorganisme. Pemberian bahan organik meningkatkan C larut air lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan N saja. Hal ini menunjukkan sisa tanaman mengandung lebih banyak bahan organik yang larut air (Wei gong *et al.* 2009, Li Qian *et al.* 2017).

Tabel 10. Konsentrasi N mikrobiomas (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2017.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	30 d	31 d	30
Kacang tanah (K)	53 cd	50 bc	42
Jagung (J)	33 d	47 bcd	40
KT : J (1:1)	53 cd	59 ab	47
KT : J (2:1)	59 ab	71 a	65
KT : J (1:2)	34 d	33 d	33
Rata-rata	38	48	43

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 11. Konsentrasi C larut air (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	19	22	20 c
Kacang tanah (K)	29	35	32 a
Jagung (J)	21	29	25 b
KT : J (1:1)	21	22	22 bc
KT : J (2:1)	24	27	25 b
KT : J (1:2)	20	27	24 bc
Rata-rata	22 b	27 a	

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Interaksi pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung dan lama penggunaan tanah berpengaruh nyata terhadap C renik. Pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun, baha pemberian sisa tanaman kacang tanah-jagung tidak berbeda nyata dan hanya berbeda dengan tanpa pemberian sisa tanaman. Pada tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun, pemberian sisa tanaman kacang tanah dan jagung 1:1 menghasilkan C renik tertinggi. Kandungan C renik pada tanah yang ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun (Tabel 12). Hasil penelitian Xiao *et al.* (2015) menunjukkan C renik merupakan indikator untuk menilai kualitas tanah dan lebih sensitif terhadap perubahan pengolahan tanah dan pemupukan dibandingkan dengan bahan organik total. Lou *et al.* (2011) mengemukakan konsentrasi C renik berkisar antara 15-25% dari total C. Pemupukan N meningkatkan C renik, pemberian bahan organik atau pupuk kandang kotoran ayam meningkatkan konsentrasi C renik lebih tinggi dibandingkan dengan hanya pemupukan N.

Tabel 12. Konsentrasi C renik (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	125 e	153 cd	139
Kacang tanah (K)	144 de	177 ab	161
Jagung (J)	147 de	182 a	165
KT : J (1:1)	158 bcd	181 a	169
KT : J (2:1)	142 de	172 abc	156
KT : J (1:2)	147 de	181 a	164
Rata-rata	144	174	159

Angka selanjur atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 13. Konsentrasi C mikrobiomas (mg/kg) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	5,0	8,0	6,0 b
Kacang tanah (K)	5,0	9,0	7,0 b
Jagung (J)	9,0	11,0	10,0 b
KT : J (1:1)	7,0	12,0	12,0 b
KT : J (2:1)	7,0	37,0	22,0 a
KT : J (1:2)	6,0	9,0	8,0 b
Rata-rata	7,0 b	14,0 a	10,5

Angka selanjur atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Mikrosisa tanaman C pada percobaan ini dipengaruhi oleh pemberian sisa tanaman kacang tanah dan jagung serta lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu secara monokultur. Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 dan tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun menghasilkan mikrosisa tanaman C tertinggi, masing-masing 22 dan 14 mg/kg (Tabel 13).

Pemberian sisa tanaman kacang tanah+jagung meningkatkan mikrosisa tanaman C sebesar 50% dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman. Demikian juga pada tanah yang ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun, pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung juga meningkatkan mikrosisa tanaman C sebesar 50% dibandingkan dengan tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun. Mikrosisa tanaman C berperan dalam proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara dalam tanah. Mikrosisa tanaman C juga merupakan indikator kualitas tanah akibat perubahan pengelolaan tanah dan tanaman (Zengqiang *et al.* 2016). Lou *et al.* (2011) melaporkan, pemberian bahan organik meningkatkan mikrosisa tanaman C lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan N. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya substrat karbon yang digunakan sebagai sumber energi mikroorganisme. Pemberian bahan organik juga memperbaiki sifat fisika tanah seperti meningkatkan porositas tanah yang berperan dalam proses perkembangbiakan mikroorganisme.

Pengaruh Pengembalian Sisa Tanaman Kacang Tanah terhadap Serapan Hara Tanaman Ubi Kayu

Interaksi antara pengembalian sisa tanaman kacang tanah atau sisa tanaman jagung dan lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu berpengaruh nyata terhadap serapan N oleh tanaman ubi kayu (Tabel 14). Serapan N tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian sisa tanaman kacang tanah dan jagung

Tabel 14. Serapan N (g/tan) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2012.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	0,40 g	0,72 e	0,55
Kacang tanah (K)	0,72 e	1,28 ab	1,00
Jagung (J)	0,52 fg	1,06 cd	0,79
KT : J (1:1)	0,61 ef	1,91 a	1,26
KT : J (2:1)	0,76 e	1,40 ab	1,08
KT : J (1:2)	0,62 ef	0,96 d	0,79
Rata-rata	0,60	1,10	0,85

Angka selanjur atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

dengan proporsi 1:1 pada tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun. Perlakuan tersebut mampu meningkatkan serapan N sebesar 165% dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman atau meningkatkan serapan N sebesar 80% dibandingkan dengan perlakuan pemberian sisa tanaman jagung saja. Semakin tinggi proporsi sisa tanaman jagung yang dicampurkan dengan sisa tanaman kacang tanah semakin menurun serapan N tanaman ubi kayu. Penambahan sisa tanaman jagung dengan nisbah C/N tinggi, pada perlakuan sisa tanaman kacang tanah yang mempunyai nisbah C/N rendah meningkatkan nisbah C/N dalam tanah. Peningkatan nisbah C/N menurunkan mineralisasi N yang kemudian menurunkan ketersediaan hara N dalam tanah.

Lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman ubi kayu (Tabel 15). Tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun menghasilkan serapan P lebih tinggi, yaitu 58% dibandingkan dengan tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun. Pemberian sisa tanaman kacang tanah dan jagung dengan proporsi 2:1 cenderung menghasilkan serapan P lebih tinggi

dibandingkan dengan perlakuan pemberian sisa tanaman lainnya.

Lama penggunaan tanah untuk budi daya ubi kayu dan pengembalian sisa tanaman berinteraksi nyata terhadap serapan K (Tabel 16). Pemberian sisa tanaman kacang tanah dan sisa tanaman kacang tanah dengan jagung dengan proporsi 2:1 pada tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun memberikan serapan K tertinggi. Perlakuan tersebut meningkatkan serapan K 64% dibandingkan dengan tanpa pemberian sisa tanaman atau meningkatkan serapan K 47% dibandingkan dengan pemberian sisa tanaman jagung saja. Bahan organik tanah berasal dari proses dekomposisi tanaman mengandung C, N, P, K dan S yang merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Tanaman kacang tanah juga mampu menyediakan basa-basa dalam tanah.

Serapan N, P, dan K tanaman ubi kayu dipengaruhi oleh pH tanah, N total, KTK dan fraksi labil N dan C serta berkorelasi negatif dengan unsur mikro dalam tanah (Fe, Zn, Cu dan Mn), dan Al-dd (Tabel 17). Kemasaman tanah (pH) mempengaruhi kelarutan hara dalam tanah, unsur N secara tidak langsung dipengaruhi melalui

Tabel 15. Serapan P (g/tan) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2017.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	0,040	0,070	0,055
Kacang tanah (K)	0,073	0,113	0,093
Jagung (J)	0,060	0,097	0,078
KT : J (1:1)	0,073	0,107	0,090
KT : J (2:1)	0,083	0,133	0,108
KT : J (1:2)	0,060	0,097	0,078
Rata-rata	0,065 b	0,103 a	

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 16. Serapan K (g/tan) akibat penambahan sisa tanaman kacang tanah dan jagung pada Typic Hapludult yang telah ditanami ubi kayu selama lebih dari 30 tahun dan kurang dari 10 tahun. Balitkabi, Malang, MT 2017.

Perlakuan	> 30 tahun	< 10 tahun	Rata-rata
Tanpa BO	0,317 g	0,480 e	0,398
Kacang tanah (K)	0,480 e	0,737 a	0,608
Jagung (J)	0,430 f	0,537 cd	0,497
KT : J (1:1)	0,443 ef	0,637 b	0,540
KT : J (2:1)	0,533 d	0,787 a	0,660
KT : J (1:2)	0,410 f	0,600 bc	0,505
Rata-rata	0,434	0,636	

Angka selanjut atau sebaris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 17. Korelasi serapan hara tanaman ubi kayu dengan beberapa sifat kimiawi tanah. Balitkabi, Malang, MT 2017.

	pH	N-total	C-Org	Fe	Zn	Cu	Mn	KTK
Serapan N	0,601**	0,577**	0,256	-0,811**	-0,195	-0,137	-0,103	0,821**
Serapan P	0,712**	0,568**	0,365	-0,852**	-0,194	-0,164	-0,172	0,887**
Serapan K	0,639**	0,552**	0,411	-0,822**	-0,199	-0,138	-0,174	0,891**
	Al-dd	N air	N renik	N mikro biomass	C renik	C mikro biomass		
Serapan N	-0,626**	0,527**	0,171	0,579**	0,053	0,461**		
Serapan P	-0,704**	0,643**	0,172	0,626**	0,189	0,495**		
Serapan K	-0,664**	0,656**	0,096	0,565**	0,160	0,500**		

* nyata pada $P < 0,05$, ** nyata pada $P < 0,01$.

perkembangan mikroorganisme tanah. Pada tanah dengan pH mendekati netral, keberlimpahan mikroorganisme cukup tinggi, sebaliknya menurun pada tanah yang masam. Tanah-tanah dengan jumlah mikroorganisme tinggi memungkinkan mineralisasi bahan organik berlangsung cepat sehingga meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah, khususnya N.

Ketersediaan hara P juga dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH tanah mendekati netral, ketersediaan P meningkat dan menurun pada pH rendah. Unsur mikro Fe berkorelasi negatif dengan serapan hara. Ketersediaan P juga dipengaruhi oleh Fe dalam tanah, semakin tinggi ketersediaan Fe semakin menurun ketersediaan P dalam tanah karena Fe dapat mengikat P. Ultisol merupakan tanah yang telah mengalami perkembangan lanjut dan bereaksi masam sehingga Fe-oksida berperan dalam proses jerapan anion di tanah. Havlin *et al.* (2005) menjelaskan bahwa pada tanah masam, ion fosfat terjerap dalam bentuk H_2PO_4^- dan atau HPO_4^{2-} oleh permukaan Fe/Al oksida melalui pertukaran ligan dengan OH^- dan atau OH^{2+} . Spesies H_2PO_4^- yang terjerap Fe oksida dan membentuk ikatan Fe-O-P kemungkinan masih dapat terdesorpsi ke dalam larutan tanah. Apabila ada dua Fe-O yang berikatan dengan H_2PO_4^- akan membentuk kompleks *binuclear-bidentat* yang bersifat lebih stabil. Fe merupakan unsur yang meracuni tanaman apabila ketersediaannya dalam tanah cukup tinggi. Pertumbuhan mikroorganisme perombak bahan organik akan menurun apabila jumlah Fe dalam tanah tinggi, yang menyebabkan menurunnya proses mineralisasi bahan organik.

Fraksi labil N (N larut air dan N mikrosisa tanaman) dan fraksi labil C (C larut air dan C mikrosisa tanaman) berkorelasi positif dengan serapan hara. Fraksi labil berperan penting dalam mempertahankan kesuburan tanah, yaitu sebagai sumber hara tanaman karena komposisi kimia bahan asalnya dan tingkat dekomposisi yang cepat.

KESIMPULAN

Pada tanah yang telah ditanami ubi kayu kurang dari 10 tahun, pemberian sisa tanaman meningkatkan kesuburan tanah dan lebih baik dibandingkan tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun. Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 meningkatkan kualitas tanah yang diketahui dari meningkatnya fraksi N dan C labil.

Pengembalian sisa tanaman kacang tanah, baik dicampur dengan sisa tanaman jagung maupun tidak, berpotensi memulihkan kesuburan tanah bekas

tanaman ubi kayu. Pemberian sisa tanaman kacang tanah atau sisa tanaman kacang tanah + jagung meningkatkan mineralisasi N, ketersediaan N total, C-organik, NH_4^+ dan NO_3^- serta serapan N, P dan K tanaman ubi kayu, baik pada tanah yang telah ditanami ubi kayu lebih dari 30 tahun maupun kurang dari 10 tahun.

Pemberian sisa tanaman kacang tanah + jagung 2:1 meningkatkan laju mineralisasi sebesar 27-32% dan meningkatkan jumlah N yang termineralisasi sebesar 171-222% dibanding tanpa pemberian sisa tanaman, serta meningkatkan kesuburan tanah yang tercermin dari meningkatnya ketersediaan N total, C-organik, NH_4^+ dan NO_3^- . Agar kesuburan tanah tetap terjaga disarankan agar budi daya ubi kayu ditumpangsarikan dengan kacang tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera, G., E. Wolde-meskel, and L.R. Bakken. 2012. Carbon and nitrogen mineralization dynamics in different soils of the tropics amended with legume residues and contrasting soil moisture contents. *Biol. Fertil. Soils* 48:51-66.
- Anikwe, M.A.N., J.C. Eze, and A.N. Ibudialo. 2016. Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) in a degraded Ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. *Soil and Tillage Research* 158:32-38.
- Bundy, L.G. and T.W. Andraski. 2005. Recovery of fertilizer nitrogen in crop residues and cover crops on an irrigated sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69:640-648.
- Burton, J., C. Chen, Z. Xu, and H. Ghadiri. 2007. Soluble organic nitrogen pools in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. *Soil Biology and Biochemistry* 39:2723-2734.
- Clivot, H., B. Mary, Val. Matthieu, J.P. Cohan, L. Champolivier, F. Piraux, F. Laurent, and E. Justes. 2017. Quantifying in situ and modeling net nitrogen mineralization from soil organic matter in arable cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry* 111:44-59.
- Guntiñas, M.E., M.C. Leirós, C. Trasar-Cepeda, and F. Gil-Sotres. 2012. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. *European Journal of Soil Biology* 48:73-80.
- Handayanto, E., K.E. Giller, and G. Cadisch. 1997. Regulating N release from plant residues by mixing residues of different quality. *Soil Biology and Biochemistry* 29:417-426.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 2005. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. Sixth Eds. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Kinché, K., S. Hauser, N.M. Mahungwa, A. Ndonda, S. Lukombo, N. Nhamo, V.N.E. Uzokwe, M. Yomeni, J. Ngamitshara, B. Ekoko, M. Mbala, C. Akem, P. Pypers, K.P. Matungulu, A. Kehbila, and B. Vanlauwe. 2017. Cassava yield loss in farmer fields was mainly caused by low soil fertility and suboptimal management practices in two provinces of the Democratic Republic of Congo. *European Journal of Agronomy* 89:107-123.
- Kader, M.A., S. Yeasmin, Z.M. Solaiman, S. De Neve, and S. Sleutel. 2017. Response of hydrolytic enzyme activities and nitrogen

- mineralization to fertilizer and organic matter application in subtropical paddy soils. *European Journal of Soil Biology* 80:27-34.
- Laik, R., K. Kumar, D.K. Das, and O.P. Chaturvedi. 2009. Labile soil organic matter pools in a Calciorthent after 18 years of afforestation by different plantations. *Applied Soil Ecology* 42:71-78.
- Laird, D.A. and C-W. Chang. 2013. Long-term impacts of residue harvesting on soil quality *Soil and Tillage Research* 134:33-40.
- Li Qian, X. Cheng, Y.Luo, Z. Xu, L. Xua, H. Ruan, and X. Xu. 2017. Consistent temperature sensitivity of labile soil organic carbon mineralization along an elevation gradient in the Wuyi Mountains, China. *Applied Soil Ecology* 117-118:32-37.
- Lou, Y., J. Wang, and W. Liang. 2011. Impacts of 22-year organic and inorganic N managements on soil organic C fractions in a maize field, northeast China. *Catena* 87:386-390.
- Marthens, D.A., D.B. Jaynes, T.S. Colvin, T.C. Kaspar, and D.L. Karlen. 2006. Soil organic nitrogen enrichment following soybean in an Iowa corn-soybean rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:382-392.
- Mohanty, S., A.K. Nayak, A. Kumar, R. Tripathi, M. Shahid, P. Bhattacharyya, R. Raja, and B.B. Panda. 2013. Carbon and nitrogen mineralization kinetics in soil of rice-rice system under long term application of chemical fertilizers and farmyard manure. *European Journal of Soil Biology* 58:113-121.
- Moreno-Coronejo, J. and R.Z.A. Faz. 2014. Carbon and nitrogen mineralization during decomposition of crop residues in a calcareous soil. *Geoderma* 230-231:58-63.
- Nira, R. dan A. Nishimune. 1993. Studies on nitrogen mineralization properties of Tokachi soils by kinetic analysis. *Soil Science and Plant Nutrition* 39:2, 321-329.
- Ouédraogo, E., A. Mando, and L. Stroosnijder. 2006. Effects of tillage, organic resources and nitrogen fertilizer on soil carbon dynamics and crop nitrogen uptake in semi arid West Africa. *Soil Tillage Res.* 91:57-67.
- Pypers, P., J.M. Sanginga, B. Kasereka, M. Walangululu, and B. Vanlauwe. 2011. Increased productivity through integrated soil fertility management in cassava-legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo. *Field Crops Research* 120:76-85.
- Sarno, M. Iijima, J. Lumbanraja, Sunyoto, E. Yuliadi, Y. Izumi, and A. Watanabe. 2004. Soil chemical properties of an Indonesian red acid soils affected by land use and crop management. *Soil and Tillage Research* 76:115-124.
- Sequeira, C.H., M.M. Alley and B.P. Jones. 2011. Evaluation of potentially labile soil organic carbon and nitrogen fractionation procedures. *Soil Biology & Biochemistry* 43:438-444.
- Sholihah, A., S. Priyono, S.R. Utami, and E. Handayanto. 2012. N Mineralization from Residues of Crops Grown with Varying Supply of ¹⁵N Concentrations. *Journal of Agricultural Science* 4(8):117-123.
- Sugihara, S., T. Konno, and K. Ishii. 1986. Kinetics of nitrogen mineralization of organic nitrogen in soil. *Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.* 1:127-166 (in Japanese with English summary).
- Urakawa, R., N. Ohte, H. Shibata, K. Isobe, R. Tateno, T. Oda, T. Hishi, K. Fukushima, Y. Inagaki, K. Hirai, N. Oyanagi, M. Nakata, H. Toda, T. Kenta, M. Kuroiwa, T. Watanabe, K. Fukuzawa, N. Tokuchi, S. Ugawa, T. Enoki, A. Nakanishi, N. Saigusa, Y. Yamao, and A. Kotani. 2016. Factors contributing to soil nitrogen mineralization and nitrification rates of forest soils in the Japanese archipelago. *Forest Ecology and Management* 361:382-396.
- Wei, G., X. Yan, J. Wang, T. Hu, and Y. Gong. 2009. Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat-maize cropping system in northern China. *Geoderma* 149:318-324.
- Xiao, Y., Z. Huang, and X. Lu. 2015. Changes of soil labile organic carbon fractions and their relation to soil microbial characteristics in four typical wetlands of Sanjiang Plain, Northeast China. *Ecological Engineering* 82:381-389.
- Yuan, L., H. Nianpeng, Wen Xuefa, Yu Guirui, Gao Yang, Jia Yanlong. 2016. Patterns and regulating mechanisms of soil nitrogen mineralization and temperature sensitivity in Chinese terrestrial ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 215:40-46.
- Zengqiang, L., B. Zhao, and J. Zhang. 2016. Effects of maize residue quality and soil water content on soil labile organic carbon fractions and microbial properties. *Pedosphere* 26(6):829-838.

