

EFEKTIVITAS BERBAGAI KUALITAS SERESAH DARI *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, DAN *Kaempferia galanga* TERHADAP PENGHAMBATAN POTENSIAL NITRIFIKASI DAN POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI DI ALFISOLS, JUMANTONO

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
Di Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret**

Jurusan/Program Studi Ilmu Tanah



Oleh :

ERLITA CENDRASARI

H0204007

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2008

EFEKTIVITAS BERBAGAI KUALITAS SERESAH DARI *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, DAN *Kaempferia galanga* TERHADAP PENGHAMBATAN POTENSIAL NITRIFIKASI DAN POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI DI ALFISOLS, JUMANTONO

yang dipersiapkan dan di susun oleh
ERLITA CENDRASARI
H0204007

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal :
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota 1

Anggota 2

Dr. Ir. Supriyadi, MP.

Ir. Jauhari Syamsiyah, MS.

Dr. Ir. Purwanto, MS.

NIP 131 792 209

NIP 131 285 865

NIP. 131 127 138

Surakarta,.....

Mengetahui
Universitas Sebelas Maret
Fakultas Pertanian
Dekan

Prof. Dr. Ir. Suntoro, MS.

NIP 131 124 609

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana di Fakultas Pertanian UNS. Dengan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Suntoro Wongsoatmojo, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Sumarno, MS., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Ir. Supriyadi, MP., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, serta dukungan selama penelitian dan penulisan skripsi.
4. Ir. Jauhari Syamsiyah, MS., selaku Pembimbing Pendamping I sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bantuan dalam membimbing penulisan skripsi..
5. Dr. Ir. Purwanto, MS., selaku Pembimbing Pendamping II, yang begitu telaten dalam membantu penulis dalam penulisan skripsi.
6. Keluargaku tercinta : Ayahanda Suwarto, Ibu Atik, Danny, Ketut, dan Fafa, terimakasih tak terhingga atas limpahan doa, pengorbanan serta kasih sayang kepada penulis.
7. Almh. Ibunda, Lis, terima kasih atas segala bimbingan, kasih sayang, dan doa bunda yang tidak akan pernah bisa dinilai dengan apapun, hanya syukur dan doa aku panjatkan semoga Ananda bisa menjadi anak yang berguna bagi keluarga. Semoga Allah memberikan ketenangan dalam peristirahatanmu ibu.
8. Rekan tim : Mukhaila Iryani, Ratih Septiyani, dan Widaningsih terimakasih telah menjadi rekan yang banyak membantu penulis dalam penelitian ini.
9. Terima kasih kepada Mas Sutarno atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
10. KMIT dan Keluarga Ilmu Tanah 2004 "Ketupat", Eri, Nova, Ky2, Putri, Tista, Mia, Ais, Anjar, Woro, Tutik, Qteen, Ida, Isa, Mafi, Nani, Nila, Novia, Dita,

Wahna, Pramuda, Wahyu, Yoga, Abror, Basuki, Bayu, Dinar, Endro, Ibnu, Mawang, Irawan, Bonis, Mustofa, Sidiq, Feri, Angger, Yogi, terima kasih atas persahabatan, bantuan, dan kerja samanya selama kuliah di UNS.

11. Keluarga Mayasari : Nurul, Ajeng, Icha, Dika, Devy, Mb. Ina, Iroh, Mami Pruztea. Terima kasih kalian telah menjadi keluargaku dan memberi semangat kepada penulis berada dalam menyelesaikan penulisan skripsinya.
12. Semua laborat jurusan Ilmu Tanah : Pak Dar, Bu Tum, Pak Yen, Bu Trisni, Pak Rebo, Bu Wati, dan Karyawan FP UNS.
13. Keluarga Besar Sub. Lab Biologi (MIPA Pusat): Pak Lantip dan Bu Nunung atas pinjaman alat-alatnya.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis mohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya. Amin.

Surakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1. Tujuan Penelitian	2
2. Manfaat Penelitian	2
II. LANDASAN TEORI	3
A. Tinjauan Pustaka	3
1. Nitrifikasi dan bakteri nitrifikasi	3
2. Penghambat nitrifikasi	5
3. Bahan organik dan kualitasnya	6
4. Penelitian pendahuluan	10
5. Alfisols	10
B. Kerangka Berpikir	12
C. Hipotesis	12
III. METODE PENELITIAN	13
A. Tempat dan Waktu Penelitian	13
B. Bahan dan Alat	13
C. Rancangan Percobaan	14

D. Variabel Penelitian	15
E. Tata Laksana Penelitian	15
F. Analisis Data	18
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	19
A. Analisis Awal Tanah Alfisol Jumantono	19
B. Sifat-Sifat <i>Tithonia diversifolia</i> , <i>Tephrosia candida</i> , dan <i>Kaempferia galanga</i>	20
C. Pengaruh Pemberian Seresah Terhadap Potensial Nitrifikasi	22
D. Pengaruh Pemberian Seresah Terhadap Mikrobia Tanah	28
1. Mikrobia Autotrof	28
2. Mikrobia Heterotrof (Fungi, Bakteri, dan <i>Actinomyces</i>)	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1	Kombinasi perlakuan pada berbagai lama inkubasi.....	14
2	Hasil analisis tanah awal sebelum perlakuan.....	19
3	Sifat kimia seresah tanaman.....	20
4	Hasil analisis keragaman pengaruh pemberian seresah tanaman terhadap potensial nitrifikasi.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1	Grafik pola potensial nitrifikasi	23
2	Histogram potensial nitrifikasi	24
3	Hubungan potensial nitrifikasi dengan pH tanah (A), kelembaban tanah (B), dan suhu tanah (C) pada berbagai lama inkubasi.....	26
4	Hubungan potensial nitrifikasi dengan populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ dan NO_2^- pada berbagai lama inkubasi.....	29
5	Histogram populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+	30
6	Histogram populasi bakteri pengoksidasi NO_2^-	31
7	Histogram populasi fungi.....	34
8	Histogram populasi bakteri heterotrof	34
9	Histogram populasi <i>Actinomyces</i>	34
10	Hubungan potensial nitrifikasi dengan populasi fungi, bakteri heterotrof, dan <i>Actinomyces</i> pada berbagai lama inkubasi	35

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Sifat kimia tanah pada berbagai perlakuan	42
2	Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+	42
3	Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri pengoksidasi NO_2^-	43
4	Pengaruh seresah terhadap populasi fungi	43
5	Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri heterotrof.....	43
6	Pengaruh seresah terhadap populasi <i>Actinomycetes</i>	44
7	Pengaruh seresah terhadap potensial nitrifikasi	44
8	Ringkasan uji F 5%	44
9	Ringkasan uji korelasi	44
10	Perhitungan potensial nitrifikasi	45
11	Analisis statistika	45
12	Dokumentasi penelitian.....	63

RINGKASAN

Erlita Cendrasari. H0204007. Penelitian dengan judul **"Efektivitas Berbagai Kualitas Seresah Dari *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* Terhadap Penghambatan Potensial Nitrifikasi dan Populasi Bakteri Nitrifikasi Di Alfisols, Jumantono"**.

Nitrifikasi merupakan proses yang tidak dikehendaki karena menyebabkan hilangnya N tanah, inefisiensi pemupukan nitrogen dan mendorong pencucian kation-kation basa (K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}). Pengendalian nitrifikasi secara tidak langsung dapat dilakukan melalui pengaturan masukan kualitas seresah. Kualitas seresah akan mempengaruhi nitrifikasi karena NH_4^+ dalam tanah akan segera terimmobilisasi oleh mikrobia heterotrof selama dekomposisi seresah, sehingga tidak menyisakan substrat untuk nitrifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk : a). mengetahui pengaruh berbagai kualitas dari *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* terhadap penghambatan potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi serta b). mengetahui pada lama inkubasi berapa pemberian seresah *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* paling dapat menghambat proses nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai September 2007 di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Laboratorium Biologi Tanah, dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini merupakan penelitian hubungan fungsional *nondestructif soil sampling* dan Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu macam seresah (kualitas rendah (*Tithonia diversifolia*), sedang (*Kaempferia galanga*), dan tinggi (*Tephrosia candida*)) dan lama inkubasi (0, 5, 10, 15, dan 20). Variabel yang diamati meliputi potensial nitrifikasi, aktivitas bakteri nitrifikasi dan mikrobia heterotrof (fungi, bakteri heterotrof, dan *Actinomycetes*), nisbah C/N tanah, suhu, dan kelembaban tanah. Data dianalisis dengan menggunakan anova 5%, DMRT, dan uji korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : a). pemberian seresah berkualitas rendah (*Tithonia diversifolia*) menurunkan potensial nitrifikasi 77.35%, seresah berkualitas sedang (*Kaempferia galanga*) sebesar 62.45%, dan seresah berkualitas tinggi (*Tephrosia candida*) sebesar 25.05%; b). populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ terendah pada lama inkubasi 20, *Tithonia diversifolia* sebesar $3,7 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah, *Kaempferia galanga* sebesar $7,4 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah, dan *Tephrosia candida* sebesar $12 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah, dan c). lama inkubasi yang paling efektif dalam menghambat potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi pada lama inkubasi 20.

Kata Kunci : Nitrifikasi, seresah, mikrobia nitrifikasi dan heterotrof

SUMMARY

Erlita Cendrasari. H0204007. ***“The Effectivity Of Various Litter Quality From Tithonia diversifolia, Tephrosia candida, and Kaempferia galanga Toward Inhibition Of Nitrification Potential and Population Of Nitrifyer Bacteria In Alfisols Jumantono”***.

Nitrification can decreased soil N, causing inefficient of N fertilizer and leaching cation-cation of bassa (K^+ , Ca^{2+} , and Mg^{2+}). Efforts to control nitrification indirectly can be achieved by ruling litter quality input. Litter quality will influences nitrification because NH_4^+ of the soil will be soon immobilized by heterotrof microbial during decomposition until there is no substance for nitrification process.

The objectives of research were to study the influence of various litter quality input (Tithonia diversifolia, Tephrosia candida, and Kaempferia galanga) toward inhibition of nitrification potential and population of nitrifyer bacteria and to know that time of incubation that most inhibiting nitrification potential and population of nitrifyer bacteria in Alfisols, Jumantono. This research is an experimental was carried out from June to September 2007 in Green House, Laboratory of Soil Chemistry and Fertility, and Soil Biology Agriculture Faculty Sebelas Maret University Surakarta. This study was a functional relationship study by using nondestructive soil sampling and Completed Random Design, consist of two factor, type of litter plants (low quality (Tithonia diversifolia), medium (Kaempferia galanga), and high quality (Tephrosia candida)) and time of incubation (0, 5, 10, 15, and 20). Variables observation are nitrification potential, activity of the nitrifyer microbe and heterotrophic microbe, soil pH, soil temperature, soil moisture, and soil carbon and nitrogen ratio. The data was analyzed with anova 5%, Duncan Multiple Range Test (DMRT), and Correlation test.

The result of this experiment shows that : a). Tithonia diversifolia (low litter quality) decreased nitrification potential 77.35%, Kaempferia galanga litter 62.456%, and Tephrosia candida (high litter quality) 25.05 %; b). the lowest of nitrifyer bacteria population at 20 days $3,7.10^4 g^{-1}$ soil for Tithonia diversifolia, $7,4.10^4 g^{-1}$ soil for Kaempferia galanga, and $12.10^4 g^{-1}$ soil for Tephrosia candida; c). the most effective of nitrification potential inhibition and nitrifyer bacteria population at 20 days incubation.

Key words : Nitrification potential, litter, nitrifyer and heterotrophic microbe

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pelindian Nitrogen (N) dalam bentuk NO_3^- merupakan permasalahan penting di lahan pertanian, khususnya di daerah tropika basah seperti Indonesia. Oleh karena itu, proses oksidasi NH_4^+ menjadi NO_3^- (nitrifikasi) di dalam tanah perlu dikendalikan, karena menyebabkan inefisiensi pemupukan nitrogen, mendorong pencucian kation-kation basa (K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}) dalam tanah, menurunkan kejenuhan basa, dan meningkatkan kemasaman tanah yang akhirnya memperburuk sifat kimiawi tanah (McColl, 1995).

Nitrifikasi merupakan proses oksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- dan NO_3^- yang dikerjakan oleh bakteri kemoautotrof, yaitu bakteri pengoksidasi NH_4^+ dan NO_2^- . Penambahan bahan organik dapat menekan konsentrasi nitrat dalam tanah. Namun bukan karena menghambat proses nitrifikasi, melainkan terjadi kompetisi penggunaan amonium dan nitrat oleh mikroba heterotrof pada saat mendekomposisi bahan organik (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Usaha yang pernah dilakukan untuk menghambat nitrifikasi dan pelindian N adalah dengan penggunaan pupuk N lepas lambat (*slow release*) atau pupuk N bersama *nitrification inhibitor* seperti thiourea; sulfathiazole; dyciandiamide; dan N-serve (*nitrapyrin*). Aplikasi senyawa sintetik tersebut memang berhasil mengurangi kehilangan N tanah, namun selain harganya yang relatif mahal ternyata berdampak negatif terhadap mikroba tanah yang bermanfaat seperti bakteri-bakteri penambat N_2 dan mikoriza (Rao, 1994).

Keberadaan senyawa penghambat nitrifikasi di pasaran yang sangat mahal, maka perlu dicari bahan alternatif penghambat nitrifikasi yang lebih murah dan ramah lingkungan. Pada ekosistem alami menunjukkan bahwa laju nitrifikasi pada hutan relatif rendah dan terkendali karena terbentuk *allelochemical nitrification inhibitor* seperti tannin, polifenol, lignin, asam phenolik, asam chlorogenat, asam galat, dan asam cafeic (Erickson *et al.*, 2000). Hasil penelitian tersebut memberikan wacana bahwa sangat penting diadakannya sebuah penelitian yang lebih lanjut dalam upaya aplikasi seresah,

seperti *Tithonia diversifolia* (Paitan), *Tephrosia candida* (Krepo), dan *Kaempferia galanga* (Lengkuas) sehingga diperoleh teknologi penghambatan nitrifikasi secara hayati dan ramah lingkungan. Alasan pemilihan ketiga seresah tersebut karena mengandung senyawa penghambat nitrifikasi, memiliki nilai ekonomis tinggi, serta berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman tumpang sari dan mulsa bahan organik. Dengan adanya pemberian seresah tersebut diharapkan dapat diketahui pengaruh pemberian seresah sehingga mampu menekan nitrifikasi secara hayati, ramah lingkungan, dan berkelanjutan pada tanah Alfisol Jumantono.

B. Perumusan Masalah

- a. Apakah pemberian berbagai kualitas seresah dari *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* mampu menghambat potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi di Alfisols Jumantono?
- b. Pada lama inkubasi berapa hari pemberian seresah *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* paling efektif menghambat potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi di Alfisols Jumantono?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

- a) Mengetahui pengaruh pemberian berbagai kualitas seresah dari *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* terhadap potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi.
- b) Mengetahui lama inkubasi berapa hari pemberian seresah *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* paling efektif menghambat potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi.

2. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi tentang efektivitas penghambatan potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi pada berbagai kualitas seresah dan memberikan rekomendasi awal untuk penelitian selanjutnya dalam rangka meningkatkan efisiensi pemupukan N serta pengelolaan pertanian ramah lingkungan.

II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

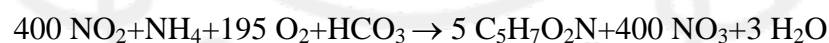
1. Nitrifikasi dan bakteri nitrifikasi

Nitrifikasi merupakan proses oksidasi NH_4^+ oleh bakteri khemoautotrof yang berturut-turut menghasilkan NO_2^- dan NO_3^- . Nitrifikasi dilakukan oleh genera bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* yang mengoksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- serta *Nitrobacter* yang mengoksidasi NO_2^- menjadi NO_3^- . NO_3^- dalam tanah dihasilkan melalui 2 lintasan : 1). Oksidasi NH_4^+ (NH_3) menjadi NO_3^- melalui NH_2OH (hidroksilamin) dan NO_2^- (nitrit). Lintasan ini paling dominan berlangsung pada tanah-tanah pertanian; 2). Oksidasi N-amino organik menjadi NO_3^- melalui senyawa nitroso organik (Myrold, 1999; Barraclough dan Purl, 1995 *cit.* Purwanto, 2007).

Nitrifikasi merupakan proses perubahan nitrogen amonia secara biologis menjadi nitrogen-nitrat. Proses nitrifikasi berlangsung dalam 2 tahap. Tahap I disebut nitritasi :



Nitrit yang terbentuk akan segera diubah menjadi nitrat (nitratasi) yang berlangsung sebagai berikut:



(Rao, 1994).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nitrifikasi antara lain populasi bakteri nitrifikasi, ketersediaan substrat amonium, pH dan konsentrasi kation-kation basa, aerasi dan drainase, kelembaban, garam-garam pupuk serta keberadaan senyawa penghambat nitrifikasi dalam tanah. Kondisi lingkungan yang paling umum menghambat nitrifikasi adalah anaerobis, kemasaman tanah, dan salinitas tanah yang tinggi. (Bardgett, 2005 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Nitrifikasi akan berlangsung cepat apabila cukup tersedia basa-basa seperti K, Ca, dan Mg serta hara Fe, Co, dan Mn dalam tanah. Reaksi

tanah akan mempengaruhi waktu generasi bakteri nitrifikasi, sehingga secara langsung juga akan mempengaruhi populasi dan aktivitasnya dalam tanah. Nitrifikasi akan mengakibatkan pengasaman tanah yang akhirnya dapat menimbulkan hambatan balik terhadap nitrifikasi. Pengapuran akan menetralkan asam yang dihasilkan selama proses nitrifikasi sehingga akan mendorong kembali berlangsungnya proses nitrifikasi. Populasi tertinggi bakteri nitrifikasi dijumpai pada pH netral sampai alkalin (6,6-8,0). Di bawah pH 5,0 nitrifikasi menurun, namun seringkali masih dijumpai bakteri nitrifikasi dan NO_3^- pada pH di bawah 4,5 (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Nitrifikasi menghasilkan produk NO_3^- yang jika terlindi ke dalam air tanah dan perairan dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan masalah kesehatan melalui : a) Perkembangan pesat (*blooming*) algae dan gulma perairan (*eutrofikasi*), yang mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut dan menurunnya keragaman biota perairan; b) Gejala penyakit methemoglobinemia (*blue-baby syndrome*) pada bayi dan ternak apabila meminum air yang tercemar NO_3^- ; c) Terbentuknya *nitrosamin* yang karsinogenik; d) Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (N_2O dan NO), yang akan meningkatkan pemanasan global dan kerusakan lapisan ozon di stratosfer; e) Peningkatan pelindian kation-kation basa (K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+}) dalam tanah sehingga meningkatkan kemasaman tanah (Brady and Weil, 2002).

Tanaman lebih efisien menyerap N dalam bentuk NH_4^+ daripada NO_3^- karena untuk menjadi senyawa yang sama, proses asimilasi N (NH_4^+ dan NO_3^-) memerlukan energi yang berbeda. Tanaman lebih efisien apabila menyerap N dalam bentuk NH_4^+ karena membutuhkan energi yang lebih rendah untuk direduksi menjadi NH_3^- (substrat GS-GOGAT dalam sintesis asam amino). Efisiensi tersebut kemudian akan lebih nyata pada jaringan meristem yang sering mengalami kekurangan energi fotosintat untuk pembelahan sel (Raun and Johnson, 1999 *cit.* Purwanto, 2007). Dalam proses asimilasi setiap molekul NO_3^- membutuhkan energi besar

yaitu 20 ATP mol⁻¹ untuk direduksi menjadi NH₄⁺ dalam sel-sel mesofil daun, sebaliknya asimilasi NH₄⁺ hanya membutuhkan 5 ATP mol⁻¹ (Taiz dan Zeiger, 1998).

Bakteri nitrifikasi meliputi dua kelompok fisiologi yaitu *Nitrosomonas* yang mengoksidasi NH₄⁺ menjadi NO₂⁻ dan *Nitrobacter* yang mengoksidasi NO₂⁻ menjadi NO₃⁻. Sampai saat ini belum ditemukan kelompok bakteri yang dapat mengoksidasi amonia secara langsung menjadi NO₃⁻. Berdasarkan morfologi selnya bakteri pengoksidasi NH₄⁺ diklasifikasikan menjadi lima genera yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosovibrio*, dan *Nitrosolobus*. Sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi dapat berupa karbondioksida, karbonat, bikarbonat atau karbon organik. Penambahan bahan organik dapat menekan konsentrasi nitrat dalam tanah melalui kompetisi penggunaan amonium dan nitrat oleh mikroba heterotrof saat mendekomposisi bahan organik (Bothe *et al.*, 2000; Myrold, 1999 *cit.* Purwanto, 2007).

2. Penghambat nitrifikasi

Upaya petani di negara maju untuk meningkatkan efisiensi N salah satunya dengan senyawa penghambat nitrifikasi, antara lain dengan penggunaan pupuk N lepas lambat (*slow release*) atau pupuk N bersama *nitrification inhibitor* seperti thiourea; sulfathiazole; dan N-serve (nitrapirin). Walaupun senyawa sintetik tersebut efektif mengurangi kehilangan N tanah, namun selain harganya yang relatif mahal ternyata juga berdampak negatif terhadap mikroba nontarget seperti bakteri penambat N₂ dan mikoriza. (Rao, 1994).

Syarat ideal yang harus dipenuhi oleh senyawa penghambat nitrifikasi komersial adalah tidak meracun terhadap tanaman dan jasad hidup lain, menghambat pengubahan NH₄⁺ menjadi NO₃⁻ melalui penghambatan pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi NH₄⁺, tidak mengganggu proses pengubahan NO₂⁻ oleh bakteri pengoksidasi NO₂⁻, mempunyai sifat penghambatan yang stabil dan berjangka waktu relatif lama, dan relatif murah (Metting, 1992).

3. Bahan organik dan kualitasnya

Bahan organik adalah sisa tanaman, hewan, dan manusia yang terlapuk baik yang berada di atas permukaan maupun di dalam tanah yang dimanfaatkan sebagai sumber energi dan karbon bagi mikroorganisme dalam tanah. Bahan organik memainkan peran utama dalam pembentukan agregat dan struktur tanah yang baik, sehingga secara tidak langsung akan memperbaiki kondisi fisik tanah, dan pada gilirannya akan mempermudah penetrasi air, penyerapan air, perkembangan akar, serta meningkatkan ketahanan terhadap erosi. Bahan organik juga dapat membentuk kompleks dengan unsur-unsur hara mikro sehingga dapat mencegah kehilangan lewat pelindian, serta kurangi timbulnya keracunan unsur hara mikro (www.elisa.ugm.ac.id, 2007).

Bahan organik sumber nitrogen (protein) pertama-tama akan mengalami peruraian menjadi asam-asam amino (aminisasi), selanjutnya oleh sejumlah besar mikrobia heterotrofik mengurai menjadi amonium (amonifikasi). Amonifikasi ini dapat berlangsung hampir pada setiap keadaan, sehingga amonium dapat merupakan bentuk nitrogen anorganik (mineral) yang utama dalam tanah. Nasib dari amonium ini antara lain dapat secara langsung diserap dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya, atau oleh mikroorganisme untuk segera dioksidasi menjadi nitrat yang disebut dengan proses nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses bertahap yaitu nitritasi dan nitratasi. Nitrat merupakan hasil proses mineralisasi yang banyak disukai atau diserap oleh sebagian besar tanaman budidaya. Namun nitrat ini mudah tercuci melalui air drainase dan menguap ke atmosfer dalam bentuk gas (www.elisa.ugm.ac.id, 2007).

Suatu jenis tumbuhan dapat mensekresikan berbagai senyawa organik ke dalam lingkungan tanah. Macam senyawa yang disekresikan perakaran tumbuhan bersifat spesifik, tergantung macam spesies tumbuhan, kondisi pertumbuhan, media perakaran dan umur tumbuhan. Sekresi tersebut dapat berpengaruh sinergis ataupun antagonis terhadap

kehidupan biota tanah. Istilah alelopati diartikan sebagai efek penghambatan suatu jenis tumbuhan terhadap tumbuhan lain termasuk mikrobial baik secara langsung maupun tidak langsung lewat pengeluaran senyawa penghambat ke dalam lingkungan. Senyawa yang dikategorikan alelopati meliputi senyawa-senyawa *fenolik*, *kumarin*, *kuinon*, *minyak esensial*, *alkaloid*, *tannin*, *steroid* dan *flavonoid* (Rao, 1994).

Kecepatan dekomposisi bahan organik ditentukan oleh kualitasnya yaitu kandungan karbonat terlarut, asam-asam amino, polifenol aktif, lignin, serta nisbah C/N-nya. Seresah tergolong berkualitas tinggi apabila mempunyai nisbah C/N <25, kandungan lignin <15% dan polifenol <3% sehingga cepat termineralisasi. Sebaliknya, bahan organik kualitas rendah berarti kandungan (C/N, polifenol, dan ligninnya tinggi) di mana menunjukkan proses dekomposisi belum lanjut (baru mulai). Bahan organik merupakan penyuplai unsur hara dalam tanah. NO_3^- sebagai hasil dari pelapukan bisa berubah karena kondisi. Bila (C/N, polifenol, dan ligninnya tinggi) maka mikrobial berkembang dan mengimobilisasi sebagian besar unsur-unsur lain seperti N sehingga menurunkan jumlah NO_3^- dan NH_4^+ dalam tanah sehingga potensial nitrifikasi rendah. Pada waktu organisme tidak membutuhkan C/N, polifenol, dan lignin (karena jumlahnya hanya sedikit) maka nitrifikasi berjalan kembali dan NO_3^- menanjak melebihi jumlah semula (Hakim *et al.*, 1996). Proses dekomposisi juga dipengaruhi oleh pengelolaan seresah, suhu, kelembaban, aerasi, pH serta kandungan N tanah dan atau seresah. Handayanto *et al.* (1995) juga menegaskan bahwa nisbah (lignin+polifenol)/N merupakan faktor yang lebih erat korelasinya dengan mineralisasi N daripada kandungan polifenol atau nisbah polifenol/N pada seresah.

Polifenol adalah kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan yang berperan dalam memberi warna pada suatu tumbuhan seperti warna daun saat musim gugur. Zat ini memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya), polifenol adalah senyawa fenol larut air yang mampu

berikatan dengan protein tanaman dan enzim biota pengurai (*decomposers*) sehingga menghambat laju dekomposisi dan mineralisasi seresah (www.wikipedia.org, 2007). Kandungan polifenol berpengaruh pada kecepatan dekomposisi bahan organik, makin tinggi kandungan polifenol semakin lambat proses dekomposisinya. Sifat khas dari polifenol yaitu kemampuannya membentuk kompleks dengan protein, sehingga protein sulit dirombak, selain itu protein mengikat enzim perombak, sehingga aktivitas enzim menjadi lemah (Mafongoya *et al.*, 1997 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Lignin merupakan komponen dinding sel yang terbentuk dari gugus [aromatik](#) yang saling dihubungkan dengan rantai [alifatik](#). Lignin merupakan polimer yang mengandung protein sulit dicerna. Lignin bukan karbohidrat, tetapi sangat berhubungan erat dengan senyawa-senyawa karbohidrat. Kulit kayu, biji, bagian serabut kasar, batang, dan daun mengandung lignin yang berupa substansi kompleks oleh adanya lignin dan polisakarida yang lain. Kadar lignin akan bertambah dengan bertambahnya umur tanaman (www.wikipedia.org, 2007).

Kerangka dasar penyusun lignin adalah satuan penyulpropen yang terdiri sebuah cincin benzena aromatik 6-C (fenol) dan sebuah rantai sisi linier 3-C. Karena ikatan antarstrukturnya sangat kuat dan bervariasi maka hanya beberapa genera mikroba yang mampu menguraikan lignin yaitu antara lain jamur akar putih (*Basidiomycota*) familia *Agaricaceae*, *Hynaceae*, *Corticaceae*, *Poliporaceae*, dan *Thelophoraceae*, serta beberapa spesies Ascomycote familia *Xylariaceae*. Kelompok fungi tersebut mampu merombak komponen struktural kayu dan bahan polifenol termasuk lignin, melalui produksi enzim fenoloksidase ekstraseluler (Brady and Weil, 2002).

Tithonia diversifolia mempunyai nama lokal paitan yang tumbuh tersebar di daerah iklim humid dan subhumid, pada ketinggian 0-1000 m dpl. *Tithonia diversifolia* merupakan tanaman perdu atau semak dengan tinggi 1-3 m yang tumbuh di tepi sungai, jurang, jalan, di sekitar kebun

petani atau pada tanah yang terbuka. Tanaman ini mempunyai kelopak bunga yang berwarna kuning, perbanyak dengan biji atau stek. *Tithonia diversifolia* berbunga pada awal musim penghujan sampai akhir musim penghujan. Sebelum tanaman berbunga, daun *Tithonia diversifolia* rata-rata mengandung beberapa unsur hara, antara lain kandungan N (3.17 %); P (0.3 %); K (3.22 %); Ca (2.0 %); Mg (0.3 %), lignin (9.8 %), dan polifenol (3.3 %), dan komposisi asam-organik biomasa *Tithonia diversifolia* bervariasi antara lain : asam sitrat, oksalat, suksinat, malat, dan asetat (Kendall dan Houlten, 1997 *cit.* Supriyadi, 2002).

Tephrosia candida merupakan tanaman perdu yang tumbuh tegak, tinggi 1.5-2.5 m, berasal dari daratan Asia, di Indonesia kadang-kadang didapat tumbuh liar, sebagai pupuk hijau dibudidayakan mulai dataran rendah sampai \pm 1650 m dpl. Tumbuhan ini tahan terhadap serangan hama dan penyakit kecuali serangan kumbang kecil yang menyerang polong-polong yang masih muda. Tumbuhan ini sangat dianjurkan untuk kebun-kebun kopi, kelapa dan karet, serta baik juga untuk daerah yang baru saja dibuka. *Tephrosia candida* di kebun teh merupakan salah satu pupuk hijau yang dinilai sangat tinggi, pupuk hijau ini tidak hanya tahan terhadap kekeringan tetapi tahan hujan dan tahan terhadap naungan yang agak berat. Produksi daun agak banyak dan daun tidak begitu cepat lapuk. Tanaman yang berumur 6.5 bulan di Bogor menghasilkan bahan segar 390 pikul/I bau, bahan ini nilainya sama dengan 8.70 pikul amonium sulfat.. *Tephrosia candida* merupakan jenis pupuk hijau yang paling baik di antara jenis-jenis *Tephrosia* lainnya yang dapat tumbuh dan berkembang baik pada tanah tandus di mana tanaman pupuk hijau lainnya sulit sekali pertumbuhannya atau kalau tumbuh, akan terhambat (Mulyani, 2002).

Kaempferia galanga merupakan tanaman yang hidup di dataran rendah dan dataran tinggi di ketinggian \pm 1200 m dpl. *Kaempferia galanga* mengandung minyak terbang, minyak atsiri, eugenol, seskuioterpen, pinen, metil sinamat, kaemferida, galangan, galangol, dan kristal kuning. Minyak atsiri yang dikandungnya antara lain galangol, galangin, alpinen, kamfer,

dan methyl-cinnamate. Peran lengkuas sebagai pengawet makanan tidak terlepas dari kemampuan lengkuas yang memiliki aktivitas antimikroba. Antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang dapat mengganggu pertumbuhan dan aktivitas mikroba, khususnya mikroba perusak dan pembusuk makanan. Zat antimikroba dapat bersifat bakterisidal (membunuh bakteri), bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri), fungisidal (membunuh kapang), fungistatik (menghambat pertumbuhan kapang), ataupun germisidal (menghambat germinasi spora bakteri) (www.tumoutou.net, 2007).

4. Penelitian pendahuluan

Hasil penelitian Fike Effendy (2005) diketahui bahwa semakin besar dosis bahan organik dapat meningkatkan populasi mikrobia heterotrof ($p < 0,00$). Dari uji korelasi pH tanah, suhu tanah, dan nisbah C/N tanah tidak berpengaruh nyata terhadap nilai potensial nitrifikasi pada taraf 95% ($p > 0,05$). Dari tiap dua minggu pengamatan terhadap potensial nitrifikasi dapat disimpulkan bahwa pada inkubasi satu bulan memiliki potensial nitrifikasi paling kecil, khususnya pada bahan organik mahoni dengan kandungan polifenol awal 34,557% dan lignin 19,7 dengan dosis 9 ton/ha/tahun.

Penelitian pada ekosistem alami menunjukkan bahwa laju nitrifikasi ekosistem klimak (hutan) relatif rendah dan terkendali karena terbentuk *allelochemical nitrification inhibitor* seperti tanin, polifenol, galotanin, asam penolic, flavonoid, asam chlorogenat, asam galat, asam cafeic, quercetin, dan karanjin. Penelitian lebih lanjut membuktikan bahwa rendahnya nitrat pada ekosistem klimak tidak semata-mata akibat adanya *allelochemical inhibitor* nitrifikasi namun juga akibat kompetisi imobilisasi amonium (substrat nitrifikasi) dengan mikroba heterotrof dan asimilasi amonium oleh keragaman sistem perakaran yang ekstensif pada ekosistem alami (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

5. Alfisols

Nama Alfisols pertama kali diusulkan oleh Kellog (1949), bagi golongan tanah yang meliputi semua tanah zonal di daerah tropika dan katulistiwa yang mempunyai sifat-sifat : nilai SiO_2 fraksi lempung lemah, KPK rendah, lempung kurang aktif, kadar mineral primer rendah, kadar bahan larut rendah, stabilitas agregat tinggi, dan warna merah. Tanah Alfisol meliputi tanah yang mengalami pelapukan yang intensif dan perkembangan yang lanjut, sehingga terjadi pencucian unsur hara, bahan organik dan silika dengan meninggalkan senyawa sesquiodksida sebagai sisa yang mempunyai warna merah (Darmawijaya, 1990).

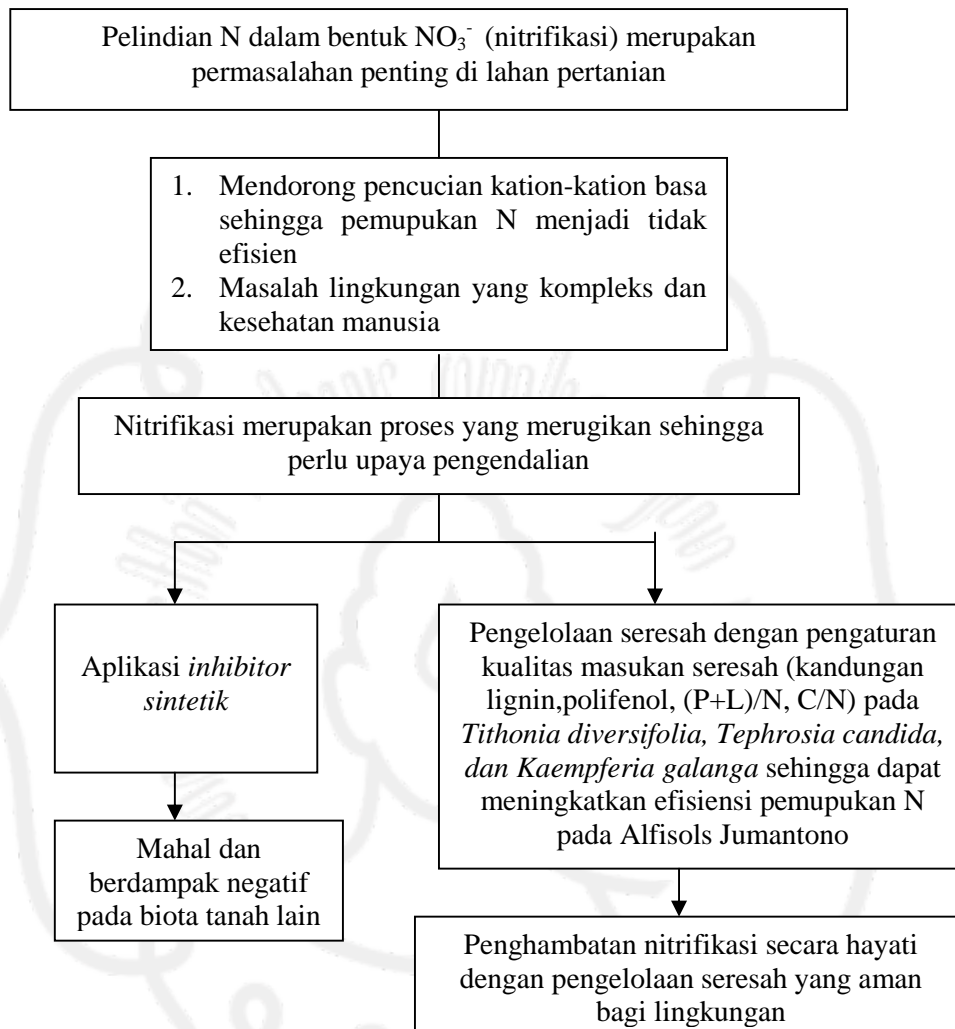
Penyebaran Alfisols di Indonesia terdapat di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dengan luas areal 12.749.000 hektar. Penggunaan Alfisols di Indonesia banyak diusahakan menjadi persawahan (padi) baik tadah hujan ataupun berpengairan, perkebunan (buah-buahan), tegalan, dan padang rumput. Alfisols secara potensial termasuk tanah yang subur, meskipun bahaya erosi perlu mendapat perhatian. Untuk peningkatan produksi masih diperlukan usaha-usaha intensifikasi, antara lain pemupukan dan pemeliharaan tanah serta tanaman yang sebaik-baiknya (Munir, 1996).

Alfisols pada umumnya berkembang dari batu kapur, olivin, tufa, dan lahar. Bentuk wilayah beragam dari bergelombang hingga tertoreh, tekstur berkisar antara sedang hingga halus, drainasinya baik. Reaksi tanah berkisar antara masam hingga netral, kapasitas tukar kation dan basa-basanya beragam dari rendah hingga tinggi, bahan organik pada umumnya sedang hingga rendah. Mempunyai sifat kimia dan fisika yang relatif baik. Tanah Alfisol mempunyai N total rendah, P tersedia sangat rendah, dan K tersedia sedang, maka perlu penambahan unsur tersebut dalam jumlah banyak, untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman yang optimal (Munir, 1996; Foth, 1993).

Hasil penelitian Fauzi, 2006, tanah Alfisol Jumantono mempunyai kesuburan rendah-sedang. Kandungan bahan organiknya sangat rendah

(0.583%), kapasitas pertukaran kation 6.451 me/100gr, dan N-total yang sedang (0.3%), pH tanahnya sebesar 5.8 (masam).

B. Kerangka Berfikir



C. Hipotesis

1. Pemberian seresah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah), *Tephrosia candida* (kualitas tinggi), dan *Kaempferia galanga* (kualitas sedang) akan berpengaruh nyata terhadap penurunan potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi di Alfisols Jumantono.
2. Lama inkubasi pemberian seresah *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga* akan berpengaruh nyata terhadap penurunan potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi di Alfisols Jumantono.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian UNS, Surakarta. Analisis biologi dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah dan analisis sifat kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah FP UNS. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni sampai September 2007.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

- a. Tanah Alfisol Jumantono
- b. Seresah *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga*. Alasan penggunaan ketiga seresah tersebut karena a). mengandung senyawa penghambat nitrifikasi (lignin dan polifenol), b). bernilai ekonomi tinggi, c). berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman tumpang sari dan mulsa bahan organik.
- c. Pupuk ZA ((NH₄)₂SO₄) sebagai substrat nitrifikasi
- d. Kimikalia untuk analisis biologi tanah (aquadest, alkohol, H₂SO₄, sublimat KOH, larutan pendispersi sodium polifosfat (NaPO₃)_n, kapas, dan NH₄OH)
- e. Kimikalia untuk analisis kimia tanah (K₂Cr₂O₇ 1 N, H₂SO₄ pekat, H₃PO₄ 85%, FeSO₄ 1 N, aquadest, indikator DPA (diphenylamine), CuSO₄ dan K₂SO₄ (perbandingan 20:4), NaOH 0.1 N, indikator methyl red)

2. Alat

- a. Pot tanah
- b. Saringan 0,5 mm dan 2 mm
- c. Spektrofotometer
- d. Soil tester dan pH meter
- e. Petridish dan erlenmeyer
- f. Colony counter
- g. Rotatory shaker

- h. Peralatan untuk pengukuran aktivitas nitrifikasi
- i. Peralatan untuk analisis kimia tanah

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian hubungan fungsional yang pendekatan variabelnya melalui suatu eksperimen dengan menggunakan *nondestructif soil sampling* dengan rancangan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor yaitu macam seresah yang mengandung senyawa alelopat (3 macam ditambah kontrol 1 macam) dan lama inkubasi (5 macam).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan pada berbagai lama inkubasi

Waktu Inkubasi	JENIS PERLAKUAN			
	A1 <i>Tithonia diversifolia</i>	A2 <i>Tephrosia candida</i>	A3 <i>Kaempferia galanga</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	A ₁ I ₁	A ₂ I ₁	A ₃ I ₁	A ₄ I ₁
I ₂ (5 hari)	A ₁ I ₂	A ₂ I ₂	A ₃ I ₂	A ₄ I ₂
I ₃ (10 hari)	A ₁ I ₃	A ₂ I ₃	A ₃ I ₃	A ₄ I ₃
I ₄ (15 hari)	A ₁ I ₄	A ₂ I ₄	A ₃ I ₄	A ₄ I ₄
I ₅ (20 hari)	A ₁ I ₅	A ₂ I ₅	A ₃ I ₅	A ₄ I ₅

Terdapat 20 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga didapatkan 60 pot percobaan.

Faktor I (macam seresah) :

A₁ = dengan seresah *Tithonia diversifolia*

A₂ = dengan seresah *Tephrosia candida*

A₃ = dengan seresah *Kaempferia galanga*

A₄ = kontrol/tanpa seresah

Faktor II (lama inkubasi) :

I₁ = lama inkubasi 0

I₂ = lama inkubasi 5

I₃ = lama inkubasi 10

I₄ = lama inkubasi 15

I₅ = lama inkubasi 20

Masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga didapatkan 60 perlakuan, dengan lama inkubasi 0, 5, 10, 15, dan 20.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : macam seresah dan lama inkubasi.
2. Variabel terikat utama :
 - a. Populasi bakteri nitrifikasi dengan metode MPN.
 - b. Populasi mikrobia heterotrof (*Actinomyces*, fungi, dan bakteri heterotrof).
 - c. Potensial nitrifikasi dari bakteri nitrifikasi dalam tanah dengan metode Berg dan Rosswall (1985) yang dimodifikasi oleh Kandeler (Schinner *et al.*, 1995).
3. Variabel terikat pendukung :
 - a. pH H₂O dengan metode perbandingan antara tanah dan air dengan perbandingan 1: 2,5 (tanah : H₂O).
 - b. C-organik dengan metode Walkey and Black.
 - c. N-total dengan metode Kjeldahl.
 - d. Suhu dengan pengukuran thermometer.
 - e. Kelembaban dengan pengukuran soil moisture tester.

E. Tata Laksana Penelitian

1. Tahap persiapan
 - a. Pengambilan sampel tanah
Penentuan sampel tanah dilakukan secara sengaja (*purposive*) diambil dari Kebun Percobaan Jumantono Fakultas Pertanian UNS secara acak sederhana sebanyak 12 titik sampel dari kedalaman 0-20 cm sebab pada kedalaman tersebut merupakan kedalaman efektif perakaran suatu tanaman, kemudian tanah dikomposit, dan dikeringanginkan.
 - b. Persiapan media tanah
Tanah yang telah dikeringanginkan disaring dengan diameter saringan 2 mm. Sebanyak 60 pot tanah kemudian diisi masing-masing 0,8 kg tanah dengan ukuran pot yaitu 21.5 cmx13.5 cm.

- c. Persiapan bahan organik
Seresah pangkasan segar dikeringanginkan, diambil contohnya kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C sampai beratnya konstan untuk mengestimasi jumlah seresah (setara berat kering oven) yang akan ditambahkan kemudian dihaluskan dan disaring dengan diameter saringan sebesar 0,5 mm (Hairiah *et al.*, 2004).
 - d. Pencampuran seresah tanaman
Seresah yang sudah halus dengan berat kering oven 2,25 g per 0,8 kg tanah kemudian ditambahkan ke dalam pot tanah sesuai perlakuan, ditanam dan dicampur merata dengan 0,8 kg tanah.
 - e. Penambahan substrat nitrifikasi
Substrat nitrifikasi diberikan dalam bentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dengan dosis 200 kg ha⁻¹ atau setara dengan 0,072 g per pot, penambahan substrat nitrifikasi dilakukan 5 hari setelah aplikasi seresah tanaman lalu tanah diaduk sehingga menjadi homogen (Rosmarkam dan Yuwono, 2001). Tanah dan seresah akan diinkubasi sesuai dengan perlakuan.
 - f. Pemeliharaan dan pengambilan sampel
Pemeliharaan dilakukan setiap hari dengan menambahkan air sebanyak yang dibutuhkan tanah per pot untuk mencapai kapasitas lapang. Sampel tanah diambil setiap 5 hari dengan diaduk secara homogen terlebih dahulu.
2. Analisis kadar alelopat jaringan tumbuhan
Senyawa alelopat dari tumbuhan uji dianalisis dengan uji jenis senyawa alelopat, yaitu :
 1. Kadar phenol dengan metoda Kermasha (Kermasha *et al.*, 1995) lewat ekstraksi dengan etil asetat dan dianalisis dengan HPLC, elusi gradien, econosil C-18 (kolom), detector UV and EC.
 2. Kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa seresah/jaringan tanaman ditetapkan dengan metoda *Acid detergent fiber* (Goering dan Van Soest, 1970).

3. Metode pendekatan analisis :

- Bakteri nitrifikasi bersifat khemoautotrof, untuk mengetahui perubahan laju nitrifikasi digunakan metode pendekatan jumlah mikrobia nitrifikasi. Penghitungan jumlahnya digunakan medium hara mineral murni (tidak boleh sedikitpun tercemar senyawa organik) yang diperkaya dengan NH_4^+ dan atau nitrit (NO_2^-) sebagai sumber N. Masing-masing medium tersebut kemudian diinokulasi dengan satu seri pengenceran tanah dan selanjutnya diinkubasikan selama 4-5 minggu. Setelah masa inkubasi, adanya pertumbuhan bakteri pengoksidasi NH_4^+ ditandai dengan perubahan warna medium dari biru menjadi biru kehijauan dan selanjutnya kuning sampai tidak berwarna akibat pengasaman media. Laju pertumbuhan bakteri pengoksidasi NO_2^- ditandai dengan uji negatif keberadaan NO_2^- dalam medium. Dari kriteria tersebut kemudian dihitung jumlah perkiraan terdekat (MPN=*Most Probable Number*)-nya menggunakan tabel MPN Hoskins.
- Potensial nitrifikasi dihitung dengan rumus :

$$\frac{(S - C) \cdot 25 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 100}{10.5\% \cdot dm} = ngN \cdot g^{-1} \cdot dm \cdot 5h^{-1}$$

Keterangan :

S	= nilai rata-rata sample (mg N)
C	= kontrol (mg N)
25.1	= volume Ekstrak (ml)
1000	= faktor konversi (1mg N=1000ng N)
5	= aliquot filtrate (ml)
10	= bobot tanah semula (g)
100.%-1dm	= faktor untuk soil dry matter

Potensial nitrifikasi tanah diukur menggunakan metode Berg dan Rosswald (Kandeler *et al.*, 1995), yaitu mengukur laju proses oksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- (aktivitas bakteri pengoksidasi NH_4^+) dari contoh tanah per satuan waktu tertentu. Contoh tanah ditambah amonium sulfat sebagai substrat nitrifikasi lalu diinkubasi selama 5 jam pada suhu kamar. Nitrit yang terbentuk selama inkubasi diekstrak dengan

KCl 2 M ditentukan secara kalorimetrik pada panjang gelombang 520 nm. Oksidasi NO_2^- menjadi NO_3^- (aktivitas bakteri pengoksidasi NO_2^-) selama inkubasi dihambat dengan penambahan NaClO_3 .

- Populasi mikrobia heterotrof dihitung dengan metode hitungan cawan (*plate count*) yaitu dengan menginokulasi medium dengan satu seri pengenceran suspensi tanah (10^{-3} - 10^{-6}). Medium yang digunakan meliputi Nutrient Agar (NA) untuk bakteri, Potato Dextrosa Agar (PDA) untuk fungi dan Medium *Actinomyces* Isolation Agar (AIA) untuk *Actinomyces*. Jumlah koloni dihitung setelah diinkubasi selama 2x24 jam (Rao, 1994).

F. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan uji F 5%, untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan dari data penghitungan dan pengukuran jumlah dan aktivitas bakteri nitrifikasi diuji dengan Duncan Multiple Range Test, uji mengetahui hubungan antarvariabel menggunakan analisis uji korelasi. Analisis data dilakukan dengan mengaplikasikan software Minitab14, Excel, dan SPSS 11.0.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Awal Tanah Alfisol Jumantono

Pada penelitian ini digunakan tanah Alfisol dari Jumantono. Hasil analisis tanah sebelum perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis tanah awal sebelum perlakuan

No	Sifat Tanah	Hasil	Pengharkatan
1.	pH H ₂ O	5.5	Masam ^{*)}
2.	KB	36%	Sedang ^{*)}
3.	KPK	24.28 cmolkg ⁻¹	Sedang ^{*)}
4.	BO	4.8%	Rendah ^{**)}
5.	C	2.81%	Sedang ^{*)}
6.	N	0.28%	Sedang ^{*)}
7.	C/N	10.03	Rendah ^{*)}

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Ilmu Tanah FP UNS Juni, 2007

Keterangan : *) Pengharkatan menurut Pusat Penelitian Tanah dalam Harjowigeno, 1995

***) Pengharkatan menurut Sumaryo, 1982

Tabel 2. menunjukkan bahwa pH tanah Alfisol adalah masam (5.5), kejenuhan basa sedang (36 %), kapasitas pertukaran kation sedang (24.28 cmolkg⁻¹), kandungan bahan organik sedang (2.81%), dan nisbah C/N sedang (10.03). Menurut Munir (1996) pH tanah ini rendah dikarenakan tanah ini mengalami pencucian karbonat dan braunifikasi yang merupakan prasyarat untuk pembentukan Alfisols. Kalsium karbonat (dan bikarbonat) merupakan flocculant yang kuat sehingga dalam pembentukan Alfisols, karbonat perlu dicuci dahulu agar plasma menjadi lebih mudah bergerak bersama dengan air perkolasi. Adanya pencucian karbonat ini menyebabkan tanah menjadi masam kadang-kadang pH-nya mencapai 4.5. Presentase kejenuhan basa rendah dapat diakibatkan karena adanya proses pencucian basa-basa pada tanah tersebut. Dengan kondisi tanah tersebut maka tanah ini memerlukan masukan bahan organik untuk meningkatkan kandungan hara dalam tanah sekaligus sebagai penghambatan nitrifikasi secara hayati.

B. Sifat-Sifat *Tithonia diversifolia*, *Tephrosia candida*, dan *Kaempferia galanga*

Seresah yang akan diaplikasikan perlu dianalisis sifat-sifat kimianya, meliputi kandungan polifenol, lignin, nisbah C/N, dan nisbah (Lignin+Polifenol)/N sehingga diharapkan pemanfaatan seresah sebagai penghambat nitrifikasi akan tepat guna serta dapat diterapkan di lapangan.

Tabel 3. Sifat kimia seresah tanaman

No	Seresah	Sifat Kimia Seresah Tanaman			
		Polifenol (%)	Lignin (%)	C/N	(L+P)/N
1	<i>Tithonia diversifolia</i> *	4.3687	20.84	18.75	18.36
2	<i>Kaempferia galanga</i> **	5.0796	14.78	15.80	11.77
3	<i>Tephrosia candida</i> ***	6.3400	17.68	10.98	8.72

Hasil analisis Laboratorium Biologi Tanah, Unibraw, Juni 2007

Keterangan : Pengharkatan menurut Palm dan Sanchez, 1991 *cit.* Hairiah *et al.*, 2005; Handayanto *et al.*, 1999 dan Purwanto, 2006.

* : seresah berkualitas rendah

** : seresah berkualitas sedang

*** : seresah berkualitas tinggi

Dilihat dari sifat-sifat kimia berbagai tanaman yang diuji dengan parameter kandungan polifenol, lignin, C/N, dan (L+P)/N terbukti sangat bervariasi. Sesuai kriteria Handayanto *et al.*, 1995 dan Purwanto *et al.*, 2006, seresah *Tithonia diversifolia* merupakan seresah dengan kualitas rendah. Hal ini dikarenakan seresah ini mempunyai kandungan nisbah (L+P)/N sebesar 18.36, lignin sebesar 20.84%, C/N sebesar 18.75, dan polifenol sebesar 4.3687%. Seresah *Kaempferia galanga* merupakan seresah dengan kualitas sedang. Hal ini dikarenakan seresah ini mempunyai kandungan nisbah (L+P)/N sebesar 11.77, lignin sebesar 14.78%, C/N sebesar 15.80, dan polifenol sebesar 5.0796%. Seresah dengan kualitas tinggi terdapat pada seresah *Tephrosia candida*. Hal ini dikarenakan seresah ini mempunyai kandungan nisbah (L+P)/N sebesar 8.72, lignin sebesar 17.68%, C/N sebesar 10.98, dan polifenol sebesar 6.3400%.

Kualitas bahan organik berkaitan dengan penyediaan unsur N, ditentukan oleh besarnya kandungan N, lignin, dan polifenol. Bahan organik dikatakan berkualitas tinggi apabila mempunyai kandungan N

tinggi ($C/N < 25$), kandungan lignin ($< 15\%$), dan polifenol ($< 3\%$), sehingga cepat termineralisasi (Handayanto *et al.*, 1995), dan faktor kualitas seresah yang paling berpengaruh terhadap pembebasan NH_4^+ dan pembentukan NO_3^- tanah di lapangan (dengan pelindian) adalah nisbah kandungan $(P+L)/N$ seresah daripada kandungan lignin, polifenol atau nisbah C/N seresah secara terpisah (Purwanto *et al.*, 2006).

Kandungan polifenol yang tinggi akan menyebabkan bahan organik sulit untuk terdekomposisi sehingga amonium yang dihasilkan akan sedikit tersedia dalam tanah. Sifat khas dari polifenol adalah kemampuannya membentuk kompleks dengan protein, sehingga protein sulit untuk dirombak dan protein ini mengikat enzim perombak, akan menyebabkan aktivitas enzim menjadi lemah sehingga menghambat laju dekomposisi dan mineralisasi seresah (Handayanto *et al.*, 1995). Jika suatu bahan organik mempunyai kandungan lignin yang tinggi maka kecepatan mineralisasi N akan terhambat, karena lignin merupakan polimer yang mengandung protein dan sulit dicerna. Dengan adanya variasi kualitas seresah akan menyebabkan perbedaan pada tingkat dekomposisinya.

Kualitas seresah akan berpengaruh terhadap substrat nitrifikasi sehingga pengendalian nitrifikasi dapat dilakukan melalui pengaturan kualitas masukan seresah. Pemilihan dan pencampuran berbagai jenis seresah dengan kualitas yang berbeda-beda sebelum diaplikasikan ke tanah dapat diterapkan untuk mengatur saat pembebasan hara selama dekomposisi agar sesuai dengan jumlah dan saat dibutuhkan oleh tanaman dan mengurangi hilangnya hara akibat pelindian (Murphy *et al.*, 2003).

Sifat kimia seresah yang berbeda-beda akan menyebabkan perbedaan pada tingkat dekomposisi seresah sehingga tingkat penghambatan nitrifikasinya juga akan berbeda antarseresah. Perbedaan tingkat penghambatan ini akan mempengaruhi nilai potensial nitrifikasinya melalui aktivitas bakteri nitrifikasi dan aktivitas mikrobia heterotrofnya (Purwanto *et al.*, 2007).

C. Pengaruh Pemberian Seresah Terhadap Potensial Nitrifikasi

Potensial nitrifikasi menggambarkan aktivitas bakteri pengoksidasi NH_4^+ dalam mengoksidasi substrat NH_4^+ menjadi NO_2^- per satuan waktu tertentu (5 jam inkubasi dalam *rotatory shaker*) dan pada kondisi terkontrol (penambahan substrat NH_4^+ dalam konsentrasi tertentu) (Kandeler *et al.*, 1995).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian seresah tanaman berpengaruh terhadap potensial nitrifikasi. Adanya seresah akan menjadi sumber energi bagi mikrobia heterotrof yang kemudian menjadikan mikrobia heterotrof ini berkembang biak lebih cepat sehingga terjadi persaingan dengan bakteri pengoksidasi NH_4^+ dalam mempergunakan substrat nitrifikasi yang ada dalam tanah. Persaingan ini menyebabkan bakteri pengoksidasi NH_4^+ menjadi kalah bersaing dan membuat potensial nitrifikasi menurun seiring dengan penambahan lama inkubasi (Brady and Weil, 2002).

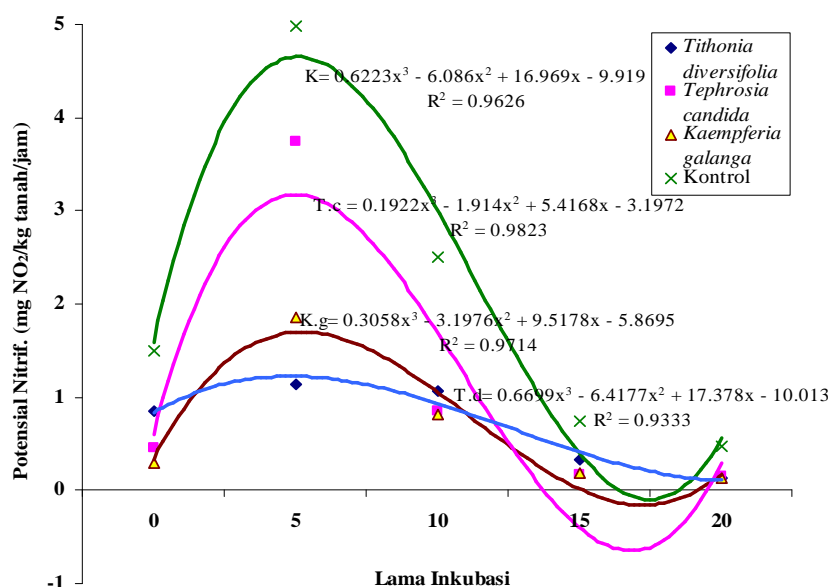
Perlakuan pemberian seresah tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap potensial nitrifikasi dan ada interaksi yang sangat nyata (P -value < 0.01) antara perlakuan pemberian seresah tanaman dan lama inkubasi terhadap potensial nitrifikasi (Tabel 4.). Handayanto *et al.*, (1995) menyatakan proses dekomposisi seresah ditentukan oleh kualitasnya yaitu kandungan karbonat terlarut, asam-asam amino, polifenol aktif, lignin, dan nisbah C/N haranya. Adanya polifenol dan lignin yang tinggi akan membutuhkan waktu yang lama untuk mendekomposisi bahan organik sehingga menghambat laju dekomposisi dan mineralisasi seresah. Semakin tinggi nisbah (P+L)/N, kandungan lignin, dan polifenol seresah akan semakin lambat proses nitrifikasi dalam tanah.

Tabel 4. Hasil analisis keragaman pengaruh pemberian seresah tanaman terhadap potensial nitrifikasi

Sumber Keragaman	F hitung	P-value
Seresah	8358.55	0.000**
Waktu inkubasi	1.9E+04	0.000**
Seresah* Waktu inkubasi	2031.55	0.000**

Keterangan : **: berpengaruh sangat nyata ($P < 0.05$); *: berpengaruh nyata ($0.01 < P < 0.05$); ns: tidak berpengaruh nyata ($P < 0.01$)

Pola potensial nitrifikasi tanah pada berbagai lama inkubasi seresah disajikan pada Gambar 1.



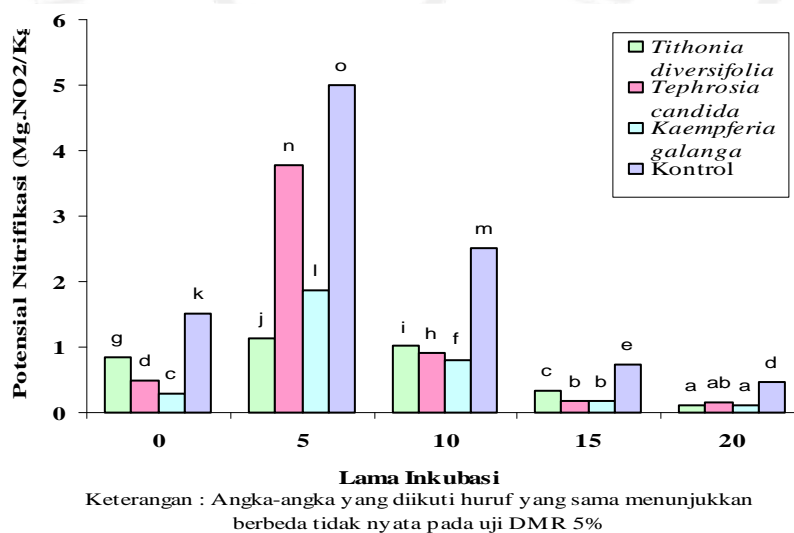
Gambar 1. Grafik pola potensial nitrifikasi

Pada Gambar 1. terlihat pada lama inkubasi 20, perlakuan seresah *Tithonia diversifolia* yang berkualitas rendah mempunyai nilai potensial nitrifikasi terkecil sebesar $0.127 \text{ mgNO}_2^-/\text{kg tanah/jam}$. Hal ini dikarenakan nilai nisbah (P+L)/N-nya paling tinggi di antara kedua perlakuan seresah lainnya, yaitu sebesar 18.36% ($r = -0.442$, $P = 0.051$). Selain itu, kandungan lignin pada seresah *Tithonia diversifolia* juga paling tinggi dibandingkan kedua perlakuan seresah lainnya, yaitu sebesar 20.84% ($r = -0.405$, $P = 0.076$). Adanya nisbah C/N yang tinggi (18.75) dan kandungan polifenol sebesar 4.37% juga menyebabkan kecilnya nilai

potensial nitrifikasi pada seresah *Tithonia diversifolia*. Penelitian sebelumnya (Handayanto, 1994 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007) menegaskan bahwa nisbah (Lignin+Polifenol)/N merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap pembebasan NH_4^+ dan pembentukan NO_3^- bila dibandingkan dengan kandungan lignin, polifenol atau nisbah C/N seresah secara terpisah.

Perlakuan seresah *Kaempferia galanga* yang berkualitas sedang menghasilkan potensial nitrifikasi sebesar $0.133 \text{ mgNO}_2^-/\text{kg tanah/jam}$ di akhir inkubasi. Hal ini dikarenakan kandungan nisbah (L+P)/N yang sedang, yaitu 11.77, kandungan lignin 14.78%, nisbah C/N sebesar 15.80, dan polifenol 5.0796%.

Perlakuan seresah *Tephrosia candida* yang berkualitas tinggi menghasilkan nilai potensial nitrifikasi paling tinggi ($0.1575 \text{ mgNO}_2^-/\text{kg tanah/jam}$) di antara kedua perlakuan seresah lainnya. Hal ini dikarenakan nisbah (L+P)/N yang paling kecil pula, sebesar 8.72; kandungan lignin 17.68%, nisbah C/N 10.98, dan polifenol sebesar 6.34%.



Gambar 2. Histogram potensial nitrifikasi

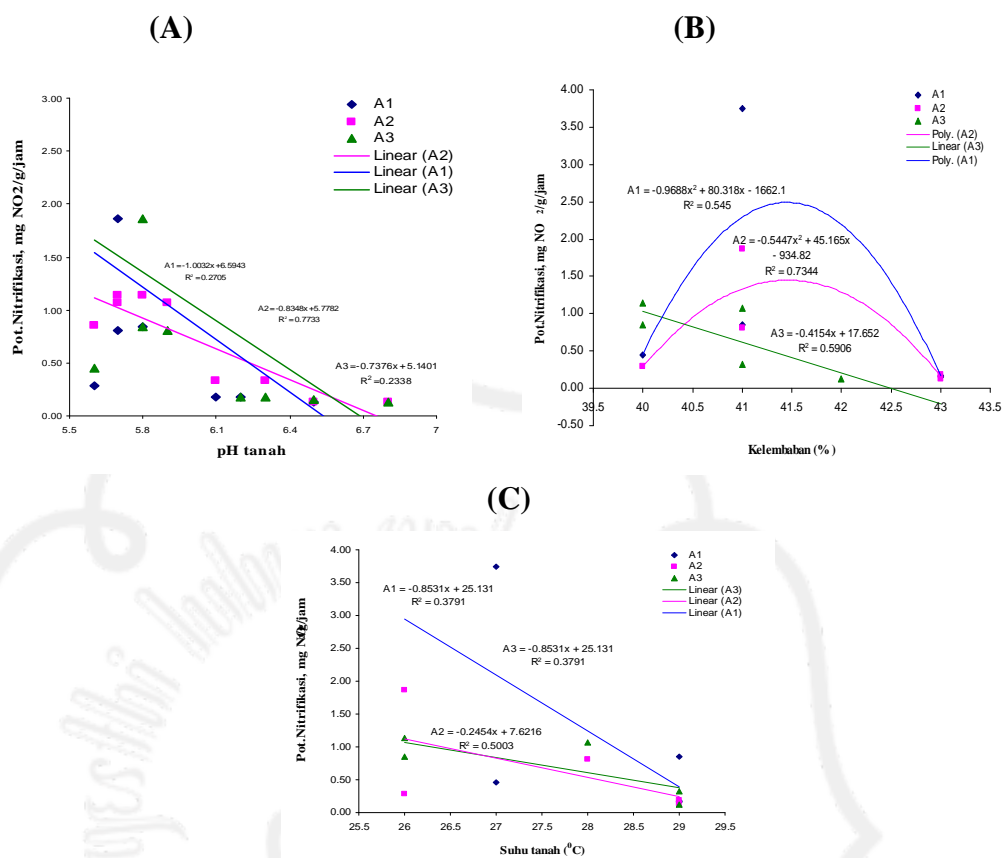
Gambar 2. menunjukkan bahwa potensial nitrifikasi mulai dapat dihambat pada lama inkubasi 10 dan didapatkan nilai potensial nitrifikasi yang terkecil saat lama inkubasi 20. Pada lama inkubasi 5, potensial

nitrifikasinya paling tinggi pada semua perlakuan seresah tanaman bila dibandingkan dengan inkubasi lainnya. Hal ini disebabkan pada lama inkubasi 5 terjadi penambahan pupuk Amonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) sebagai substrat nitrifikasi pada semua perlakuan.

Nilai potensial nitrifikasi pada perlakuan kontrol setiap lama inkubasi paling tinggi. Hal ini dikarenakan sebagian besar NH₄⁺ dari pupuk ZA pada kontrol akan dimanfaatkan sebagai substrat nitrifikasi sehingga potensial nitrifikasinya tertinggi dibanding perlakuan penambahan seresah. Sebaliknya pada perlakuan yang ditambahkan seresah tanaman, akan mengakibatkan NH₄⁺ terimobilisasi oleh mikroba heterotrof untuk membentuk biomassa sel mikroba yang baru. Tanah yang miskin bahan organik akan mendorong berkembangnya mikroba *khemoautotrof* termasuk bakteri nitrifikasi sehingga nitrifikasi potensialnya cenderung lebih tinggi daripada tanah yang kaya bahan organik (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Banyak faktor yang mempengaruhi nilai potensial nitrifikasi. Berdasarkan uji korelasi menunjukkan bahwa potensial nitrifikasi berhubungan erat secara negatif dengan *Actinomyces* (r=-0.524, P=0.018), bakteri heterotrof (r=-0.515, P=0.020), bakteri pengoksidasi NO₂⁻ (r=-0.495, P=0.026), dan fungi (r=-0.108, P=0.0651) yang berarti peningkatan populasi *Actinomyces*, bakteri heterotrof, bakteri NO₂⁻, dan fungi akan diikuti penurunan potensial nitrifikasi. Hubungan saling mempengaruhi ini bisa terjadi secara langsung ataupun tidak langsung terkait dengan faktor-faktor penunjang lain.

Berdasarkan penelitian Bardgett, 2005 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007 dapat diketahui bahwa bakteri nitrifikasi bersifat lebih peka terhadap kondisi lingkungan dibanding mikroba heterotrof dalam tanah. Faktor-faktor yang memiliki hubungan dengan nitrifikasi meliputi populasi bakteri nitrifikasi, ketersediaan NH₄⁺, pH dan konsentrasi kation-kation basa, aerasi, drainase, kelembaban, suhu, garam-garam pupuk serta keberadaan senyawa penghambat nitrifikasi dalam tanah.



Gambar 3. Hubungan potensial nitrifikasi dengan pH tanah (A), kelembaban tanah (B), dan suhu tanah (C) pada berbagai lama inkubasi (Ket.:A₁: *Tephrosia candida* (kualitas tinggi), A₂:*Kaempferia galanga* (kualitas sedang), A₃:*Tithonia diversifolia* (kualitas rendah))

Potensial nitrifikasi dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti pH tanah, suhu tanah, dan kelembaban. Dari hasil uji korelasi menunjukkan bahwa pH tanah dengan potensial nitrifikasi mempunyai hubungan yang paling erat dengan potensial nitrifikasi, diikuti oleh suhu tanah dan kelembaban. pH tanah berkorelasi positif ($r=0.550$, $P=0.012$) dengan potensial nitrifikasi, hal ini menunjukkan bahwa penurunan pH tanah akan diikuti oleh penurunan potensial nitrifikasi. Gambar 3. (A) menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH fluktuatif dari awal hingga akhir inkubasi. Rata-rata pH tanah di awal percobaan pada ketiga seresah berkisar masam 5.6. Namun setelah aplikasi pupuk Amonium Sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pada lama inkubasi 5, pH tanah mengalami peningkatan

hingga 6.8 yaitu mendekati netral, sehingga menyebabkan peningkatan potensial nitrifikasi pada semua perlakuan seresah. Hal ini sesuai dengan pendapat Myrold (1999) bahwa populasi tertinggi bakteri nitrifikasi dijumpai pada pH sekitar netral sampai alkalin (sekitar 6,6–8,0). Pada akhir inkubasi, pH tanah mengalami penurunan hingga 5.7 dan diikuti penurunan potensial nitrifikasi oleh semua perlakuan seresah. Dalam penelitiannya, Hairiah (1994) menyatakan bahwa dengan mempertahankan $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ tanah sekitar 4,5–5,0 dan mengendalikan pelepasan NH_4^+ pada konsentrasi $\text{NH}_4^+ < 100 \text{ mg kg}^{-1}$ nitrifikasi potensial masih berada dalam tingkat yang relatif rendah ($< 40 \text{ mg NO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ jam}^{-1}$).

Faktor lingkungan lainnya yang berkorelasi erat dengan potensial nitrifikasi adalah suhu tanah. Menurut Hakim *et al.* (1996) menyatakan bahwa suhu tanah sangat menunjang proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi akan berjalan baik antara 27–32°C. Pada suhu 52°C nitrifikasi secara praktis berhenti dan pada titik beku nitrifikasi tidak terjadi. Gambar 3. (B) dapat diketahui bahwa suhu tanah pada semua perlakuan seresah tanaman mengalami peningkatan hingga akhir inkubasi (berkisar antara 26°C–29°C). Hal ini dikarenakan adanya penurunan daya ikat tanah terhadap air sehingga suhu tanah menjadi naik karena semakin lama inkubasi sumber organik dari seresah menurun sebab telah dikonsumsi mikrobial heretotrof (Hakim *et al.*, 1996). Adanya peningkatan suhu tanah ini, diikuti dengan penurunan potensial nitrifikasi pada semua perlakuan seresah, hal ini sesuai dengan uji korelasi antara suhu tanah dengan potensial nitrifikasi yang berkorelasi negatif ($r = -0.512$, $P = 0.021$).

Faktor lingkungan yang berikutnya adalah kelembaban tanah. Dari hasil uji korelasi menunjukkan bahwa kelembaban tanah dengan potensial nitrifikasi mempunyai hubungan erat yang berkorelasi negatif ($r = -0.435$, $P = 0.055$), artinya kenaikan kelembaban tanah akan diikuti oleh penurunan potensial nitrifikasi. Gambar 3. (C) dapat dilihat kelembaban tanah pada semua perlakuan seresah tanaman mengalami peningkatan hingga akhir inkubasi dan ini menyebabkan penurunan potensial nitrifikasi. Hal ini

disebabkan karena kelembaban tanah yang tinggi akan mengurangi kandungan O_2 dalam tanah (Paul dan Clark, 1989) sedangkan proses nitrifikasi memerlukan O_2 untuk oksidasi. Tate (1995) juga menyatakan bahwa nitrifikasi berlangsung optimal pada kadar lengas kapasitas lapangan atau sekitar 60% ruang porinya terisi air. Kelembaban tanah juga mempengaruhi nitrifikasi melalui perubahan konsentrasi dan difusi O_2 .

Perlakuan pemberian seresah tanaman terbukti mampu menurunkan potensial nitrifikasi terkait dengan aktivitas bakteri pengoksidasi NH_4^+ pada setiap lama inkubasi. Untuk melihat tingkat keefektifan seresah tersebut maka perlu dihitung populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ setelah adanya perlakuan seresah.

D. Pengaruh Pemberian Seresah Terhadap Mikrobia Tanah

1. Mikrobia Autotrof (Bakteri Nitrifikasi)

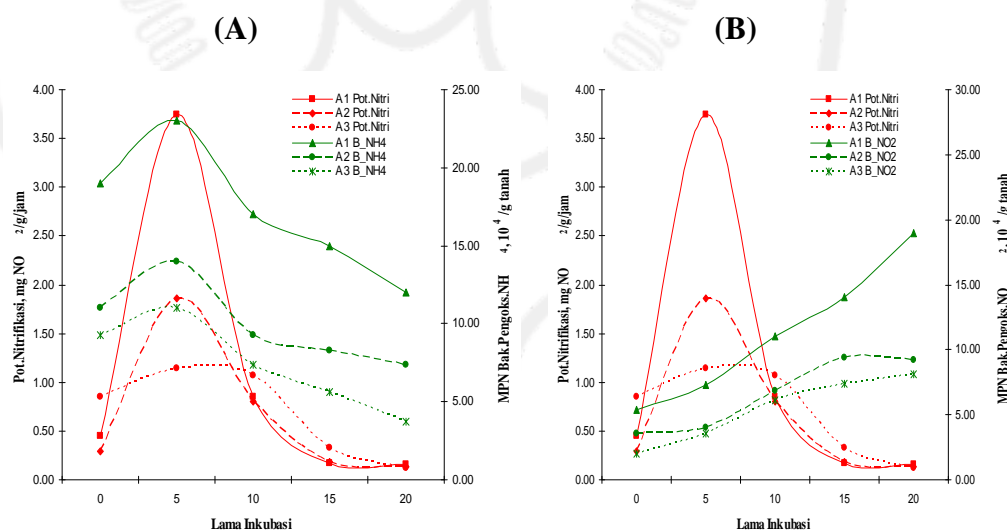
Nitrifikasi merupakan proses oksidasi enzimatik oleh bakteri pengoksidasi NH_4^+ yang akan mengoksidasi NH_4^+ menjadi NO_2^- dan bakteri pengoksidasi NO_2^- yang mengoksidasi NO_2^- menjadi NO_3^- . Sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi dapat berupa karbondioksida, karbonat, bikarbonat atau karbon organik sebagai sumber karbon satu-satunya (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian seresah tanaman mampu menghambat pertumbuhan bakteri pengoksidasi NH_4^+ (semakin lama inkubasi, populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ semakin menurun) dan ada interaksi yang sangat nyata antara pemberian seresah dan lama inkubasi terhadap populasi bakteri nitrifikasi ($P=0.000$). Hal ini disebabkan semakin lama inkubasi maka proses dekomposisi seresah semakin sempurna sehingga C-organik dari seresah akan dimanfaatkan oleh mikrobia heterotrof sebagai nutrisi tambahan. Pada saat populasi mikrobia heterotrof meningkat, mikrobia kemoautotrof kalah bersaing dalam memperoleh substrat nitrifikasi yang ada dalam tanah. Hal ini sesuai

dengan hasil penelitian terdahulu (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007) yang menyatakan bahwa tanah tanpa perlakuan seresah (miskin bahan organik) akan mendorong berkembangnya mikroba khemoautotrof termasuk bakteri nitrifikasi sehingga potensial nitrifikasinya lebih tinggi daripada tanah yang kaya bahan organik.

Populasi bakteri pengoksidasi NO_2^- pada keseluruhan perlakuan pemberian seresah jauh lebih rendah dibanding populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ . Substrat yang tersedia oleh bakteri pengoksidasi NH_4^+ untuk bakteri pengoksidasi NO_2^- berkurang dengan adanya mekanisme penghambatan yang diakibatkan oleh perlakuan seresah. Hasil uji F menunjukkan bahwa pemberian seresah, lama inkubasi, dan interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap populasi bakteri NO_2^- ($P=0.000$).

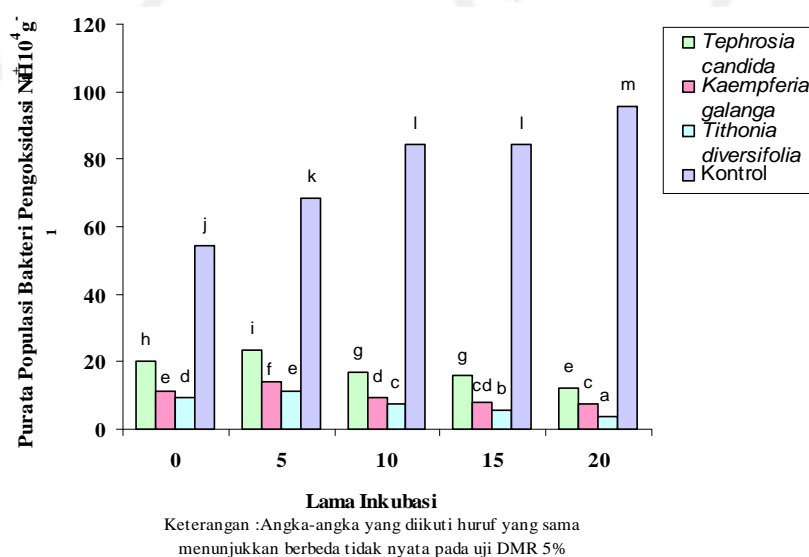
Populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ maupun bakteri pengoksidasi NO_2^- sangat bervariasi antarperlakuan seresah sejalan dengan makin lamanya inkubasi sehingga memberikan pengaruh yang berbeda terhadap potensial nitrifikasi (Gambar 4.).



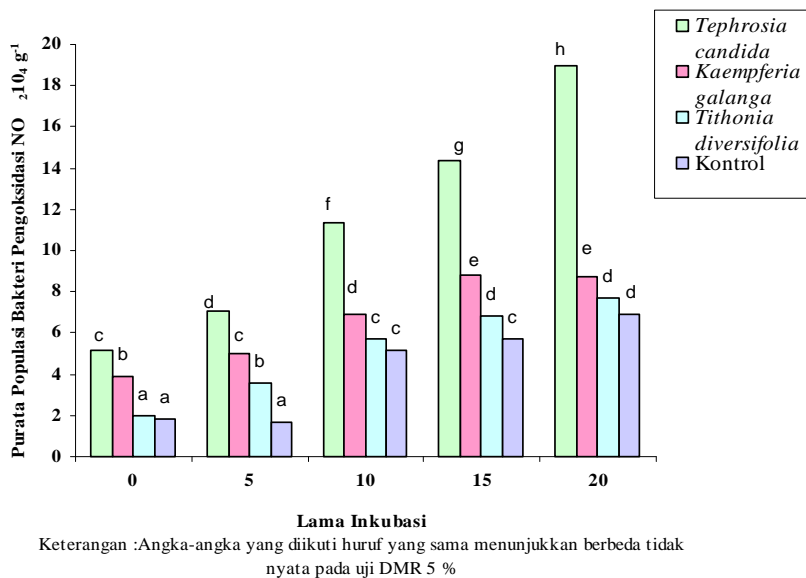
Gambar 4. Hubungan potensial nitrifikasi dengan populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ (A) dan bakteri pengoksidasi NO_2^- (B) pada berbagai lama inkubasi (Ket.: A₁: *Tephrosia candida* (kualitas tinggi), A₂: *Kaempferia galanga* (kualitas sedang), A₃: *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah))

Pada Gambar 4. terlihat bahwa populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ pada perlakuan kontrol selalu tertinggi dan populasi mikrobia heterotrofnya (bakteri heterotrof, fungi, dan *Actinomycetes*) paling rendah. Rendahnya populasi mikrobia heterotrof ini karena tidak adanya nutrisi sebagai sumber energi untuk membentuk biomassa mikrobia baru yang berasal dari peruraian seresah pada proses dekomposisi. Menurut Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007 bahwa tanah yang miskin bahan organik akan mendorong berkembangnya mikroba *khemoautotrof* termasuk bakteri nitrifikasi sehingga nitrifikasi potensialnya cenderung lebih tinggi daripada tanah yang kaya bahan organik.

Gambar 4. memperlihatkan adanya perbedaan antara dinamika populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ dengan dinamika populasi bakteri pengoksidasi NO_2^- . Populasi bakteri bakteri pengoksidasi NO_2^- pada semua perlakuan seresah lebih tinggi dari pada perlakuan kontrol pada setiap lama inkubasi. Hal ini diduga karena pada kontrol tersedia NH_4^+ dari pupuk yang berlebihan (karena tidak berlangsung imobilisasi oleh mikroba heterotrof) yang berakibat meracun terhadap bakteri bakteri pengoksidasi NO_2^- .



Gambar 5. Histogram bakteri pengoksidasi NH_4^+



Gambar 6. Histogram bakteri pengoksidasi NO₂⁻

Pada lama inkubasi 20, perlakuan seresah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah) mempunyai populasi bakteri pengoksidasi NH₄⁺ paling rendah ($3,7 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah) (Gambar 5.). Hal ini dikarenakan kandungan ligninnya yang paling tinggi, sebesar 20.84% ($r=-0.947$, $P=0.000$) dan menyebabkan populasi mikrobia heterotrof lebih banyak daripada bakteri pengoksidasi NH₄⁺-nya ($r=-0.675$, $P=0.001$) sehingga nilai potensial nitrifikasi menjadi paling rendah ($0.126 \text{ mgNO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ jam}^{-1}$). Perlakuan seresah *Tephrosia candida* (kualitas tinggi) mempunyai populasi bakteri pengoksidasi NH₄⁺ paling tinggi di akhir inkubasi, sebesar ($12 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah). Hal ini disebabkan kandungan lignin rendah, sebesar 17.68% dan menyebabkan populasi mikrobia heterotrof lebih sedikit daripada bakteri pengoksidasi NH₄⁺nya sehingga nilai potensial nitrifikasi menjadi tinggi. Pada perlakuan seresah *Kaempferia galanga* (kualitas sedang) mempunyai populasi *Nitrosomonas* sebesar $7,4 \cdot 10^4 \text{ g}^{-1}$ tanah di akhir inkubasi dengan kandungan lignin 14.78%.

Hasil uji korelasi menyatakan pertumbuhan bakteri pengoksidasi NH₄⁺ berhubungan erat secara negatif dengan bakteri heterotrof ($r=-0.675$, $P=0.001$), *Actinomyces* ($r=-0.554$, $P=0.011$), fungi ($r=-0.303$,

$P=0.194$), dan bakteri pengoksidasi NO_2^- ($r=-0.272$, $P=0.245$), artinya setiap peningkatan populasi bakteri heterotrof, *Actinomyces*, fungi, dan bakteri pengoksidasi NO_2^- akan menurunkan populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ dikarenakan pemberian bahan organik bernisbah C/N tinggi ke dalam tanah secara tidak langsung dapat menghambat nitrifikasi karena NH_4^+ hasil mineralisasi bahan organik dan NH_4^+ dalam tanah akan diimobilisasi oleh mikroba heterotrof pendekomposisi bahan organik sehingga tidak menyisakan substrat NH_4^+ untuk nitrifikasi (Paul and Clarck, 1989; Mancinelli, 1992 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007).

Hasil uji korelasi menyatakan pertumbuhan bakteri pengoksidasi NO_2^- akan berhubungan secara positif dengan bakteri heterotrof ($r=0.570$, $P=0.009$) dan *Actinomyces* ($r=0.580$, $P=0.007$). Dari hasil uji korelasi juga diketahui bakteri pengoksidasi NO_2^- memiliki hubungan yang erat secara negatif dengan fungi ($r=-0.456$, $P=0.043$) artinya setiap peningkatan fungi akan diikuti penurunan bakteri pengoksidasi NO_2^- .

Perlakuan pemberian seresah tanaman terbukti mampu menurunkan potensial nitrifikasi melalui penghambatannya terhadap aktivitas bakteri pengoksidasi NH_4^+ dan penghambatannya terbukti tidak menimbulkan efek meracun terhadap bakteri pengoksidasi NO_2^- . Perlakuan seresah terbukti dapat menurunkan potensial nitrifikasi, hal ini terkait dengan pemanfaatan bahan organik dari seresah oleh aktivitas mikroorganisme heterotrof yang bersaing dengan bakteri pengoksidasi NH_4^+ dalam memperoleh substrat NH_4^+ . Oleh karena itu, perlu dihitung populasi bakteri heterotrof, *Actinomyces*, dan fungi.

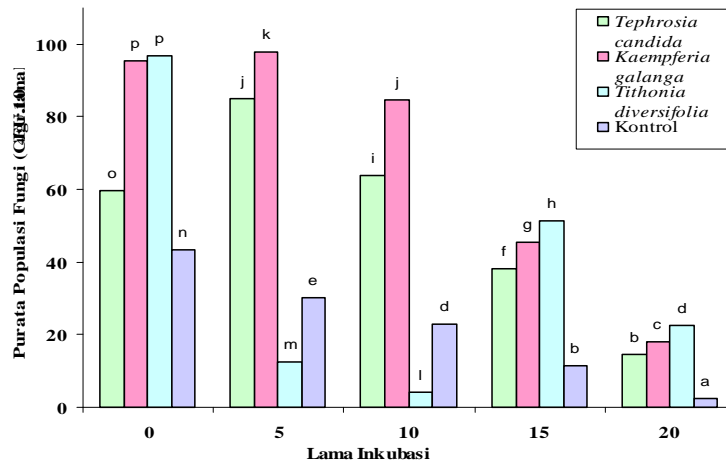
2. Mikrobia Heterotrof (Bakteri, Fungi, dan *Actinomyces*)

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan bakteri heterotrof meningkat seiring bertambahnya lama inkubasi. Hal ini dikarenakan seresah adalah sumber C-organik yang merupakan sumber energi bagi mikrobia heterotrof, semakin tinggi C-organik maka mikrobia

heterotrof semakin banyak dengan meningkatnya kandungan karbon akan diikuti oleh populasi mikrobia tanah. Mikrobia heterotrof dapat mengimobilisasi NH_4^+ dalam tanah selama dekomposisi bahan organik sehingga tidak menyisakan substrat untuk nitrifikasi (Myrold, 1999 *cit.* Purwanto *et al.*, 2006). Pemberian seresah terbukti memberikan asupan sumber energi bagi bakteri heterotrof sehingga secara tidak langsung akan menekan populasi bakteri pengoksidasi NH_4^+ . Hasil penelitian ini didukung analisis ragam yang menunjukkan bahwa perlakuan pemberian seresah tanaman memberikan pengaruh sangat nyata ($P=0.000$) serta ada interaksi antara lama inkubasi dan pemberian seresah terhadap populasi mikrobia heterotrof (bakteri, fungi, dan *Actinomycetes*).

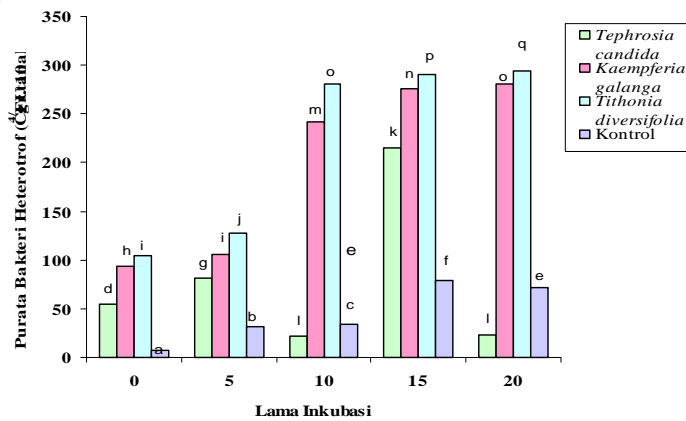
Melihat hasil pemantauan pertumbuhan fungi pada setiap lama inkubasi terlihat bahwa perlakuan pemberian seresah tanaman berpengaruh dalam menunjang kehidupan fungi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kenyataan ini ditunjang oleh hasil uji F yang menunjukkan bahwa pemberian seresah, lama inkubasi, serta interaksinya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap populasi fungi ($P=0.000$).

Berdasarkan hasil pemantauan pertumbuhan *Actinomycetes* pada setiap lama inkubasi, maka dapat diasumsikan bahwa perlakuan seresah akan mendorong pertumbuhan *Actinomycetes* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa perlakuan seresah. Kenyataan ini didukung uji F yang menunjukkan bahwa pemberian seresah, lama inkubasi, serta interaksinya memberikan pengaruh sangat nyata terhadap populasi *Actinomycetes* ($P=0.000$).



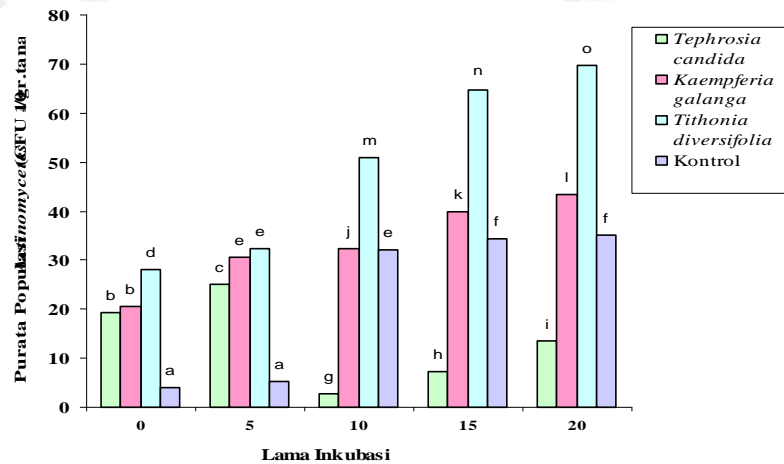
Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMR 5%

Gambar 7. Histogram populasi fungi



Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMR 5%

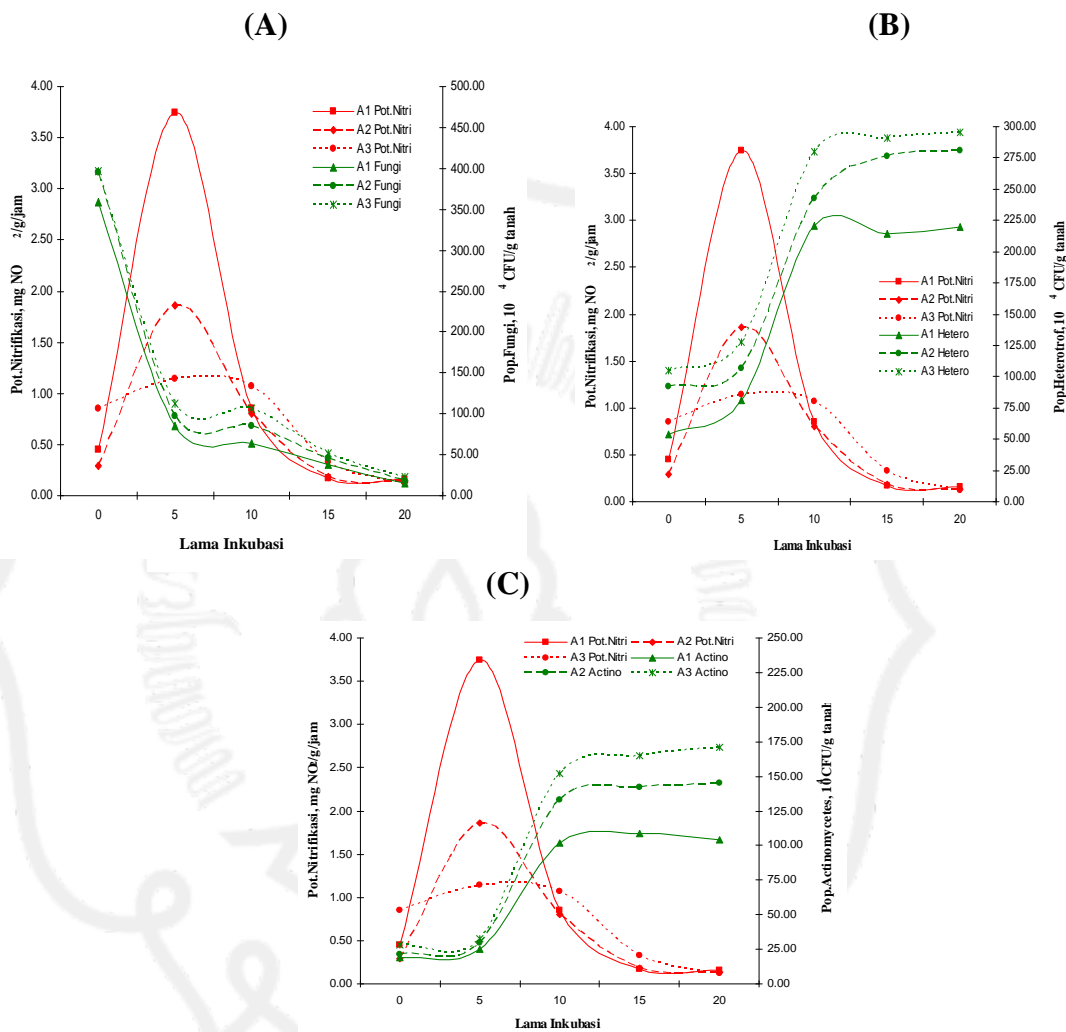
Gambar 8. Histogram populasi bakteri heterotrof



Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMR 5%

Gambar 9. Histogram populasi *Actinomyces*

Penambahan seresah tanaman selama 20 hari inkubasi, dapat meningkatkan populasi bakteri heterotrof dan *Actinomyces*, namun terjadi penurunan populasi fungi dengan nilai bervariasi (Gambar 10).



Gambar 10. Hubungan potensial nitrifikasi dengan populasi fungi (A), bakteri heterotrof (B), dan *Actinomyces* (C)

Pada Gambar 10. terlihat perbedaan populasi fungi, bakteri heterotrof, dan *Actinomyces*. Mikrobia heterotrof yang aktif mendekomposisi seresah pada awal inkubasi adalah fungi, diikuti bakteri heterotrof kemudian *Actinomyces*. Populasi bakteri heterotrof perlakuan seresah mengalami kenaikan pada lama inkubasi 0, 5, 10, 15, dan mencapai puncak pada lama inkubasi 20. Bakteri sangat

tanggap terhadap pasokan senyawa sederhana seperti pati dan gula, sedangkan fungi dan *Actinomycetes* akan dominan apabila terdapat bahan organik kaya selulosa atau senyawa resisten (Brady and Weil, 2002). Populasi bakteri heterotrof pada berbagai seresah tanaman selama inkubasi lebih tinggi daripada perlakuan kontrol, karena pada kontrol tidak tersedia sumber C yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri heterotrof.

Pada akhir inkubasi, seresah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah) mempunyai populasi bakteri heterotrof yang paling tinggi (295.10^4 CFU g^{-1} tanah) di antara perlakuan kedua seresah lainnya. Hal ini dikarenakan kandungan ligninnya paling tinggi, yaitu 20.84% ($r=0.667$, $P=0.001$). Populasi bakteri heterotrof terendah terdapat pada perlakuan pemberian seresah *Tephrosia candida* (kualitas tinggi) sebesar 220.10^4 CFU g^{-1} tanah di akhir inkubasi dengan kandungan lignin 17.68%. Seresah *Kaempferia galanga* (kualitas rendah) mempunyai populasi bakteri heterotrof sebesar 281.10^4 CFU g^{-1} tanah dengan kandungan lignin 14.78%.

Populasi fungi tertinggi pada lama inkubasi 0 dan selanjutnya semakin menurun sampai lama inkubasi 20 pada setiap perlakuan seresah. Populasi fungi menurun seiring bertambahnya lama inkubasi, pada awal inkubasi dekomposisi seresah menghasilkan senyawa sederhana yang mudah terurai sehingga dapat dimanfaatkan fungi untuk metabolisme dan seiring dengan penambahan lama inkubasi maka senyawa yang terbentuk adalah senyawa kompleks maka populasi fungi mengalami penurunan.

Populasi fungi di akhir inkubasi tertinggi pada perlakuan pemberian seresah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah) sebesar (23.10^4 CFU g^{-1} tanah). Hal ini dikarenakan kandungan ligninnya paling tinggi, yaitu 20.84% ($r=0.297$, $P=0.203$). Populasi fungi terendah terdapat pada perlakuan pemberian seresah *Tephrosia candida* (kualitas tinggi) sebesar 15.10^4 CFU g^{-1} tanah di akhir

inkubasi. Seresah *Kaempferia galanga* (kualitas sedang) mempunyai populasi fungi sebesar 18.10^4 CFU g^{-1} .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *Actinomycetes* mengalami peningkatan pada setiap lama inkubasi dan mencapai puncaknya pada lama inkubasi 20. Hal ini dikarenakan pada awal dekomposisi yang tersedia adalah senyawa-senyawa yang bagi *Actinomycetes* tidak dapat dimanfaatkan untuk bermetabolisme. *Actinomycetes* akan dominan apabila terdapat bahan organik kaya selulosa atau senyawa resisten dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk terurai (Brady and Weil, 2002).

Pada akhir inkubasi, seresah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah) mempunyai populasi *Actinomycetes* yang paling tinggi (171.10^4 CFU g^{-1} tanah). Hal ini dikarenakan kandungan ligninnya paling tinggi, yaitu 20.84% ($r=0.533$, $P=0.016$). Populasi *Actinomycetes* terendah terdapat pada perlakuan pemberian seresah *Tephrosia candida* (kualitas tinggi) sebesar 114.10^4 CFU g^{-1} tanah di akhir inkubasi dengan kandungan lignin 17.68%. Seresah *Kaempferia galanga* (kualitas rendah) mempunyai populasi *Actinomycetes* sebesar 145.10^4 CFU g^{-1} tanah dengan kandungan lignin 14.78%.

Populasi bakteri, fungi, dan *Actinomycetes* tertinggi pada pemberian seresah berkualitas rendah (*Tithonia diversifolia*) karena kandungan ligninnya yang tinggi. Lignin dipecah amat lamban oleh mikrobia (Handayanto, 1994 *cit.* Purwanto *et al.*, 2007) dan tingkat dekomposisinya belum lanjut sehingga akan diikuti imobilisasi N, kemudian dilepaskan N dalam jumlah yang lebih besar sebagai hasil mineralisasi seresah dan mikrobia yang mati. Dengan demikian, pemberian seresah berkualitas rendah ke dalam tanah dapat menghambat potensial nitrifikasi.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemberian seresah berkualitas rendah (*Tithonia diversifolia*) menurunkan potensial nitrifikasi 77.35% (dari 4.99 menjadi 1.137 mg NO₂⁻ kg⁻¹jam⁻¹), seresah berkualitas sedang (*Kaempferia galanga*) dapat menurunkan potensial nitrifikasi 62.45% (dari 4.99 menjadi 1.864 mg NO₂⁻ kg⁻¹jam⁻¹), dan seresah berkualitas tinggi (*Tephrosia candida*) dapat menurunkan potensial nitrifikasi 25.05% (dari 4.99 menjadi 3.742 mg NO₂⁻ kg⁻¹jam⁻¹).
2. Seresah yang paling efektif terhadap penurunan potensial nitrifikasi adalah *Tithonia diversifolia* (kualitas rendah) dengan nisbah (P+L/N) 18.36, nisbah C/N 18.75, kandungan lignin 20.84%, dan polifenol 4.37% sedangkan lama inkubasi yang paling efektif terhadap penurunan potensial nitrifikasi adalah lama inkubasi 20 dengan nilai potensial nitrifikasi sebesar 0.1266 mg NO₂⁻ kg⁻¹ jam⁻¹.
3. Populasi bakteri pengoksidasi NH₄⁺ terendah pada lama inkubasi 20, untuk *Tithonia diversifolia* sebesar 3,7.10⁴ g⁻¹ tanah, *Kaempferia galanga* sebesar 7,4.10⁴ g⁻¹ tanah, dan *Tephrosia candida* sebesar 12.10⁴ g⁻¹ tanah.
4. Potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi paling efektif menghambat pada inkubasi 20 untuk semua perlakuan seresah tanaman.
5. Pemberian seresah *Tithonia diversifolia*, *Kaempferia galanga*, dan *Tephrosia candida* berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan potensial nitrifikasi dan populasi bakteri nitrifikasi (P-value = 0.000).

B. Saran

- a. Pemilihan serta pencampuran berbagai kualitas seresah sebelum diaplikasikan ke dalam tanah dapat diterapkan untuk mengatur saat pembebasan hara selama dekomposisi agar lebih sesuai dengan jumlah dan saat dibutuhkan oleh tanaman.
- b. Diperlukan pengukuran konsentrasi NH₄⁺ dan NO₃⁻ dalam tanah sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap nitrifikasi aktual dalam tanah.
- c. Diperlukan penelitian yang lebih mendalam tentang hambatan nitrifikasi

dari seresah berkualitas rendah, hambatan yang terjadi bersifat langsung atau tidak langsung terhadap aktivitas bakteri pengoksidasi NH_4^+ .

- d. Diperlukan adanya penambahan waktu inkubasi menjadi 1 bulan pada penelitian ini supaya hasil yang didapatkan lebih baik lagi.
- e. Diperlukan adanya pemberian seresah dalam bentuk utuh untuk aplikasi di lapangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Peranan Penelitian Alelopati Dalam Pelaksanaan LEISA; Dalam www.tumoutou.net., diambil pada tanggal 20 Juni 2007.
- Anonim. 2007. Bahan Organik; Dalam www.elisa.ugm.ac.id, diambil pada tanggal 29 April 2008.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils. Thirteenth Edition. *Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 960 hal.*
- Darmawijaya, I. 1990. *Klasifikasi Tanah Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Erickson, A. J., Ramsewak, R. S., Smucker, A. J. and Nair, M.G. 2000. Nitrification Inhibitors from the Roots of *Leucaena leucocephala*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(12). 6174 – 6177.
- Fauzi, D. R. 2006. *Uji Efektivitas Inokulum Mikoriza Veskular-Arbuskular dari Beberapa Jenis Tanah Terhadap Serapan P Tanaman Jagung (Zea mays L.) di Alfisols Jumantono dengan Pemberian Bahan Organik*. Skripsi S1 Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Fike E. 2005. *Pengaruh Berbagai Dosis dan Tingkat Kandungan Polifenol Bahan Organik terhadap Penghambatan Nitrifikasi pada Entisol, Lampung Barat*. Skripsi S1 Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Foth, D. H. 1993. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Hairiah, K., Suprayogo, D., Widiyanto, Berlian, Suhara, E., Mardiasuning, A., Widodo, R.H., Prayogo, C. dan Rahayu, S., 2004. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan Seresah, Populasi Cacing Tanah dan Makroporositas Tanah. *Agrivita*, 26(1), 68-80.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A., Nugroho, S.E., Diha, M., Hong, G., Bailey, H., 1996. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Handayanto, E., Cadish, G., and Giller K. E. 1995. Manipulation of quality and mineralization of tropical legume tree prunings by varying nitrogen supply. *Plant and Soil*. 176, 149-160.
- Harjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Edisi Revisi. Penerbit Akademika Presindo. Jakarta. Hal. 126.
- Kermasha, S., M. Goethebeur, and J. Dumont, 1995. *Determination of Phnolic Compound Profiles in Maple Products by HPLC*. *J.Agric Food Chem*. 43, 708-716.
- McCull, J. G. 1995. Forest Clear-Cutting., Soil Response. *Encyclopedia of Microbiology. Volume 3. Lederberg, J. (Ed.) Academic Press, Inc. 229-237.*

- Metting, F. Jr, Blaine. 1992.(ed.) *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Munir, M. 1996. *Tanah-Tanah Utama Indonesia*. Dunia Pustaka Jaya. Jakarta.
- Mulyani, M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Citra. Jakarta.
- Murphy, D.V., Stockdale, E.A., Brookes, P.C and Goulding, K.W.T. 2003. Impact of Microorganisms on Chemical Transformation in Soil. In: *Soil Biological Fertility. A Key to Sustainable Land Use in Agriculture*. Abbot, L.K. and Murphy, D.V. (eds.). *Kluwer Academic Publisher, Netherland*. 37-59.
- Myrold, D. D. 1999. *Transformation of Nitrogen*. Dalam: Principles and Application of Soil Microbiology.
- Paul, E. A. and Clarck, F. E. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc.
- Purwanto, E. Handayanto, D. Suprayogo and K. Hairiah. 2006. Dampak alih guna hutan menjadi agroforestri kopi terhadap nitrifikasi potensial di Sumberjaya, Lampung Barat *Agrivita, Volume 28 (3): 267 - 285*
- Purwanto, John Bako Baon, dan Hairiah K, 2007. Dapatkah kualitas masukan seresah pohon penangung menjadi 'regulator' nitrifikasi pada lahan agroforestri kopi? *Pelita Perkebunan Volume 24 (1). Desember 2007*.
- Purwanto, 2007. *Pengendalian Nitrifikasi Melalui Pengaturan Kualitas Seresah Pohon Penangung Pada Lahan Agroforestri Berbasis Kopi*. Disertasi. Malang.
- Rao, S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI-Press. Jakarta.
- Rosmarkam, A. dan Yuwono. 2001. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Schinner, F., Kandeler, E., Ohlinger, R., and Mergesin, R (eds.) 1995. *Methods in Soil Biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 426 p.
- Supriyadi. 2002. *Tithonia diversifolia* dan *Tephrosia candida* Sebagai Sumber Bahan Organik Alternatif Untuk Perbaikan P Tanah Andisols. *Sains Tanah Vol. 1. No. 2. hal 7-15. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta*.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology (Third Edition)*. *Sinauer Associates, Inc., Publishers*. 67 – 86.
- Tate, R. L. 1995. *Soil Microbiology*. John Wiley dan Sons, Inc.
- Wikipedia. 2007. Polifenol dan Lignin; Dalam www.wikipedia.org., diambil pada tanggal 5 November 2007.

Tabel Lampiran 1. Sifat kimia tanah pada berbagai perlakuan

No	Jenis seresah	pH H ₂ O	Kelembaban	Suhu Tanah (°C)	C/N
1.	<i>Kaempferia galanga</i>				
	0 hari	5.6	40	26	15.80
	5 hari	6.5	41	26	16.65
	10 hari	5.7	41	28	15.98
	15 hari	6.1	43	29	16.80
	20 hari	5.8	43	29	16.33
2.	<i>Tithonia diversifolia</i>				
	0 hari	5.6	40	26	18.75
	5 hari	6.8	40	26	18.83
	10 hari	5.9	41	28	19.06
	15 hari	6.3	41	29	19.81
	20 hari	5.7	43	29	19.02
3.	<i>Tephrosia candida</i>				
	0 hari	5.6	40	27	10.98
	5 hari	6.5	41	27	11.29
	10 hari	5.8	41	29	12.74
	15 hari	6.2	43	29	12.05
	20 hari	5.8	42	29	12.01
4.	Kontrol				
	0 hari	5.48	40	26	10.03
	5 hari	6.3	40	26	12.35
	10 hari	5.5	41	27	11.78
	15 hari	6.1	41	27	11.17
	20 hari	5.5	42	27	10.07

Hasil analisis Laboratorium Biologi Tanah, Unibraw, Juni 2007

Tabel Lampiran 2. Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri pengoksidasi NH₄⁺

Lama Inkubasi	Populasi Bakteri Pengoksidasi NH ₄ ⁺ (10 ⁴ g/tanah)			
	A1	A2	A3	A4
	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Tephrosia candida</i>	<i>Kaempferia galanga</i>	Kontrol
I ₁ (0 hari)	9.2333d	20.0000h	11.3333e	54.3333j
I ₂ (5 hari)	11.3333e	23.3333i	14.0000f	68.6667k
I ₃ (10 hari)	7.3333c	17.0000g	9.2333d	84.3333l
I ₄ (15 hari)	5.6333a	16.0000g	8.2000cd	84.3333l
I ₅ (20 hari)	3.9000a	12.0000e	7.3333c	95.6667m

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 3. Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri pengoksidasi NO_2^-

Waktu Inkubasi	Populasi Bakteri Pengoksidasi NO_2^- (10^4 g/tanah)			
	A1 <i>Tithonia diversifolia</i>	A2 <i>Tephrosia candida</i>	A3 <i>Kaempferia galanga</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	3.6000a	5.1667c	3.8667b	1.8000a
I ₂ (5 hari)	4.0000b	7.1000d	5.0000c	2.0000a
I ₃ (10 hari)	5.7000c	11.3333f	6.9333d	5.4000c
I ₄ (15 hari)	6.8000d	14.3333g	8.8000e	6.1000c
I ₅ (20 hari)	7.7000d	19.0000h	8.7333e	6.8000d

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 4. Pengaruh seresah terhadap populasi fungi

Waktu Inkubasi	Populasi Fungi (CFU 10^4 g/tanah)			
	A1 <i>Tithonia diversifolia</i>	A2 <i>Tephrosia candida</i>	A3 <i>Kaempferia galanga</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	96.6667p	59.6667o	95.3333p	43.3333n
I ₂ (5 hari)	12.3333m	85.0000j	98.0000k	30.3333e
I ₃ (10 hari)	4.3333l	64.0000i	84.6667j	23.0000d
I ₄ (15 hari)	51.3333h	38.3333f	45.3333g	11.6667b
I ₅ (20 hari)	22.6667d	14.6667b	18.0000c	2.3333a

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 5. Pengaruh seresah terhadap populasi bakteri heterotrof

Waktu Inkubasi	Populasi Bakteri Heterotrof (CFU 10^4 g/tanah)			
	A1 <i>Tithonia diversifolia</i>	A2 <i>Tephrosia candida</i>	A3 <i>Kaempferia galanga</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	105.0000i	55.0000d	93.0000h	7.3333a
I ₂ (5 hari)	128.0000j	81.6667g	106.3333i	31.3333b
I ₃ (10 hari)	281.3333o	220.3333l	241.3333m	34.3333c
I ₄ (15 hari)	290.3333p	215.0000k	276.0000n	78.6667f
I ₅ (20 hari)	294.3333q	220.6667l	281.0000o	71.6667e

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 6. Pengaruh seresah terhadap populasi *Actinomycetes*

Waktu Inkubasi	Populasi <i>Actinomycetes</i> (CFU 10 ⁴ g/tanah)			
	A1 <i>Tithonia diversifolia</i>	A2 <i>Tephrosia candida</i>	A3 <i>Kaempferia galanga</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	28.0000d	19.3333b	20.6667b	4.0000a
I ₂ (5 hari)	32.3333e	25.0000c	30.6667e	5.3333a
I ₃ (10 hari)	51.0000m	2.6667g	32.3333j	32.0000e
I ₄ (15 hari)	64.6667n	7.3333h	40.0000k	34.3333f
I ₅ (20 hari)	69.6667o	13.6667i	43.3333l	35.0000f

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 7. Pengaruh seresah terhadap potensial nitrifikasi

Lama Inkubasi	Potensial Nitrifikasi (mgNO ₂ /kg tanah/jam)			
	A1 <i>Kaempferia galanga</i>	A2 <i>Tithonia diversifolia</i>	A3 <i>Tephrosia candida</i>	A4 Kontrol
I ₁ (0 hari)	0.2983c	0.8555g	0.4894d	1.5050k
I ₂ (5 hari)	1.8634l	1.1392j	3.7726n	4.9979o
I ₃ (10 hari)	0.7916f	1.0255i	0.9204h	2.5063m
I ₄ (15 hari)	0.1838b	0.3246c	0.1754b	0.7416e
I ₅ (20 hari)	0.1331a	0.1266a	0.1543ab	0.4715d

Keterangan : purata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata dalam satu kolom

Tabel Lampiran 8. Ringkasan uji F 5%

No	Variabel yang diamati	P
1.	Potensial Nitrifikasi	0.000
2.	Populasi Bakteri Pengoksidasi NH ₄ ⁺	0.000
3.	Populasi Bakteri Pengoksidasi NO ₂ ⁻	0.000
4.	Populasi Bakteri	0.000
5.	Populasi <i>Actinomycetes</i>	0.000
6.	Populasi Jamur	0.000

Tabel Lampiran 9. Uji korelasi

	(L+P)/N		C/N		POLIFENOL		LIGNIN	
	r	P	r	P	r	P	r	P
Pot. Nit.	-0.442	0.051	-0.306	0.189	-0.371	0.108	-0.405	0.076
B-NH ₄ ⁺	-0.819	0	-0.48	0.032	-0.931	0	-0.947	0
B-NO ₂ ⁻	0.506	0.023	0.596	0.006	0.286	0.222	0.236	0.317
B-Heterotrof	0.527	0.017	0.23	0.328	0.654	0.002	0.667	0.001
<i>Actinomycetes</i>	0.404	0.077	0.169	0.477	0.533	0.015	0.533	0.016
Fungi	0.214	0.364	0.058	0.808	0.294	0.208	0.297	0.203

Tabel Lampiran 10. Perhitungan potensial nitrifikasi

Perlakuan	S	C	(S-C)	$((S-C)*25*1*1000*100)/10*5\%$
1. <i>Kaempferia galanga</i>				
Inkubasi 0	0.046677	0.040202	0.006476	0.289473715
Inkubasi 5	0.052039	0.010334	0.041704	1.86429819
Inkubasi 10	0.020836	0.002807	0.01803	0.805978601
Inkubasi 15	0.044125	0.040019	0.004107	0.183580026
Inkubasi 20	0.028789	0.025811	0.002978	0.133142393
2. <i>Tithonia diversifolia</i>				
Inkubasi 0	0.067085	0.047952	0.019133	0.85528629
Inkubasi 5	0.066168	0.040841	0.025326	1.132148547
Inkubasi 10	0.048977	0.02507	0.023906	1.068677166
Inkubasi 15	0.022564	0.015254	0.00731	0.326767617
Inkubasi 20	0.02871	0.025875	0.002834	0.126691015
3. <i>Tephrosia candida</i>				
Inkubasi 0	0.056059	0.045912	0.010147	0.453615749
Inkubasi 5	0.147184	0.035525	0.111659	4.991446454
Inkubasi 10	0.025555	0.006605	0.01895	0.84713654
Inkubasi 15	0.029663	0.02581	0.003853	0.172245203
Inkubasi 20	0.048736	0.045235	0.003501	0.156506054
4. Kontrol				
Inkubasi 0	0.712348	0.678766	0.033582	1.501198033
Inkubasi 5	0.775061	0.663218	0.111843	4.999687081
Inkubasi 10	0.718995	0.662929	0.056066	2.506303084
Inkubasi 15	0.68287	0.666281	0.016589	0.741555655
Inkubasi 20	0.681281	0.670732	0.010549	0.471546714

Tabel Lampiran 11. Analisis statistika

A. Potensial Nitrifikasi**1. Uji F (ANOVA)**

Analysis of Variance for Potensial-Nitrifikasi, using Adjusted SS for Tests

Analysis of Variance for Pot-Nt, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	18.8801	18.8801	6.2934	8358.55	0.000
I	4	58.5062	58.5062	14.6265	1.9E+04	0.000
A*I	12	18.3553	18.3553	1.5296	2031.55	0.000
Error	40	0.0301	0.0301	0.0008		
Total	59	95.7717				

Ket. : NS = Berpengaruh tidak nyata ($P > 0.05$)
 S/* = Berpengaruh nyata ($0.01 < P < 0.05$)
 HS/** = Berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Di bawah ini hanya keterangan tambahan dari ANOVA di atas

Least Squares Means for Pot-Nt

Perlakuan Rata-rata

A	Mean	SE Mean
0	0.68210	0.006669
1	0.64978	0.006669

```

2      0.69265  0.006669
3      1.10242  0.006669
I
0      0.65859  0.007456
1      2.14507  0.007456
2      0.77528  0.007456
3      0.21970  0.007456
4      0.11004  0.007456
A*I
0 0    0.99117  0.014912
0 1    1.80510  0.014912
0 2    0.36370  0.014912
0 3    0.19497  0.014912
0 4    0.05557  0.014912
1 0    0.29830  0.014912
1 1    1.86343  0.014912
1 2    0.79160  0.014912
1 3    0.18377  0.014912
1 4    0.11180  0.014912
2 0    0.85550  0.014912
2 1    1.13917  0.014912
2 2    1.02547  0.014912
2 3    0.32463  0.014912
2 4    0.11847  0.014912
3 0    0.48940  0.014912
3 1    3.77257  0.014912
3 2    0.92037  0.014912
3 3    0.17543  0.014912
3 4    0.15433  0.014912
    
```

2. UJI DMR

POT_NITR

Duncan^a

A	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	15	.6498
.00	15	.6821
2.00	15	.6926
3.00	15	1.1024
Sig.		.204

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

Kolom perlakuan. Urutan perlakuan sesuai dengan rata-rata perlakuan dari terkecil ke rata-rata terbesar.

POT_NITR

Duncan^a

I	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
4.00	12	.1100		
3.00	12	.2197		
.00	12		.6586	
2.00	12		.7753	
1.00	12			2.1451
Sig.		.588	.564	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

Cara membaca :

Terdapat 3 kolom, kolom 1 menunjukkan kolom notasi a, kolom 2 menunjukkan kolom notasi b dan kolom 3 menunjukkan kolom notasi c. Jadi jika perlakuan mempunyai nilai rata-rata hanya di satu kolom saja maka notasinya sesuai dengan kolom yang ditunjukkan. Misal I3, mempunyai nilai di kolom 1 saja, maka I3 notasinya a., begitu seterusnya.

POT_NITR

Duncan

AI	N	Subset for alpha = .05														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5.00	3	.1118														
10.00	3	.1185														
15.00	3	.1543	.1543													
14.00	3		.1754													
4.00	3		.1838													
1.00	3			.2983												
9.00	3			.3246												
20.00	3				.4715											
11.00	3				.4894											
19.00	3					.7416										
3.00	3						.7916									
6.00	3							.8555								
13.00	3								.9204							
8.00	3									1.0255						
7.00	3										1.1392					
16.00	3											1.5050				
2.00	3												1.8634			
18.00	3													2.5063		
12.00	3														3.7726	
17.00	3															4.9979
Sig.		.079	.223	.247	.429	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

B. Bakteri NH₄⁺**1. Uji F**

Analysis of Variance for Bakteri_NH4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	49465.6	49465.6	16488.5	3.3E+04	0.000 **
I	4	304.4	304.4	76.1	154.17	0.000 **
A*I	12	3217.3	3217.3	268.1	543.09	0.000 **
Error	40	19.7	19.7	0.5		
Total	59	53007.0				

Least Squares Means for B_NH4

A	Mean	SE Mean
0	77.467	0.1814
1	7.487	0.1814
2	17.667	0.1814
3	10.020	0.1814
I		
0	23.725	0.2028
1	29.333	0.2028
2	29.475	0.2028
3	28.542	0.2028
4	29.725	0.2028
A*I		
0 0	54.333	0.4057
0 1	68.667	0.4057
0 2	84.333	0.4057
0 3	84.333	0.4057
0 4	95.667	0.4057
1 0	9.233	0.4057
1 1	11.333	0.4057
1 2	7.333	0.4057
1 3	5.633	0.4057
1 4	3.900	0.4057
2 0	20.000	0.4057
2 1	23.333	0.4057
2 2	17.000	0.4057
2 3	16.000	0.4057
2 4	12.000	0.4057
3 0	11.333	0.4057
3 1	14.000	0.4057
3 2	9.233	0.4057
3 3	8.200	0.4057
3 4	7.333	0.4057

2. Uji DMR

B_NH4

Duncan^a

A	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1.00	15	7.4867		
3.00	15	10.0200		
2.00	15		17.6667	
.00	15			77.4667
Sig.		.387	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

B_NH4

Duncan^a

I	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	12	23.7250
3.00	12	28.5417
1.00	12	29.3333
2.00	12	29.4750
4.00	12	29.7250
Sig.		.679

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

B_NH4

Duncan^a

AI	N	Subset for alpha = .05															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
5.00	3	3.9000															
4.00	3		5.6333														
3.00	3			7.3333													
15.00	3			7.3333													
14.00	3			8.2000	8.2000												
1.00	3				9.2333												
13.00	3				9.2333												
2.00	3					11.3333											
11.00	3					11.3333											
10.00	3					12.0000											
12.00	3						14.0000										
9.00	3							16.0000									
8.00	3							17.0000									
6.00	3								20.0000								
7.00	3									23.3333							
16.00	3										54.3333						
17.00	3											68.6667					
18.00	3												84.3333				
19.00	3												84.3333				
20.00	3															95.6667	
Sig.		1.000	1.000	.161	.096	.281	1.000	.089	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



C. Bakteri NO₂⁻

1. Uji F

Analysis of Variance for Bakteri_NO2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	453.874	453.874	151.291	429.40	0.000 **
I	4	455.919	455.919	113.980	323.50	0.000 **
A*I	12	107.733	107.733	8.978	25.48	0.000 **
Error	40	14.093	14.093	0.352		
Total	59	1031.619				

Least Squares Means for B_NO2

A	Mean	SE Mean
0	4.253	0.1533
1	5.147	0.1533
2	11.387	0.1533
3	6.667	0.1533
I		
0	3.217	0.1714
1	4.325	0.1714
2	7.275	0.1714
3	8.908	0.1714
4	10.592	0.1714
A*I		
0 0	1.833	0.3427
0 1	1.667	0.3427
0 2	5.133	0.3427
0 3	5.700	0.3427
0 4	6.933	0.3427
1 0	2.000	0.3427
1 1	3.533	0.3427
1 2	5.700	0.3427
1 3	6.800	0.3427
1 4	7.700	0.3427
2 0	5.167	0.3427
2 1	7.100	0.3427
2 2	11.333	0.3427
2 3	14.333	0.3427
2 4	19.000	0.3427
3 0	3.867	0.3427
3 1	5.000	0.3427
3 2	6.933	0.3427
3 3	8.800	0.3427
3 4	8.733	0.3427

2. Uji DMR

B_NO2Duncan^a

A	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
.00	15	4.2533	
1.00	15	5.1467	
3.00	15	6.6667	
2.00	15		11.3867
Sig.		.056	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

B_NO2Duncan^a

I	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
.00	12	3.2167		
1.00	12	4.3250		
2.00	12		7.2750	
3.00	12		8.9083	8.9083
4.00	12			10.5917
Sig.		.405	.221	.208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

B_NO2

Duncan^a

AI	N	Subset for alpha = .05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
17.00	3	2.0000								
16.00	3	1.8000								
1.00	3	3.6000								
2.00	3		4.0000							
11.00	3		3.8667							
12.00	3			5.0000						
18.00	3			5.4000						
6.00	3			5.1667						
3.00	3			5.7000						
19.00	3			6.1000						
4.00	3				6.8000					
13.00	3				6.9333					
20.00	3				6.8000					
7.00	3				7.1000					
5.00	3				7.7000					
15.00	3					8.7333				
14.00	3					8.8000				
8.00	3						11.3333			
9.00	3							14.3333		
10.00	3								19.0000	
Sig.		.522	.496	.206	.104	.891	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



D. Bakteri Heterotrof

1. Uji F

Analysis of Variance for B_Hetero, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	275499	275499	91833	1.2E+05	0.000 **
I	4	260526	260526	65131	8.5E+04	0.000 **
A*I	12	43221	43221	3602	4697.91	0.000 **
Error	40	31	31	1		
Total	59	579276				

Least Squares Means for B_Hetero

A	Mean	SE Mean
0	44.667	0.2261
1	219.800	0.2261
2	158.533	0.2261
3	199.533	0.2261
I		
0	65.083	0.2528
1	86.833	0.2528
2	194.333	0.2528
3	215.000	0.2528
4	216.917	0.2528
A*I		
0 0	7.333	0.5055
0 1	31.333	0.5055
0 2	34.333	0.5055
0 3	78.667	0.5055
0 4	71.667	0.5055
1 0	105.000	0.5055
1 1	128.000	0.5055
1 2	281.333	0.5055
1 3	290.333	0.5055
1 4	294.333	0.5055
2 0	55.000	0.5055
2 1	81.667	0.5055
2 2	220.333	0.5055
2 3	215.000	0.5055
2 4	220.667	0.5055
3 0	93.000	0.5055
3 1	106.333	0.5055
3 2	241.333	0.5055
3 3	276.000	0.5055
3 4	281.000	0.5055

2. Uji DMR

B_HETERODuncan^a

A	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
.00	15	44.6667		
2.00	15		158.5333	
3.00	15		199.5333	199.5333
1.00	15			219.8000
Sig.		1.000	.133	.454

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

B_HETERODuncan^a

I	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
.00	12	65.0833	
1.00	12	86.8333	
2.00	12		194.3333
3.00	12		215.0000
4.00	12		216.9167
Sig.		.487	.499

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

B_HETERO

Duncan

AI	N	Subset for alpha = .05																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
16.00	3	7.3333																				
17.00	3		31.3333																			
18.00	3			34.3333																		
6.00	3				55.0000																	
20.00	3					71.6667																
19.00	3						78.6667															
7.00	3							81.6667														
11.00	3								93.0000													
1.00	3									105.0000												
12.00	3										106.3333											
2.00	3											128.0000										
9.00	3												215.0000									
8.00	3													220.3333								
10.00	3														220.6667							
13.00	3															241.3333						
14.00	3																276.0000					
15.00	3																	281.0000				
3.00	3																		281.3333			
4.00	3																			290.3333		
5.00	3																				294.3333	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.070	1.000	1.000	.644	1.000	1.000	.644	1.000	1.000	.644	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



E. Actinomycetes

1. Uji F

Analysis of Variance for Actino, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	64496	64496	21499	1.6E+04	0.000
I	4	117115	117115	29279	2.2E+04	0.000
A*I	12	21803	21803	1817	1379.92	0.000
Error	40	53	53	1		
Total	59	203467				

Least Squares Means for Actino

A	Mean	SE Mean
0	22.133	0.2963
1	109.133	0.2963
2	73.600	0.2963
3	93.400	0.2963
I		
0	18.000	0.3312
1	23.333	0.3312
2	104.500	0.3312
3	111.583	0.3312
4	115.417	0.3312
A*I		
0 0	4.000	0.6625
0 1	5.333	0.6625
0 2	32.000	0.6625
0 3	34.333	0.6625
0 4	35.000	0.6625
1 0	28.000	0.6625
1 1	32.333	0.6625
1 2	151.000	0.6625
1 3	164.667	0.6625
1 4	169.667	0.6625
2 0	19.333	0.6625
2 1	25.000	0.6625
2 2	102.667	0.6625
2 3	107.333	0.6625
2 4	113.667	0.6625
3 0	20.667	0.6625
3 1	30.667	0.6625
3 2	132.333	0.6625
3 3	140.000	0.6625
3 4	143.333	0.6625

2. Uji DMR

ACTINO

Duncan

AI	N	Subset for alpha = .05														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16.00	3	4.0000														
17.00	3	5.3333														
6.00	3		19.3333													
11.00	3		20.6667													
7.00	3			25.0000												
1.00	3				28.0000											
12.00	3					30.6667										
18.00	3					32.0000										
2.00	3					32.3333										
19.00	3						34.3333									
20.00	3						35.0000									
8.00	3							02.6667								
9.00	3								07.3333							
10.00	3									13.6667						
13.00	3										32.3333					
14.00	3											40.0000				
15.00	3												43.3333			
3.00	3													51.0000		
4.00	3														64.6667	
5.00	3															69.6667
Sig.		.162	.162	1.000	1.000	.100	.481	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

F. Fungi**1. Uji F**

Analysis of Variance for Fungi, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	3	84021	84021	28007	8360.31	0.000
I	4	750942	750942	187736	5.6E+04	0.000
A*I	12	74722	74722	6227	1858.75	0.000
Error	40	134	134	3		
Total	59	909819				

Least Squares Means for Fungi

A	Mean	SE Mean
0	42.133	0.4726
1	137.467	0.4726
2	112.333	0.4726
3	128.267	0.4726
I		
0	323.750	0.5284
1	81.417	0.5284
2	69.000	0.5284
3	36.667	0.5284
4	14.417	0.5284
A*I		
0 0	143.333	1.0567
0 1	30.333	1.0567
0 2	23.000	1.0567
0 3	11.667	1.0567
0 4	2.333	1.0567
1 0	396.667	1.0567
1 1	112.333	1.0567
1 2	104.333	1.0567
1 3	51.333	1.0567
1 4	22.667	1.0567
2 0	359.667	1.0567
2 1	85.000	1.0567
2 2	64.000	1.0567
2 3	38.333	1.0567
2 4	14.667	1.0567
3 0	395.333	1.0567
3 1	98.000	1.0567
3 2	84.667	1.0567
3 3	45.333	1.0567
3 4	18.000	1.0567

2. Uji DMR

FUNGI

Duncan

AI	N	Subset for alpha = .05																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
20.00	3	2.3333																
19.00	3		11.6667															
10.00	3		14.6667															
15.00	3			18.0000														
5.00	3				22.6667													
18.00	3				23.0000													
17.00	3					30.3333												
9.00	3						38.3333											
14.00	3							45.3333										
4.00	3								51.3333									
8.00	3									64.0000								
13.00	3										84.6667							
7.00	3										85.0000							
12.00	3											98.0000						
3.00	3												04.3333					
2.00	3													12.3333				
16.00	3														43.3333			
6.00	3															59.6667		
11.00	3																95.3333	
1.00	3																	96.6667
Sig.		1.000	.051	1.000	.825	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.825	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.378

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Correlations: C, N, C/N, Poli, Lignin, (P+L)/N, PotNitri, B_NH4, B_NO2, B_hetero

	C	N	C/N	Poli	Lignin	(P+L)/N	PotNitri	B_NH4
N	0.924 0.000							
C/N	0.296 0.204	-0.082 0.731						
Poli	0.977 0.000	0.888 0.000	0.357 0.123					
Lignin	0.926 0.000	0.768 0.000	0.458 0.042	0.890 0.000				
(P+L)/N	0.705 0.001	0.396 0.084	0.835 0.000	0.727 0.000	0.861 0.000			
PotNitri	-0.377 0.102	-0.247 0.294	-0.306 0.189	-0.371 0.108	-0.405 0.076	-0.442 0.051		
B_NH4	-0.946 0.000	-0.802 0.000	-0.480 0.032	-0.931 0.000	-0.947 0.000	-0.819 0.000	0.370 0.108	
B_NO2	0.208 0.379	-0.011 0.963	0.596 0.006	0.286 0.222	0.236 0.317	0.506 0.023	-0.495 0.026	-0.272 0.245
B_hetero	0.699 0.001	0.620 0.004	0.230 0.328	0.654 0.002	0.667 0.001	0.527 0.017	-0.515 0.020	-0.675 0.001
Actino	0.587 0.006	0.527 0.017	0.169 0.477	0.533 0.015	0.533 0.016	0.404 0.077	-0.524 0.018	-0.554 0.011
Fungi	0.267 0.254	0.267 0.256	0.058 0.808	0.294 0.208	0.297 0.203	0.214 0.364	-0.108 0.651	-0.303 0.194
pH	0.253 0.283	0.204 0.387	0.086 0.720	0.216 0.361	0.280 0.232	0.254 0.279	0.550 0.012	-0.222 0.347
Klmbn	0.261 0.267	0.241 0.305	0.087 0.715	0.274 0.242	0.135 0.570	0.143 0.547	-0.435 0.055	-0.177 0.455
SuhuT	0.459 0.042	0.423 0.063	0.129 0.587	0.453 0.045	0.401 0.080	0.324 0.164	-0.512 0.021	-0.440 0.052
	B_NO2	B_hetero	Actino	Fungi	pH	Klmbn		
B_hetero	0.570 0.009							
Actino	0.580 0.007	0.976 0.000						
Fungi	-0.456 0.043	-0.324 0.163	-0.411 0.072					
pH	0.637 0.003	0.682 0.001	0.694 0.001	-0.523 0.018				
Klmbn	0.751 0.000	0.648 0.002	0.705 0.001	-0.592 0.006	0.780 0.000			
SuhuT	0.691 0.001	0.918 0.000	0.942 0.000	-0.463 0.040	0.735 0.000	0.783 0.000		

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

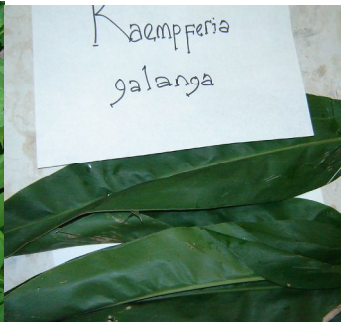
Tabel Lampiran 11. Dokumentasi penelitian

MACAM SERESAH TANAMAN

1. *Tithonia diversifolia*



2. *Kaempferia galanga*



3. *Tephrosia candida*



TEKNIS PELAKSANAAN

1. Perendaman pot dalam air 2. Penimbangan pot 3. Pencampuran seresah



4. Perlakuan di rumah kaca



5. Penyiraman



6. Pengambilan tanah

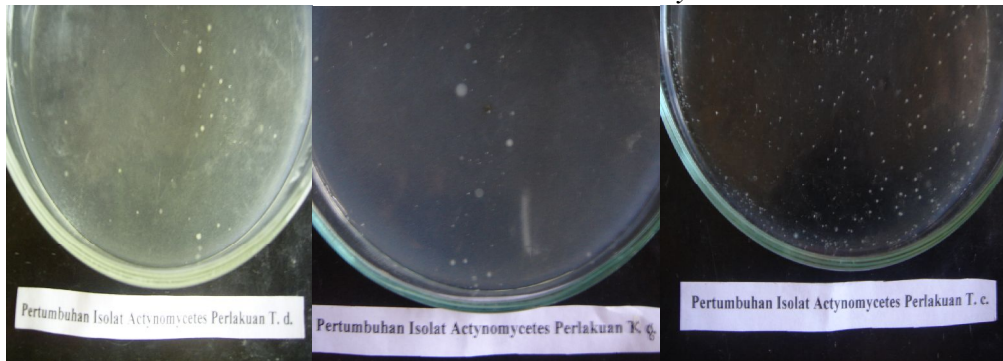


7. Kegiatan di Laboratorium



HASIL PENGAMATAN

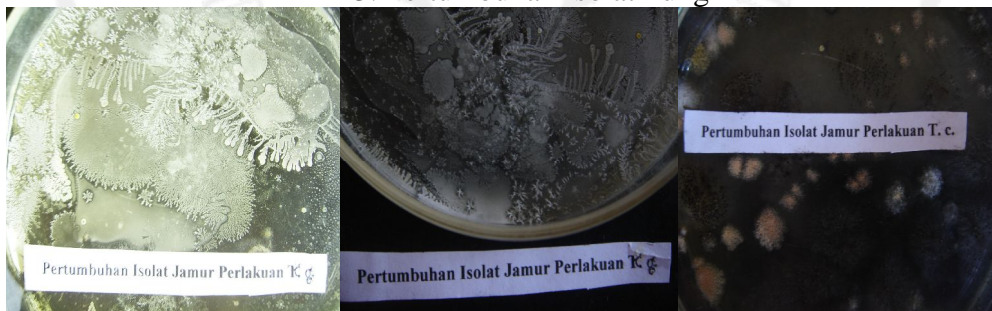
1. Pertumbuhan Isolat *Actinomycetes*



2. Pertumbuhan Isolat Bakteri



3. Pertumbuhan Isolat Fungi



4. Hasil pengamatan MPN



