

STUDI NITRIFIKASI TANAH DENGAN PENAMBAHAN SERESAH ASAL HUTAN ALAMI DAN AGROFORESTRI KOPI

Anita Kismi M Qifli, Kurniatun Hairiah, Didik Suprayogo^{*)}

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

* penulis korespondensi: suprayogo@ub.ac.id

Abstract

Forest conversion to coffee agro forestry has decreased quality and amount of litter fall, increase decomposition rate and litter fall mineralization. This research was aimed measuring soil nitrification rate by addition of forest, coffee based agro forestry with mix shade trees and legume-shaded coffee (*Gliricidia sepium*) and monoculture of coffee litter fall. This research that was conducted in May-June 2005 used Inceptisol and litter fall of forest, coffee based agro forestry with mix shade trees and legume-shaded coffee (*Gliricidia sepium*) and monoculture of coffee from Bodong, Sumberjaya, Lampung Barat. Litter fall was collected by litter trap. This research was compiled in a completely randomized design with aerobic incubation method during 8 week in laboratory by 5 treatment addition of forest, coffee based agro forestry with mix shade trees and legume-shaded coffee (*Gliricidia sepium*), monoculture of coffee litter fall and control (non litter fall addition). Measurement conducted adding litter fall and soil has incubation during 2 weeks. Soil nitrification rate determined by comparing concentration of NH_4^+ and NO_3^- after added of litter fall. Data analysis was used one-way. Result of research showed that (1) addition of litter fall has significant ($p < 0.01$) to concentration of NH_4^+ and NO_3^- and N-mineral of soil (2) addition of litter fall has significant ($p < 0.01$) to $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ ratio (3) addition of coffee monoculture litter fall has yield concentration of NO_3^- higher than forest and coffee based agro forestry with mix shade trees litter fall (4) addition of coffee monoculture litter fall has yield ratio of NH_4^+ and NO_3^- lower (0.1 mg kg^{-1}) than addition of forest litter fall (1 mg kg^{-1}), coffee based agro forestry with mix shade trees litter fall (0.4 mg kg^{-1}) and legume-shaded coffee (*Gliricidia sepium*) litter fall (0.8 mg kg^{-1}). This result of research indicated that adding litter fall like forest, coffee based agro forestry with mix shade trees and legume-shaded coffee (*Gliricidia sepium*) litter fall can depress soil nitrification rate until 96%.

Keywords: land use change, litter quality, nitrification

Pendahuluan

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian mengubah jenis dan jumlah masukan bahan organik, serta faktor lingkungan, antara lain iklim mikro. Kedua faktor ini mempengaruhi populasi mikroba tanah. Penelitian yang dilakukan di Sumberjaya, Lampung Barat menunjukkan alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian meningkatkan konsentrasi NO_3^- berkisar 40- 60%, menurunkan masukan seresah berkisar 63% dan meningkatkan kecepatan dekomposisi seresah berkisar 62 kali

lebih cepat dari seresah hutan (Purwanto, 2007; Sulistyani, 2004). Kualitas seresah tanah yang berubah mempengaruhi ketersediaan bahan dasar yang dapat dirombak oleh mikroorganisme tanah. Seresah pada lahan pertanian lebih seragam dibanding seresah yang berasal dari hutan. Kondisi tersebut mengakibatkan beberapa mikroorganisme tanah akan hilang dan keseimbangan populasi mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam siklus unsur hara, khususnya N akan terganggu. Penanaman berbagai macam

pepohonan (pohon *Leguminosae*, pohon buah-buahan dan kayu bangunan) pada sistem kopi multistrata akan menekan proses nitrifikasi melalui persaingan akar tanaman untuk menyerap NH_4^+ hasil dekomposisi seresah (kompetisi asimilasi amonium) antara perakaran tanaman LCC (*Legum Cover Crop*) dan /mikroba pendekomposisi bahan organik dengan bakteri nitrifikasi. Kualitas masukan seresah yang beragam diduga akan dapat menekan proses nitrifikasi melalui mekanisme pelepasan zat yang dapat menekan pertumbuhan bakteri nitrifikasi oleh akar tanaman (*allelo chemical inhibitor*). Oksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- dan oksidasi NO_2^- menjadi NO_3^- berlangsung dalam proses yang berurutan dan dalam waktu singkat. Waktu oksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- dan NO_2^- menjadi NO_3^- berkisar 120menit (US patent, 1996). NO_3^- yang cepat terbentuk, apabila tidak terserap oleh tanaman akan meningkatkan ketersediaan NO_3^- didalam tanah. Konsentrasi NO_3^- yang ketersediaannya tidak diikuti dengan kebutuhan tanaman akan tercuci dan berpotensi mencemari perairan. Oleh sebab itu, untuk mengetahui faktor yang menentukan nitrifikasi didalam tanah maka penelitian ini difokuskan pada pengaruh faktor kualitas seresah yang dihasilkan oleh hutan alami dan sistem agroforestri berbasis kopi dengan pohon naungan legum pada kondisi lingkungan seperti

suhu tanah dan iklim tidak berbeda (terkontrol), terhadap tingkat nitrifikasi di dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengukur tingkat nitrifikasi tanah dengan menambah seresah dari kebun kopi monokultur dibandingkan dengan kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*), kopi campuran (multistrata) dan dari hutan alami.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2005, di laboratorium Radioisotop, Jurusan Tanah, Universitas Brawijaya, Malang. Bahan yang digunakan adalah tanah dan seresah. Tanah yang digunakan adalah tanah Inseptisol, berasal dari kebun kopi monokultur di Bodong, Sumberjaya, Lampung Barat. Seresah yang digunakan berupa seresah yang dikumpulkan menggunakan *littertrap*. Seresah berasal dari sistem penggunaan lahan (SPL) hutan alami, kopi campuran, kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*) dan kopi monokultur. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), inkubasi aerob selama 8 minggu di laboratorium dengan 5 perlakuan penambahan seresah asal hutan alami, kopi campuran, kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*), kopi monokultur dan kontrol (tanpa penambahan seresah) (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Seresah yang digunakan dalam Penelitian

Sumber seresah	N total (%)	Jumlah N		Jumlah seresah (g 250 g ⁻¹ tanah)
		Kg ha ⁻¹	mg Kg ⁻¹	
Hutan	7.44	300	136.36	0.05
Kopi multistrata	13.22	300	136.36	0.03
Kopi naungan legum	15.70	300	136.36	0.02
Kopi monokultur	12.30	300	136.36	0.03
Kontrol	-	-	-	-

Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 4 kali dan 6 waktu pengukuran yang dilakukan 1 minggu 1 kali. Pot percobaan menggunakan polibag volume 250g dan total pot percobaan sebanyak 120pot. Penelitian ini merupakan percobaan inkubasi aerob selama 8minggu. Pengukuran dilakukan setelah menambah

seresah ke dalam tanah dan terikubasi selama 2 minggu. Tingkat nitrifikasi ditentukan dengan cara membandingkan konsentrasi NH_4^+ dan NO_3^- setelah penambahan seresah. Analisis data menggunakan analisis ragam dengan program SPSS 13.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Kesuburan Tanah dan Kualitas Seresah

Analisis kesuburan tanah menunjukkan kandungan C organik 0.88% (rendah), N-total 0.23% (sedang), nisbah C/N 3.83 (rendah), pH H₂O 4.6 (rendah), pH KCl 3.9 (rendah) dan termasuk kelas tekstur liat dengan persentase pasir 10.4%, debu 38.2% dan liat 51.4%. Kategori rendah, sedang dan tinggi pada hasil analisis kesuburan tanah berdasarkan nilai baku unsur hara atau sifat kimia tanah. Analisis kualitas seresah menunjukkan N- total dan nisbah C/N seresah lebih tinggi dari nilai kritis, sedangkan polifenol dan lignin seresah lebih tinggi dari nilai kritis (Tabel 2). Nilai kritis kandungan N-total seresah berkisar 1.9%, nisbah C/N <25, polifenol seresah <3% dan lignin seresah <15% (Palm dan Sanchez, 1991; Hairiah *et al.*, 2000).

Konsentrasi NH₄⁺, NO₃⁻ dan N-mineral

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan berbagai kualitas seresah berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap

konsentrasi NH₄⁺, NO₃⁻ dan N-mineral pada berbagai waktu pengukuran (Gambar 1).

Konsentrasi NH₄⁺

Penambahan seresah asal kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*) menghasilkan rata-rata paling tinggi dari konsentrasi NH₄⁺ (26 mg kg⁻¹). Tanpa penambahan bahan organik menghasilkan rata-rata paling rendah dari konsentrasi NH₄⁺ (0.2 mg kg⁻¹). Penambahan seresah asal hutan atau kopi campuran menghasilkan rata-rata konsentrasi NH₄⁺ sekitar 19 – 20 mg kg⁻¹, penambahan seresah kopi monokultur menghasilkan rata-rata konsentrasi NH₄⁺ sekitar 8 mg kg⁻¹. Secara statistik peningkatan NH₄⁺ tidak berbeda nyata ($p > 0.05$). Hal ini disebabkan selang waktu pengukuran konsentrasi NH₄⁺ terlalu jauh, yaitu setiap 6 hari sekali. Sehingga NH₄⁺ yang terbentuk telah mengalami oksidasi menjadi NO₃⁻ dan konsentrasi NH₄⁺ yang terukur bukan konsentrasi NH₄⁺ secara keseluruhan dari hasil mineralisasi seresah. Peningkatan konsentrasi NH₄⁺ rata-rata per minggu untuk setiap perlakuan adalah 0.1–3 mg kg⁻¹.

Tabel 2. Hasil Analisa Kualitas Seresah yang digunakan Pada Penelitian

Seresah	N total (%)	C Organik (%)	Nisbah C/N	Polyfenol (%)	Lignin (%)	Nisbah (L+P)/N
Hutan	7.44	4.3	0.58	27.90	30.94	7.9
Kopi campuran	13.22	3.9	0.3	14.22	37.88	3.9
Kopi naungan legum	15.70	4.8	0.3	14.18	32.10	2.9
Kopi monokultur	12.30	3.6	0.29	26.82	37.24	5.2

Konsentrasi NO₃⁻

Penambahan seresah kopi naungan legum, seresah kopi monokultur dan kopi campuran menghasilkan konsentrasi NO₃⁻ berkisar 7–8 mg kg⁻¹. Penambahan seresah hutan menghasilkan konsentrasi NO₃⁻, 60% lebih rendah dari penambahan seresah kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*). Tanah yang tidak mendapat penambahan seresah menghasilkan

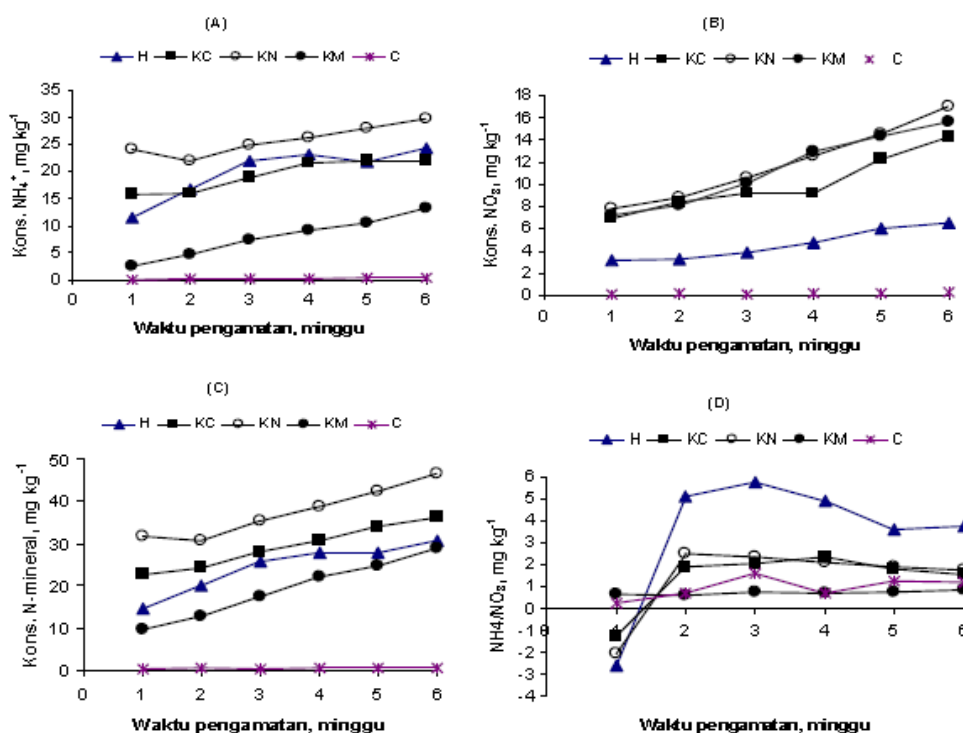
NO₃⁻ sekitar 0.1 mg kg⁻¹. Peningkatan konsentrasi NO₃⁻ disetiap minggu pengukuran pada masing-masing perlakuan penambahan seresah berkisar 0–2 mg kg⁻¹. Analisis statistik menunjukkan peningkatan konsentrasi NO₃⁻ sangat nyata ($p < 0.01$) disetiap waktu pengukuran.

Konsentrasi N-mineral

Peningkatan konsentrasi N-mineral disetiap penambahan seresah per minggu pengukuran berkisar 0.1–4 mg kg⁻¹. Konsentrasi N-mineral meningkat secara nyata ($p < 0.05$) disetiap minggu pengukuran. Konsentrasi N-mineral pada penambahan seresah kopi naungan legum menunjukkan rata-rata paling tinggi (32 mg kg⁻¹). Pada kontrol (tanpa penambahan seresah) konsentrasi N-mineral menunjukkan rata-rata paling rendah (0.4 mg kg⁻¹). Tanah yang mendapat penambahan seresah kopi campuran menghasilkan konsentrasi N- mineral sekitar 25 mg kg⁻¹. Pada penambahan seresah asal hutan menghasilkan rata-rata konsentrasi N-mineral sebesar 21 mg kg⁻¹. Sedangkan pada penambahan seresah kopi monokultur menghasilkan konsentrasi N- mineral sebesar 17 mg kg⁻¹ dan pada kontrol 0.4 mg kg⁻¹.

Nisbah NH₄⁺/NO₃⁻

Nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ menunjukkan perbandingan persen konsentrasi NH₄⁺ dan persen konsentrasi NO₃⁻ didalam tanah. Analisis statistik menunjukkan peningkatan nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ disetiap waktu pengukuran berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$). Peningkatan nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ disetiap waktu pengukuran pada berbagai penambahan seresah berkisar 0.1–1 mg kg⁻¹. Rata-rata nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ paling tinggi terdapat pada penambahan seresah hutan, yaitu 1 mg kg⁻¹. Nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ paling rendah terdapat pada tanah yang mendapat penambahan seresah kopi monokultur dan kontrol, yaitu 0.1 mg kg⁻¹. Nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ pada tanah yang mendapat masukan seresah kopi campuran sekitar 0.4 mg kg⁻¹. Sedangkan pada tanah yang mendapat penambahan seresah kopi naungan menunjukkan nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ sebesar 0.8 mg kg⁻¹.

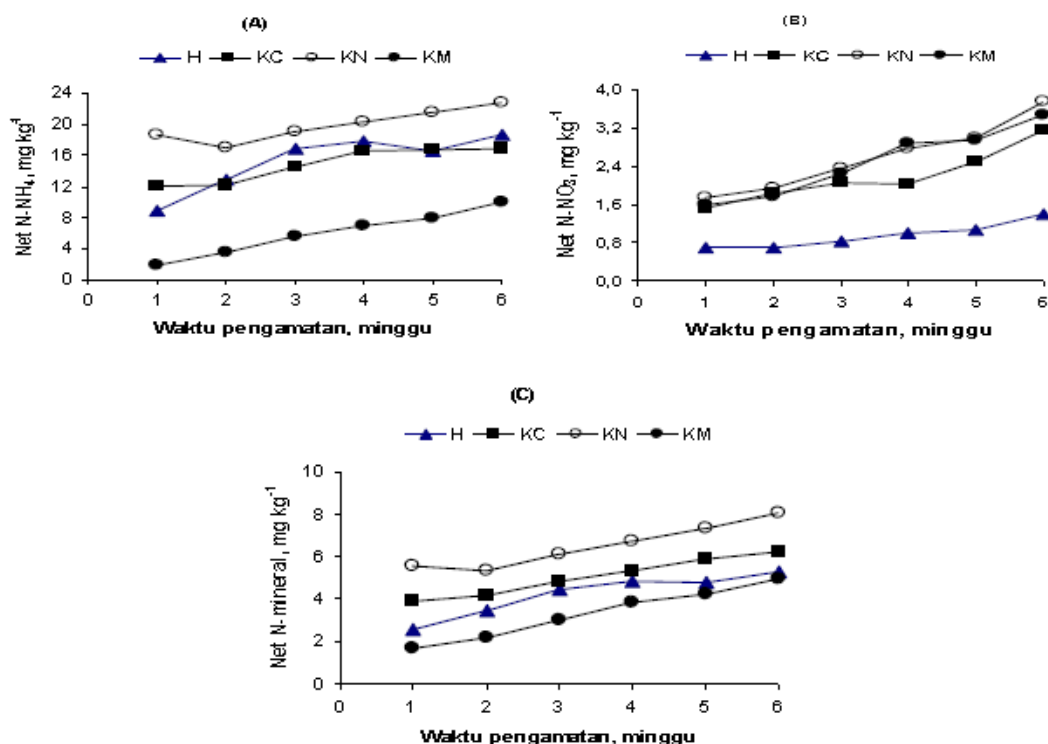


Gambar 1. Konsentrasi N-mineral (NH₄⁺ + NO₃⁻) pada berbagai perlakuan dan berbagai waktu pengamatan. (A) Konsentrasi NH₄⁺ (BNT: 1.13), (B) Konsentrasi NO₃⁻ (BNT: 0.84), (C) Konsentrasi N-mineral (BNT: 1.71) dan (D) Nisbah NH₄⁺/NO₃⁻ (BNT: 2.40). Keterangan : ● H: Hutan ● KC: Kopi Campuran ● KN : Kopi Naungan Legum (*Gliricidia sepium*) ● KM : Kopi Monokultur ● C : Kontrol

Net-amonifikasi ($N-NH_4^+$) dan Net-nitrifikasi ($N-NO_3^-$)

Net-amonifikasi ($N-NH_4^+$) dan Net-nitrifikasi ($N-NO_3^-$) merupakan selisih antara konsentrasi $N-NH_4^+$ dan $N-NO_3^-$ (dikoreksi dengan berat molekulnya) antara perlakuan pada waktu pengukuran t dengan perlakuan kontrol (Gambar 2). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan seresah dan waktu pengukuran berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap net $N-NH_4^+$, net $N-NO_3^-$ dan net N-mineral. Penambahan seresah asal kebun kopi monokultur melepaskan rata-rata $N-NH_4^+$ paling rendah dibandingkan dengan penambahan seresah yang lain (6 mg kg^{-1}) tetapi melepaskan rata-rata $N-NO_3^-$ 60% lebih tinggi dari seresah hutan dan 12 % lebih tinggi dari seresah asal kebun kopi campuran. Penambahan seresah kopi naungan

melepaskan rata-rata $N-NH_4^+$ dan $N-NO_3^-$ tertinggi (20 mg kg^{-1} ; 3 mg kg^{-1}). Sedangkan penambahan seresah kopi campuran dan seresah hutan melepaskan rata-rata $N-NH_4^+$ sekitar 15 mg kg^{-1} . Penambahan seresah kopi campuran melepaskan $N-NO_3^-$ sekitar 2 mg kg^{-1} dan seresah hutan melepaskan rata-rata $N-NO_3^-$ paling rendah (1 mg kg^{-1}). Penambahan seresah kopi naungan meningkatkan net N-mineral paling tinggi (6.5 mg kg^{-1}). Penambahan seresah kopi monokultur meningkatkan net N-mineral paling rendah sekitar 3 mg kg^{-1} . Pada penambahan seresah kopi campuran dan seresah hutan meningkatkan net N-mineral sebesar 4-5 mg kg^{-1} . Net N-mineral di setiap waktu pengukuran mengalami peningkatan berkisar 0-1 mg kg^{-1} .



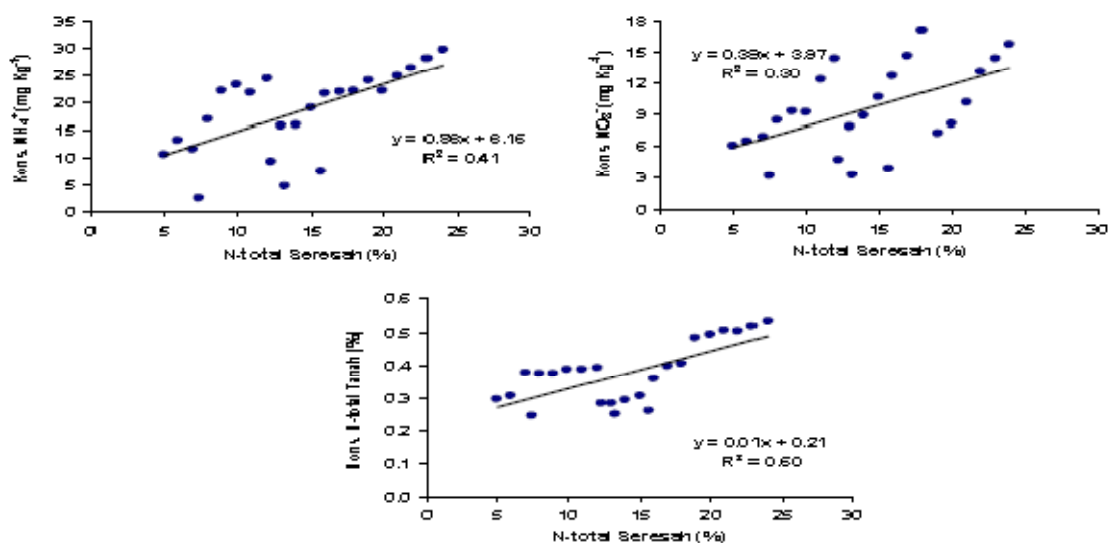
Gambar 2. Konsentrasi Net N-mineral ($NH_4 + NO_3$) pada berbagai perlakuan dan berbagai waktu pengamatan. (A) Konsentrasi Net $N-NH_4^+$ (BNT: 1.64), (B) Konsentrasi Net $N-NO_3^-$ (BNT: 0.35), (C) Konsentrasi Net N-mineral (BNT: 0.62).

Keterangan : ● H: Hutan ● KC: Kopi Campuran ● KN : Kopi Naungan Legum (*Gliricidia sepium*) ● KM : Kopi Monokultur ● C : Kontrol

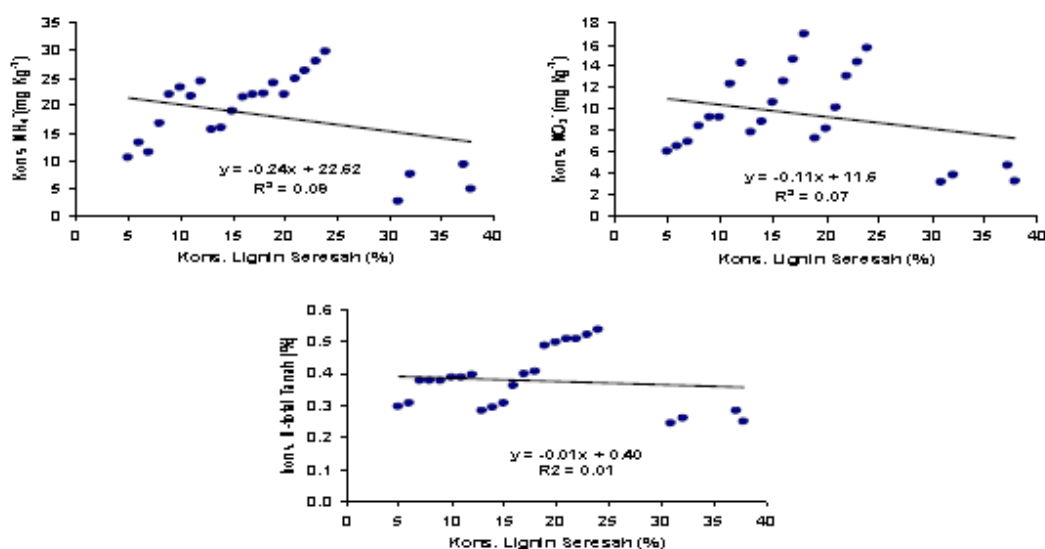
Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas seresah mempengaruhi kecepatan dekomposisi, mineralisasi seresah dan ketersediaan substrat NH_4^+ di dalam tanah. Ketersediaan substrat NH_4^+ tinggi dan pada waktu yang bersamaan menyebabkan nitrifikasi didalam tanah meningkat setelah penambahan seresah. Kandungan N-total dan lignin dalam seresah berkorelasi sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap konsentrasi NH_4^+ , NO_3^- dan N-total didalam tanah (Gambar 3.1 dan gambar 3.2). Penambahan bahan organik yang mempunyai 5 kandungan N-total tinggi seperti pangkasan *Gliricidia sepium*, elepaskan N lebih cepat dan mempunyai kecepatan mineralisasi N lebih tinggi dari pangkasan *Leucaena*, *Calliandra*, *Pbheltophorum*, seresah alpukad dan seresah kopi. Kandungan lignin yang tinggi didalam seresah menghambat dekomposisi seresah dengan cara

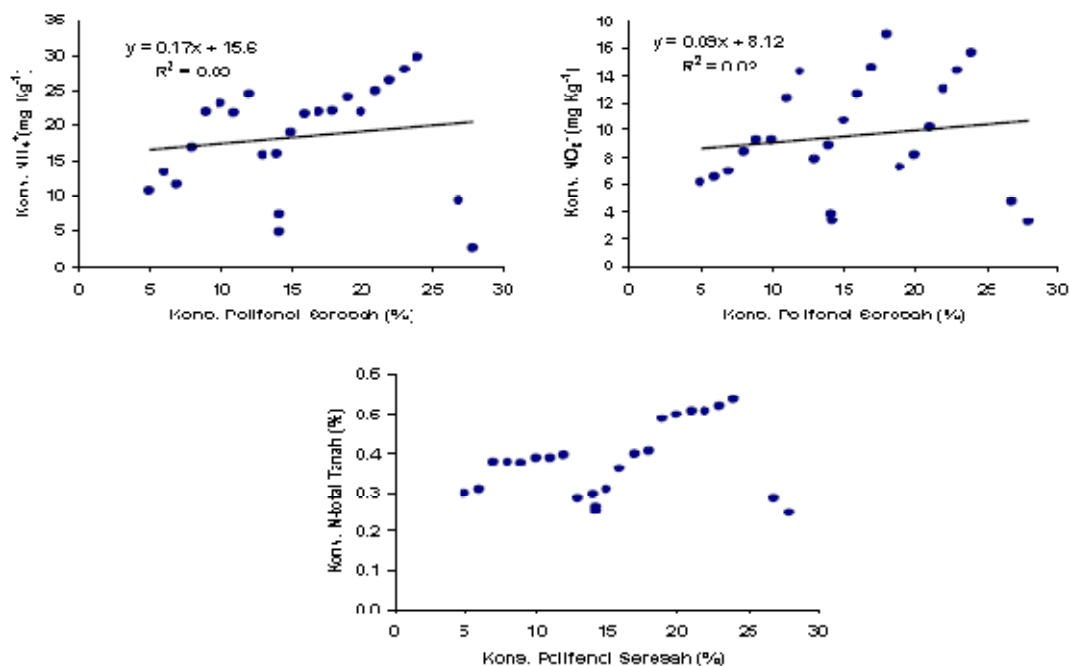
menghambat aktivitas mikroorganisme tanah. Hal ini disebabkan lignin cenderung sulit dilapuk sehingga terjadi pengikatan N dalam tubuh mikroorganisme tanah (Handayanto, 1995; Nirmalawaty *et al.*, 1996; Shepherd *et al.*, 1996; Fenn *et al.*, 2005; Purwanto, 2007). Konsentrasi polifenol berkorelasi nyata ($p < 0.05$) dengan konsentrasi NH_4^+ dan NO_3^- (Gambar 3.3). Hal ini disebabkan polifenol didalam seresah akan mengikat protein menjadi bentuk senyawa kompleks yang dapat terurai dalam waktu lama. Apabila ion NH_4^+ lambat terbentuk maka pembentukan ion NO_3^- juga lambat. Kondisi seresah seperti ini dijumpai pada seresah asal hutan. Polifenol berperan dalam seresah mempengaruhi jumlah dan kecepatan N yang dimineralisasi dari seresah dan polifenol berkorelasi sangat nyata dengan konstanta kecepatan mineralisasi N (Handayanto, 1995).



Gambar 3.1. Pengaruh Konsentrasi N-total Seresah Terhadap Konsentrasi N di dalam Tanah Setelah Penambahan Seresah. (A) Konsentrasi NH_4^+ , (B) Konsentrasi NO_3^- , (C) Konsentrasi N-total Tanah



Gambar 3.2. Pengaruh Konsentrasi Lignin Seresah Terhadap Konsentrasi N didalam Tanah Setelah Penambahan Seresah. (A) Konsentrasi NH_4^+ , (B) Konsentrasi NO_3^- , (C) Konsentrasi N-Total Tanah.



Gambar 3.3. Pengaruh Konsentrasi Polifenol Seresah Terhadap Konsentrasi N didalam Tanah Setelah Penambahan Seresah. (A) Konsentrasi NH_4^+ , (B) Konsentrasi NO_3^- , (C) Konsentrasi N-Total Tanah.

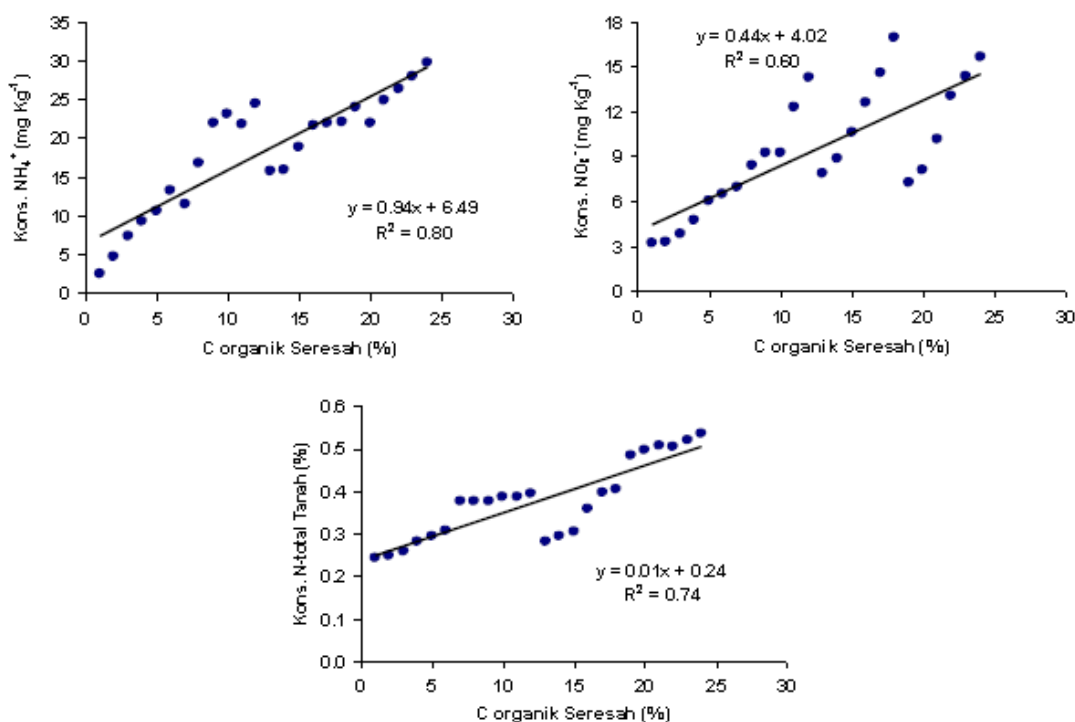
C organik dalam seresah menentukan ketersediaan karbon di dalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah untuk mengurai seresah. Penambahan bahan

organik yang mempunyai kandungan lignin dan polifenol serta C organik tinggi, laju dekomposisi terhambat meskipun kandungan N-total bahan organik tinggi atau nisbah C/N

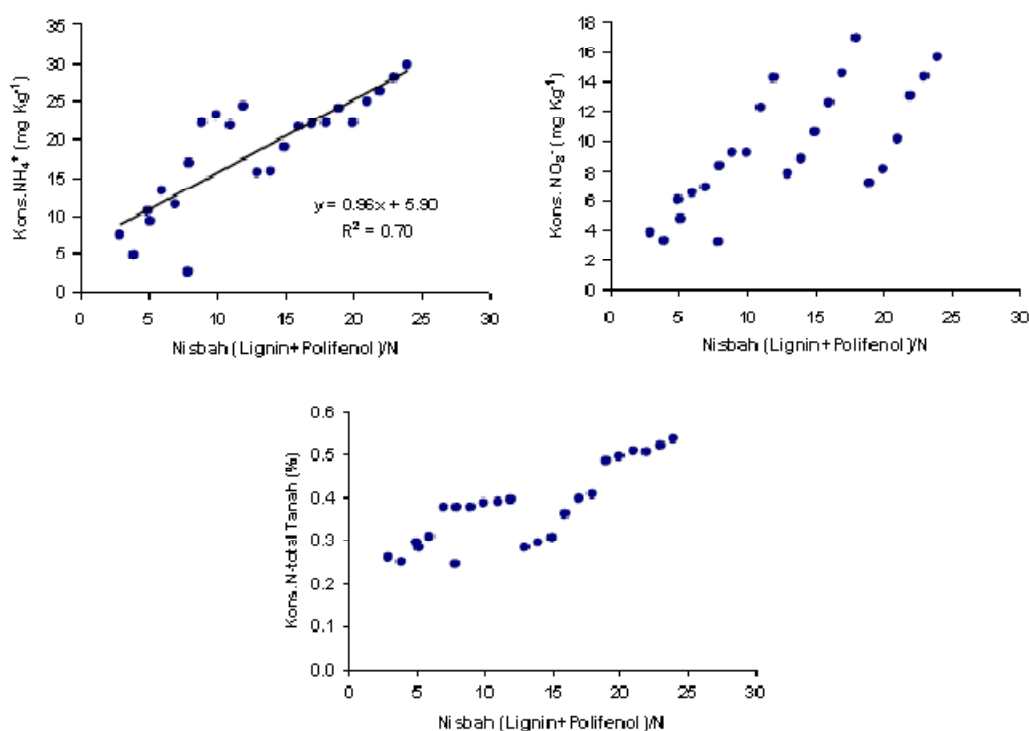
rendah (Camire *et al.*, 1991 dalam Manurung, 2002) (Gambar 3.4.). Nisbah (Lignin + Polifenol)/N berkorelasi nyata ($p < 0.05$) dengan konsentrasi NH_4^+ setelah penambahan seresah. Hal ini menunjukkan pembentukan ion NH_4^+ ditentukan oleh kandungan lignin dan polifenol dalam seresah. Pada seresah kopi naungan legum yang mempunyai nisbah (Lignin + Polifenol)/N paling rendah menghasilkan konsentrasi NH_4^+ paling tinggi. Nisbah (Lignin + Polifenol)/N menentukan kecepatan mineralisasi N pangsakan dan berkorelasi nyata ($p < 0.05$) terhadap konsentrasi N di dalam tanah (Handayanto, 1995) (Gambar 3.5.).

Pada penambahan seresah kopi monokultur menghasilkan konsentrasi NO_3^- lebih tinggi dari penambahan seresah hutan dan kopi campuran. Hal ini disebabkan faktor homogen dalam seresah asal kopi monokultur. Sehingga seresah kopi monokultur cepat

terdekomposisi dan termineralisasi dan membentuk NH_4^+ yang menjadi substrat utama dalam proses nitrifikasi lebih cepat dari seresah asal hutan alami dan kopi campuran. Penambahan seresah asal hutan alami menghasilkan nisbah $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ lebih tinggi 6% dari seresah asal kebun kopi naungan legum serta 52% lebih tinggi dari seresah asal kebun kopi campuran. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan seresah asal hutan lebih lambat terdekomposisi dan termineralisasi dibandingkan seresah kopi campuran, kopi naungan legum dan kopi monokultur. Penambahan seresah hutan dapat menekan laju pencucian NO_3^- . Sebaliknya, penambahan seresah kopi monokultur menghasilkan nisbah $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ rendah, 96 % lebih rendah dari penambahan seresah asal hutan alami. Hal ini mengindikasikan seresah asal kopi monokultur menyebabkan nitrifikasi hampir 100 kali lebih tinggi dari penambahan seresah hutan.



Gambar 3.4. Pengaruh C organik Seresah Terhadap Konsentrasi N di dalam Tanah Setelah Penambahan Seresah. (A) Konsentrasi NH_4^+ , (B) Konsentrasi NO_3^- , (C) Konsentrasi N-total Tanah.



Gambar 3.5. Pengaruh Nisbah (Lignin + Polifenol)/N Terhadap Konsentrasi N di dalam Tanah Setelah Penambahan Seresah. (A) Konsentrasi NH_4^+ , (B) Konsentrasi NO_3^- , (C) Konsentrasi N-total Tanah.

Penambahan seresah asal hutan alami menghasilkan nisbah $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ lebih tinggi 6% dari seresah asal kebun kopi naungan legum serta 52% lebih tinggi dari seresah asal kebun kopi campuran. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan seresah asal hutan lebih lambat terdekomposisi dan termineralisasi dibandingkan seresah kopi campuran, kopi naungan legum dan kopi monokultur. Penambahan seresah hutan dapat menekan laju pencucian NO_3^- . Sebaliknya, penambahan seresah kopi monokultur menghasilkan nisbah $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ rendah, 96 % lebih rendah dari penambahan seresah asal hutan alami. Hal ini mengindikasikan seresah asal kopi monokultur menyebabkan nitrifikasi hampir 100 kali lebih tinggi dari penambahan seresah hutan.

Kesimpulan

Penambahan seresah yang tidak beragam, seperti seresah asal kebun kopi monokultur, menyebabkan nitrifikasi tanah hampir 100 kali lebih tinggi dari penambahan seresah hutan

alami, kopi naungan legum dan kopi campuran. Penambahan seresah yang beragam, seperti seresah asal hutan alami, kopi campuran dan kopi naungan legum (*Gliricidia sepium*), menghasilkan konsentrasi NH_4^+ lebih lambat dari seresah kopi monokultur. Sedangkan seresah kopi monokultur yang lebih cepat menghasilkan NH_4^+ dan menghasilkan NO_3^- lebih cepat dari penambahan seresah asal hutan alami, kopi campuran dan kopi naungan legum

Daftar Pustaka

- Brady. N. C. 1985. The Nature and Properties of Soils. 8th Edition. Mac Milan. New York.
- Fenn. M. E., M. A. Poth., J. D. Terry., Blubaugh., J. Timothy. 2005. Nitrogen Mineralization and Nitrification in a Mixed-conifer Forest in Southern California: Controlling Factors, Fluxes and nitrogen Fertilization Response at a High and Low Nitrogen Deposition Site. Canadian Journal of Forest Research 35: p: 1464-1486.
- Foth. H. D. 1994. Fundamentals of Soil Science. John Wiley and Son Inc. New York.
- Hairiah. K., Widiyanto., S. R. Utami., D. Suprayogo.,

- Sunaryo., S. M. Sitompul., B. Lusiana., R. Mulia., M. Van Noordwijk., G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi: Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara. Bogor. Indonesia. p: 72-73.
- Hairiah. K., Widiyanto., D. Suprayogo., R. H. Widodo., P. Purnomosidhi., S. Rahayu., M. Van Noordwijk. 2004. Ketebalan Seresah Sebagai Indikator di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat. World Agroforestry Centre. Bogor. Indonesia. p: 28-34.
- Haller. L., P. McCathy., T. O'Brien., J. Riehle., T. Stuhldreher. 1993. Nitrate Pollution of Groundwater. Harvest ore Product Today Communications Group. Freeport. IL. 32 (2) (<http://alphasystems.com/nitratinfo.html>).
- Handayanto. E. 1994. Nitrogen Mineralization from Legume Tree Pruning of Different Quality. PhD Thesis. University of London.
- Handayanto. E. 1995. Peranan Polifenol Dalam Mineralisasi N Pangkasan Pohon *Leguminosae* dan Serapan N oleh Tanaman Jagung. AGRIVITA 18 (1). p: 7-13.
- Inagaki. Y., S. Miura., A. Kohzu. 2004. Effects of Forest Type and Stand Age on Litter fall Quality and Soil N Dynamics in Shikoku District, Southern Japan. Forest Ecology and Management Article. Elsevier (<http://amazon.com/effect-litterfall-dynamics-district-southern/dp/BOOORR2TN2>).
- Insam. H., N. Riddech., S. Klammer. (Eds). 2002. Microbiology of Composting. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg. p: 143-154.
- Manurung. R. 2002. Mineralisasi N dan P dari Campuran Pangkasan *Thitonia diversivolia* dan *Lantana camara* L pada Tanah Berkapur DAS Brantas Hulu, Malang Selatan. Skripsi S-1. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mardiastuning. A. 2003. Hubungan Ketebalan Seresah dan Pori Makro Tanah Dengan Tingkat Infiltrasi Tanah pada Berbagai Kelerengan pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi. Skripsi S-1. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mas'ud. P. 1993. Telaah Kesuburan Tanah. P.T. Grassindo. Jakarta. p: 40-47.
- Nirmalawaty. A., S. Setijono., K. Hairiah., A. E. Mosier. 1996. Pengaruh Pembenaman Biomassa Sisa Jagung dan Padi terhadap Serapan dan Fiksasi nitrogen Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae*. L.) AGRIVITA 19 (3). p: 96- 106.
- Nurhada. M. 2006. Studi Kepadatan dan kualitas Bahan Organik Perakaran Pohon dan Hubungannya dengan Kekuatan Geser Tanah (*Shear Strength*) di Tebing Sungai Bango Malang. Skripsi S-1. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Palm. C. A. dan P.A. Sanchez. 1991. Nitrogen Release from Some Tropical Legumes as Affected by Lignin and Polyphenol Contents. Soil Biology and Biochemistry 23. p: 83-88.
- Pandey. R. R., G. Sharma., S. K. Tripathib., A.K. Sigh. 2007. Litterfall, Litter Decomposition and Nutrient Dynamics in a Subtropical Natural Oak Forest and Managed Plantation in Northeastern India. Forest Ecology and Management. Volume 240. Issues 1-3. Banaras Hindu University. India. p: 96-104.
- Pidwirny. M. 2006. Introduction to the Biosphere: The Nitrogen Cycle. University of British Columbia Okanagan. (<http://physicalgeography.net/fundamentals/9s.html>).
- Purwanto. 2007. Dinamika Nitrifikasi pada Berbagai Variasi Bahan Organik Tanah. Disertasi Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rao. N. S. Subba. 1993. Microorganism Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta. p: 242-243.
- Sardjono. M. A., T. Djogo., H. S. Arifin., N. Wijayanto. 2003. Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri. Bahan Ajaran 2. Bogor Indonesia. p: 6- 7.
- Shepherd. M. A., E. A. Stockdale., D. S. Powlson., S. C. Jarvis. 1996. The Influence of Organic Nitrogen Mineralization on the Management of Agriculture System in the United Kingdom. Soil Use and Management 12 (2) CAB International UK. p: 76-85.
- Soemarno. 1993. N-tanah, Bahan Organik dan Pengelolaannya. Universitas Brawijaya. Malang. p: 8-11.
- Soepardi. G. 1987. Sifat dan Ciri Ilmu Tanah. Departemen Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor. Bogor. p: 125-127; 381-389.
- Sulistiyani. H. 2004. Kecepatan Dekomposisi Seresah pada Sistem Hutan dan Sistem Agroforestri Berbasis Kopi pada Lahan Berlereng di Sumberjaya, Lampung Barat. Skripsi S-1. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Tan. K. H. 1998. Principle of Soil Chemistry. Indonesian Edition. Cetakan ke-5. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Indonesia. p: 50-155.
- Tisdale. T. L dan W. L. Nelson. 1985. Soil fertility and Fertilizer. Third Edition. The Mac Milan Publishing Co. Inc. New York. p: 88-89.
- US patent. 1996. Nitrification and Denitrification Wastewater Treatment Process. (<http://patentstorm.us/patents/5536407-description.html>)