

1. SESBANIA

2. NITROGEN - FIXATION  
IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Diterbitkan untuk  
Ujian Tahap II

**DISERTASI**

**KAJIAN PEMANFAATAN DAN PENINGKATAN  
TANAMAN TURI (*Sesbania grandiflora*) SEBAGAI  
PENYEDIA NITROGEN LAHAN MARGINAL**

kk  
Dis M 04/02  
Pri  
k

PENELITIAN EKSPERIMENTAL



MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

**RIRIEN PRIHANDARINI**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
1997**

**KAJIAN PEMANFAATAN DAN PENINGKATAN  
TANAMAN TURI (*Sesbania grandiflora*) SEBAGAI  
PENYEDIA NITROGEN LAHAN MARGINAL**

**Disertasi**

Untuk memperoleh Gelar Doktor  
dalam Ilmu Matematika dan Sains  
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga  
di bawah pimpinan Rektor Universitas Airlangga  
**Prof. dr. H. Soedarto, DTMH., Ph.D.**  
untuk dipertahankan di hadapan  
Rapat Terbuka Senat Universitas Airlangga

Oleh:

**Ririen Prihandarini**

NIM. 099311503 D



## Lembar Pengesahan

Disertasi ini Telah Disetujui  
Pada tanggal 28 Juli 1997

Oleh

Promotor

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Soeparmo', is written over a large, hand-drawn oval shape.

Prof. Drs. H.A. Soeparmo, Msc.  
NIP. 130 058 170

Ko-Promotor

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Siti Rasminah', is written over a long, horizontal, hand-drawn line.

Prof. Dr. Ir. Hj. Siti Rasminah Ch. Sy  
NIP. 130 345 922

Telah diuji pada ujian tertutup  
tanggal 10 April 1997

---

Panitia Penguji Disertasi

Ketua : Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, drh.

Anggota : 1. Prof. Drs. H.A. Soeparmo, MSc  
2. Prof. Dr. Ir. Hj. Siti Rasminah Ch. Sy  
3. Prof. Ir. Radyastuti Winarno  
4. Prof. Sumadi, Apt.  
5. Dr. Ir. Syekhfani, MS  
6. Dr. H. Muhamad Zainuddin, Apt.

Ditetapkan dengan Surat Keputusan

Rektor Universitas Airlangga

Nomor : 2946/JO3/PP/1997

Tanggal 22 April 1997

## UCAPAN TERIMAKASIH

Atas berkat rahmat dan karunia Allah SWT. penelitian dan penyusunan disertasi pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia c.q. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan melalui Tim Manajemen Program Doktor yang telah memberikan bantuan finansial, sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan disertasi ini.

Pada kesempatan ini pula saya mengucapkan terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang telah berperan serta dalam mewujudkan disertasi ini, terutama kepada:

Rektor Universitas Airlangga, Prof. dr. H. Soedarto, DTMH., Ph.D. dan mantan Rektor Universitas Airlangga, Prof. H. Bambang Rahino Setokoesoemo, dr. atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan Program Doktor.

Prof.Dr. H. Soedijono, dr., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Airlangga dan Prof. Dr. Soetarjadi, Apt. mantan Direktur Pascasarjana Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan berbagai kemudahan kepada saya untuk mengikuti pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Prof. Drs. H.A. Soeparmo, MSc. selaku promotor dan Prof.Dr.Ir. Hj. Siti Rasminah Ch.Sy. selaku ko-promotor yang dengan penuh perhatian telah memberikan dorongan, bimbingan, dan saran yang amat berharga dan

berguna bagi saya, semenjak masa awal memasuki Program Doktor sampai saat-saat terakhir penulisan disertasi ini. Nasehat dan bimbingan yang diberikan telah memberikan banyak bekal dan suri teladan kepada saya.

Staf pengajar Program Doktor Program Pascasarjana Universitas Airlangga Bidang Ilmu Matematika dan Sains sejak awal hingga akhir, yaitu Prof. Drs H.A. Soeparmo, MSc., Prof Drs. H. Abdoelbasir, Prof. Abdul Gani, SH., Prof. Soemadi, Apt., Prof. Siti Rasminah Ch.Sy., Dr. M. Zainuddin, Dr. Ami Soewandi Js. Apt., Dr. Widodo JP., MS. MPH., Dr. Sarmanu, drh. MS, Dr. Ir. Syekhfani, MS., Dr. Susanti Linuwih.

Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, drh., Prof. Drs. H.A. Soeparmo, MSc., Prof. Dr. Ir. Hj. Siti Rasminah Ch.Sy., Prof. Ir. Radyastuti Winarno, Prof. Soemadi, Apt., Dr. Ir. Syekhfani, MS., dan Dr. H. M. Zainuddin, Apt. sebagai dewan penguji tahap pertama yang telah membantu mengantarkan saya dalam ujian tahap dua.

Ketua Yayasan Pembina Pendidikan Indonesia, H. Ridwan Hasyim yang telah memberikan bantuan dana dalam menyelesaikan Program ini.

Prof. Dr. Ir. Ing. H.B.J. Habibie, Ketua Umum ICMI yang telah memberikan kepercayaan dan bantuan dana untuk penelitian disertasi .

Mukthie Fadjar, SH.MS., Rektor Universitas Widya Gama dan Kol. (Purn.) Paiman, mantan Rektor Universitas Widya Gama Malang; Prof. Dr.Ir.H.Tri Susanto, M.App.Sc, Dekan Fakultas Pertanian dan Ir.Sudiarso, MS., mantan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang yang telah memberi persetujuan dan biaya kepada saya untuk mengikuti Program Doktor di Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Prof. Ir. Pindari Koestalam, MSc., Koordinator Kopertis Wilayah VII yang telah memberikan kesempatan kepada saya mengikuti Program ini.

Prof. Drs. H. Malik Fadjar, MSc. yang telah membantu memberikan rekomendasi untuk mendapatkan beasiswa dari ICMI.

Prof. Dr. H. Yusuf Abdurrazak, Ibu Hj.A. Soeparmo dan H. M. Syamsidi (Purn.) TNI-AU, atas dorongan dan motivasi yang telah diberikan kepada saya dalam menempuh Program Doktor ini.

Dra. Hj. Berlian Ghani, Drs. H. Djoko Purwanto, Drs. H. Subakir MS, Dr.Ir.Soemarno, MS., Hj. Ety Retno Titisari, SH., Ir.Syamsulbahri, MS., Ir. Sumeru Ashari, M.Agr.Sc., Drs. Nursubchan atas kerjasama dan dorongan yang telah diberikan selama menyelesaikan program ini.

Teman-teman keluarga besar Universitas Widya Gama, khususnya Fakultas Pertanian atas dorongan yang telah diberikan dalam menyelesaikan program ini.

Ayahanda Drs. H. Sumaryono, Ibunda Hj. Istiqomah dan Ayah mertua Alm. H. Poerwoabdisastro, Ibu mertua Hj. Nur Kasanah atas restu dan ketulusan do'a yang diberikan.

Suamiku tercinta Ir. Sudiarso, MS dan anak-anakku Novardha Handiantyo dan Rosida Novianti yang dengan penuh kesabaran dan keikhlasan mendampingi dan membantu saya dalam menyelesaikan Program Doktor ini.

Kepada semua pihak yang telah membantu tersebut, saya hanya bisa memohon semoga mendapat rahmat, taufik, dan hidayah dari Allah SWT.serta menjadikannya amalan jariyah, Amien.

## RINGKASAN

Produksi tanaman per satuan luas sangat ditentukan oleh pemakaian pupuk karena pupuk merupakan salah satu dari sarana produksi utama yang mempengaruhi hasil tanaman. Peranan dan kemudahan untuk memperoleh pupuk anorganik di Indonesia akan menyebabkan pemakaiannya meningkat, sehingga pemakaian pupuk anorganik tersebut sering tidak efektif.

Nitrogen selalu menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan produksi tanaman pada hampir semua tanah, oleh karena itu tidaklah mengherankan apabila para petani selalu menggunakan pupuk nitrogen anorganik dalam bentuk urea dan ZA secara berlebihan untuk meningkatkan produksi tanaman. Sementara itu beberapa peneliti menyatakan bahwa pemberian pupuk anorganik secara terus menerus akan merusak struktur tanah yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas tanah. Disamping itu, pemupukan nitrogen anorganik dapat menstimulir pengambilan unsur hara tanah oleh tanaman sehingga tanah menjadi miskin hara, yang akhirnya menjadi tanah marginal.

Pemberian pupuk yang hanya difokuskan pada kenaikan produksi tanaman tanpa memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah akan menyebabkan unsur hara dalam tanah akan habis, karena diambil oleh tanaman. Dalam waktu tertentu, tanah yang semula subur dan kaya cadangan mineral akan menjadi margin dan peka terhadap kemampuan menahan air. Sehubungan dengan hal ini, maka jumlah lahan marginal di Indonesia kian bertambah sejalan dengan lamanya penggunaan lahan pertanian.

Dalam rangka optimalisasi pemanfaatan sumberdaya alam, maka akhir-akhir ini berkembang pemikiran untuk meningkatkan kembali penggunaan pupuk organik atau yang lebih dikenal dengan pertanian sistem organik (*organic farming system*). Sejak satu dasawarsa terakhir ini, penggunaan pupuk organik makin dikenal di Jepang, Amerika Serikat, Korea Selatan dan Taiwan. Meningkatnya penggunaan pupuk organik di beberapa negara tersebut disebabkan oleh kenyataan bahwa pertanian sistem organik tidak merusak lingkungan tanah dan hasil panen terutama sayur dan buah segar yang ditanam dengan pertanian sistem organik mempunyai kualitas yang lebih baik, serta dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Turi (*Sesbania grandiflora*) termasuk *tree legume crop* yang mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal. Disamping itu tanaman turi juga mampu menyuburkan tanah karena dapat berfungsi sebagai pupuk organik dengan cara pengembalian sisa-sisa hijauannya ke dalam tanah, baik diaplikasikan pada permukaan tanah sebagai mulsa maupun dicampurkan dengan tanah pada saat pengolahan tanah berikutnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan : (1) varietas turi yang berpotensi menyumbangkan nitrogen ke tanah marginal; (2) cara pengembangan legum turi; dan (3) cara pengembangan pupuk organik dari biomasa tanaman turi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan lahan marginal.

Untuk mencapai tujuan tersebut, telah dilakukan :

- (1) studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal;
- (2) studi pengembangan bintil akar turi menjadi legum turi;

(3) penelitian eksperimental, efektivitas pemanfaatan tanah bekas ditanami turi dan pupuk hijau dari biomasa turi untuk meningkatkan kesuburan tanah, dengan menggunakan jagung sebagai tanaman uji (indikator).

Hasil observasi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa jumlah populasi turi putih lebih banyak dibanding turi merah. Rata-rata jumlah populasi turi merah 10.4, sedangkan rata-rata populasi turi putih 50.5. Pertumbuhan tanaman turi putih lebih cepat dibanding turi merah, hal ini dapat dilihat dari rata-rata berat kering akar tanaman turi putih lebih berat sekitar 45 % dibanding berat kering akar tanaman turi merah. Jumlah bintil akar turi merah terbanyak terdapat di Bantur yaitu 37.24, sedangkan jumlah bintil akar turi putih terbanyak terdapat di daerah Dampit yaitu 62.87.

Kecepatan dekomposisi ranting turi lebih lambat dibanding daun turi. Ukuran cacahan daun turi 3 cm dapat mempercepat dekomposisi, sedangkan untuk ranting turi akan lebih cepat terdekomposisi apabila dicacah dengan ukuran 1 cm. Kandungan nitrogen yang dihasilkan daun turi putih dengan cacahan 3 cm lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Daun turi merah mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dibanding ranting turi merah maupun ranting turi putih.

Bentuk permukaan koloni *Rhizobium* yang berasal dari turi merah tidak beraturan, sedangkan permukaan koloni *Rhizobium* yang berasal dari turi putih berbentuk bundar. Kenaikan permukaan koloni *Rhizobium* dari turi merah lebih tipis dibandingkan dengan koloni *Rhizobium* yang berasal dari turi putih. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh koloni *Rhizobium* dari turi putih lebih cepat dibandingkan koloni *Rhizobium* yang berasal dari turi merah.



Legin turi dapat dibuat dari isolat *Rhizobium* yang berasal dari bintil akar tanaman turi merah maupun turi putih yang efektif. Media pembawa dari campuran kompos, gambut, dan arang dengan isolat *Rhizobium* yang berasal dari turi putih dapat menghasilkan legin turi yang unggul dalam menunjang pertumbuhan dan pembentukan bintil akar turi putih. Hal ini dapat dilihat pada “Uji inokulasi legin turi terhadap pembentukan bintil akar tanaman turi”. Dalam uji tersebut jumlah bintil akar tanaman turi yang diberi legin turi dapat meningkat 22.37% dibanding dengan kontrol.

Tanah bekas ditanami turi merah lebih sesuai bila ditanami turi merah, sedangkan tanah bekas ditanami turi putih juga sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman turi putih. Penanaman turi putih baik dari tanah bekas ditanami turi merah maupun turi putih dapat meningkatkan jumlah bintil akar 19.46% hingga 26.07% dibandingkan dengan kontrol.

Pada tanah kontrol, jumlah bintil akar tanaman turi putih berbeda nyata dengan jumlah bintil akar tanaman turi merah. Ini menunjukkan bahwa masing-masing varietas mempunyai kemampuan pembentukan bintil akar yang berbeda. Penggunaan tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkatkan berat basah bintil akar tanaman turi merah 43.59% dan berat basah tanaman turi putih 40.21%.

Pemberian daun turi sebagai mulsa dapat meningkatkan berat kering biji sebanyak 70.84% dibanding kontrol. Sedangkan daun turi yang diberikan dengan membenamkan/mencampur dengan lapisan olah tanah dapat meningkatkan berat kering biji jagung sebesar 67.75%. Pemberian ranting turi sebagai mulsa ataupun dicampur dapat meningkatkan berat kering tanaman turi masing-masing sebesar 70.07% dan 67.38% dibanding

kontrol. Campuran daun dan ranting dapat meningkatkan berat kering biji jagung sebesar 70.69% dan 66.05% dibanding kontrol.

Berdasarkan serangkaian penelitian yang dilakukan, dapat ditemukan : (1) varietas turi putih lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen dan menyuburkan tanah marginal dibanding turi merah; (2) bintil akar turi yang efektif dapat dibuat legin turi; (3) penggunaan media pembawa campuran kompos, arang dan gambut dapat menghasilkan legin turi yang unggul; (4) legin turi putih dapat meningkatkan jumlah dan berat bintil akar tanaman turi; (5) tanah bekas ditanami turi putih maupun turi merah dapat meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanaman turi putih maupun turi merah; (6) penggunaan pupuk organik dari daun turi putih sebagai mulsa dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dengan kata lain dapat meningkatkan kesuburan lahan marginal.

## ABSTRACT

**Key Words :**

Turi (*Sesbania grandiflora*)

Nitrogen Fixation

Rhizobium

Decomposition

The objectives of this research are : (1) to find out a type of turi (*Sesbania grandiflora*) which has a potency as nitrogen source on marginal land, (2) the method of developing turi legin, (3) the development of organic fertilizer from turi biomass which can be used to improve nitrogen content on marginal land.

Three experiments had been carried out, i.e. :

- (1) analyses study of turi potency as nitrogen source on marginal land;
- (2) analyses study of turi roots development to become turi legin;
- (3) experimental work, using explanted land and organic fertilizer of turi biomass to increase soil fertility (with corn as indicator plant).

A complete randomized factor real design involving two factors, three replies was set up.

The result of experiment showed that turi putih was more populated than turi merah. Nodul of turi merah was 37.24 while turi putih 62.87. Sizes of 3 cm crushed leaves and 1 cm cutted shoots enhanced decompositon process. Nitrogen content of 3 cm cutted leaves of turi putih was higher thand other treatments.

Turi legin could be prepared from rhizobium isolat both from nodul turi putih and turi merah.

Growing of turi putih on ex-land turi merah and turi putih increased the nodul from 19.46 to 26.07%. Growing of turi merah and turi putih and turi putih ex-land turi merah increased fresh weight of nodul turi putih (40.21%) and turi merah (43.59%).

Application of turi leaves as green manure increased dry weight of corn grain as much as 70.84% than control. Application of turi leaves by buried in the soil increased dry weight of corn grain per plant 67.75%.

Based on the experiments it was concluded that turi putih was more potential than turi merah on marginal land; legin turi can be produced to improve growth and nodul formation on turi plant; ex-land planted turi putih and turi merah increased nitrogen in the soil; usage of turi leaves as organic fertilizer increased soil nitrogen on corn and increased soil fertility as well on marginal land.

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang permasalahan .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	6
1.3. Tujuan penelitian .....	7
1.4. Manfaat penelitian .....	8
1.5. Definisi dan Asumsi .....	8
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	10
Landasan teori .....	10
2.1. Lahan marginal dan permasalahannya .....	10
2.2. Tanaman turi .....	12
2.3. Potensi tanaman turi dalam meningkatkan kesuburan lahan marginal .....	13
2.4. Fiksasi N <sub>2</sub> dari udara oleh bakteri Rhizobium .....	20
2.5. Bakteri Rhizobium .....	22
2.6. Pertumbuhan Rhizobium pada agar YEM .....	26
2.7. Pengembangan Rhizobium menjadi legume inokulan ..	28
2.8. Upaya peningkatan potensi turi sebagai pupuk organik	29
Landasan empiris .....	31
2.1. Dampak penggunaan pupuk anorganik di lahan pertanian .....	31
2.2. Efisiensi pemupukan nitrogen .....	34
2.3. Turi sebagai <i>nitrogen fixing tree</i> .....	36
2.4. Pengujian efektivitas turi dalam memfiksasi nitrogen ...	39
2.5. Pengembangan pupuk organik masa kini .....	40

BAB 3. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	
PENELITIAN .....	42
3.1. Kerangka konseptual penelitian .....	42
3.2. Hipotesis .....	47
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	48
4.1. Studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal .....	48
4.2. Studi pengembangan bintil akar turi menjadi legin turi .....	54
4.3. Penelitian eksperimental... ..	60
BAB 5. HASIL PENELITIAN .....	69
5.1. Studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal .....	69
5.2. Studi pengembangan bintil akar turi menjadi legin turi .....	78
5.3. Penelitian eksperimental .....	87
BAB 6. PEMBAHASAN .....	108
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	129
DAFTAR PUSTAKA .....	131
LAMPIRAN .....	142

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Hasil padi sawah IR-64 (t/ha) pada beberapa macam pupuk organik, pupuk N, dan lokasi .....	36
Tabel 2.2.	Perkecambah dan kondisi pertumbuhan 3 tipe <i>Sesbania</i> .....	38
Tabel 2.3.	Pengaruh simulasi erosi terhadap nodulasi, aktivi-tas enzim nitrogenase, pertumbuhan <i>Sesbania grandiflora</i> dan serapan nitrogen .....	39
Tabel 2.4.	Penggunaan pupuk organik di Taiwan .....	41
Tabel 5.1.1.	Kandungan nitrogen awal dan akhir pengamatan .....	74
Tabel 5.1.2.	Kandungan Karbon (C) awal dan akhir seresah dari turi merah dan putih .....	76
Tabel 5.1.3.	C/N ratio awal dan akhir seresah dari turi merah dan turi putih .....	77
Tabel 5.2.1.	Rata-rata panjang tanaman 2 varietas turi pada berbagai umur pengamatan .....	82
Tabel 5.3.1.	Rata-rata tinggi tanaman turi karena kombinasi perlakuan tanah bekas ditanami turi dan varietas tanaman turi .....	88
Tabel 5.3.2.	Rata-rata jumlah daun pada 2 varietas turi karena penggunaan tanah bekas turi .....	89
Tabel 5.3.3.	Rata-rata luas daun 2 varietas turi karena penggunaan tanah bekas turi .....	91
Tabel 5.3.4.	Rata-rata jumlah bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah .....	93
Tabel 5.3.5.	Rata-rata berat basah bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah .....	94
Tabel 5.3.6.	Rata-rata berat kering bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah .....	95
Tabel 5.3.7.	Rata-rata berat basah tanaman turi yang ditanam pada berbagai macam tanah .....	96
Tabel 5.3.8.	Rata-rata berat kering tanaman turi yang ditanam pada berbagai macam tanah .....	97
Tabel 5.3.9.	Rata-rata kandungan nitrogen tanaman turi karena kombinasi perlakuan tanah bekas ditanami turi dan varietas tanaman turi .....	98

Tabel 5.3.10.	Rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi .....	99
Tabel 5.3.11.	Rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi .....	101
Tabel 5.3.12.	Rata-rata berat basah tongkol jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi .....	105
Tabel 5.3.13.	Rata-rata berat kering biji jagung per tanaman akibat pemberian pupuk organik dari turi .....	106
Tabel 6.1.1.	Rata-rata pertumbuhan tanaman turi merah dan turi putih .....	108



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1.	Diagram konsep dasar peningkatan potensi lahan marginal dengan menggunakan tanaman turi sebagai penambat nitrogen dan pupuk organik ..... 46
Gambar 4.1.	Kerangka operasional penelitian kajian pemanfaatan dan peningkatan tanaman turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ) sebagai penyedia nitrogen lahan marginal ..... 49
Gambar 4.2.	Peta lokasi penelitian ..... 50
Gambar 4.3.	Tanaman turi sebagai bahan pupuk organik ..... 53
Gambar 4.4.	Operasional Studi Potensi Tanaman Turi sebagai Penyedia Nitrogen Lahan Marginal ..... 55
Gambar 4.5.	Kerangka operasional Studi Analisis Pengembangan Bintil Akar Menjadi Legin ..... 56
Gambar 4.6.	Kerangka Operasional Penelitian Eksperimental..... 61
Gambar 4.7.	Denah letak kantong plastik percobaan di rumah kaca ..... 64
Gambar 4.8.	Denah petak percobaan di lahan ..... 66
Gambar 5.1.1.	Jumlah populasi tanaman turi di lokasi penelitian .... 69
Gambar 5.1.2.	Rata-rata berat kering akar tanaman turi di lokasi penelitian ..... 70
Gambar 5.1.3.	Rata-rata jumlah bintil akar tanaman turi di lokasi penelitian ..... 70
Gambar 5.1.4.	Rata-rata berat bintil akar tanaman turi di lokasi penelitian ..... 72
Gambar 5.1.5.	Rata-rata kandungan N tanaman turi di lokasi penelitian ..... 72
Gambar 5.1.6.	Kadar air beberapa perlakuan percobaan dekomposisi bahan organik dari tanaman turi ..... 73
Gambar 5.2.1.	Koloni rhizobium yang berasal dari turi merah ..... 79
Gambar 5.2.2.	Koloni rhizobium yang berasal dari turi putih ..... 79
Gambar 5.2.3.	Morfologi bakteri rhizobium yang berasal dari turi merah ..... 80
Gambar 5.2.4.	Morfologi bakteri rhizobium yang berasal dari turi putih ..... 80

Gambar 5.2.5.	Rata-rata panjang tanaman turi akibat pemberian legin pada berbagai umur .....	83
Gambar 5.2.6.	Rata-rata jumlah daun turi akibat pemberian legin pada berbagai umur pengamatan .....	83
Gambar 5.2.7.	Uji Legin Turi terhadap pertumbuhan dan pembentukan bintil akar tanaman turi .....	85
Gambar 5.2.8.	Rata-rata berat basah dan berat kering bintil akar turi akibat pemberian legin pada berbagai umur pengamatan .....	87
Gambar 5.3.1.	Rata-rata luas daun 2 varietas turi akibat perbedaan media tanam .....	92
Gambar 5.3.2.	Rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara .....	100
Gambar 5.3.3.	Rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara .....	102
Gambar 5.3.4.	Rata-rata diameter batang tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara .....	103
Gambar 5.3.5.	Berat basah, berat kering, dan kadar air tongkol jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara .....	104
Gambar 5.3.6.	Tanaman jagung umur 2 minggu yang diberi pupuk organik tanaman turi .....	107
Gambar 5.3.7.	Tanaman jagung umur 4 minggu yang diberi pupuk organik tanaman turi dan kontrol .....	107
Gambar 6.1.	Hubungan antara jumlah bintil akar dengan berat bintil akar tanaman turi .....	112
Gambar 6.2.	Hubungan antara berat bintil akar dengan kandungan nitrogen tanaman turi .....	112
Gambar 6.3.	Hubungan ukuran cacahan dengan kadar air bahan seresah .....	113
Gambar 6.4.	Hubungan antara ukuran cacahan dengan kandungan nitrogen bahan seresah .....	119
Gambar 6.5.	Hubungan antara ukuran cacahan dengan C/N ratio bahan seresah .....	116

Gambar 6.6.	Hubungan jumlah daun dengan jumlah bintil akar akibat pemberian beberapa jenis legin turi .....	119
Gambar 6.7.	Hubungan jumlah daun dengan berat bintil akar akibat pemberian beberapa jenis legin turi .....	120
Gambar 6.8.	Hubungan antara luas daun dengan kandungan nitrogen tanaman turi yang tumbuh pada bekas tanah ditanami turi .....	122
Gambar 6.9.	Hubungan jumlah daun dengan tinggi tanaman jagung yang diberi pupuk organik dari tanaman turi	125

## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Cara perhitungan jumlah dan berat bintil akar turi .....	142
Lampiran 2.	Analisis tanah dan tanaman .....	143
Lampiran 3.	Sifat sifat rhizobium .....	147
Lampiran 4.	Pembuatan Media Pembawa .....	148
Lampiran 5.	Analisis tanah di lokasi penelitian .....	149
Lampiran 6.	Analisis Ragam Kadar Air Pengamatan 1 .....	152
Lampiran 7.	Analisis Ragam Kandungan N Awal .....	153
Lampiran 8.	Analisis Ragam Kandungan C Awal .....	153
Lampiran 9.	Analisis Ragam C/N ratio awal .....	154
Lampiran 10.	Analisis Ragam Panjang Tanaman Turi .....	154
Lampiran 11.	Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Turi .....	156
Lampiran 12.	Analisis Ragam Jumlah Bintil Akar Turi .....	157
Lampiran 13.	Analisis Ragam Berat Bintil Akar Turi .....	158
Lampiran 14.	Analisis Tinggi Tanaman .....	160
Lampiran 15.	Analisis Jumlah Daun .....	161
Lampiran 16.	Analisis Luas Daun .....	162
Lampiran 17.	Analisis Ragam Jumlah bintil akar .....	163
Lampiran 18.	Analisis Ragam Berat Basah Bintil Akar .....	164
Lampiran 19.	Analisis Ragam Berat Kering Bintil Akar .....	165
Lampiran 20.	Analisis Ragam Berat Basah Tanaman .....	166
Lampiran 21.	Analisis Ragam Berat Kering Tanaman Turi .....	166
Lampiran 22.	Analisis Ragam Kandungan N Turi .....	167
Lampiran 23.	Analisis Ragam tinggi tanaman jagung .....	168

Lampiran 24.	Analisis Ragam jumlah daun tanaman jagung .....	169
Lampiran 25.	Analisis Ragam diameter batang tanaman jagung .....	176
Lampiran 26.	Analisis Ragam berat basah tongkol jagung/tanaman	171
Lampiran 27.	Analisis Ragam berat kering tongkol jagung/tanaman	171
Lampiran 28.	Analisis Ragam berat kering biji jagung/tanaman .....	171
Lampiran 29.	Data Iklim Lokasi penelitian di Malang '95 - '96 .....	172

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi di Indonesia khususnya di Pulau Jawa, ternyata dapat mengurangi jumlah lahan pertanian yang subur karena berubah fungsinya menjadi pemukiman, pabrik, jalan raya, dan gedung perkantoran. Perubahan lahan sawah menjadi non sawah di Pulau Jawa tersebut rata-rata mencapai 38.711 ha/tahun (Soeleman *et al.*, 1992).

Keterbatasan lahan pertanian menyebabkan peningkatan produksi per satuan luas sangat ditentukan oleh pemakaian pupuk karena pupuk merupakan salah satu dari sarana produksi utama yang mempengaruhi hasil tanaman. Peranan dan kemudahan untuk memperoleh pupuk anorganik di Indonesia akan menyebabkan pemakaiannya meningkat sehingga pemakaian pupuk anorganik ini tidak efektif (Go, 1990). Ketidakefektifan pemberian pupuk anorganik ini terlihat dari semakin kecilnya nisbah produksi tanaman yang dipupuk dengan kebutuhan pupuk. Salah satu contoh mencolok adalah produksi gula pasir yang berasal dari 1 ha lahan tebu yang ditanam saat ini hanya berkisar 10 ton, sedangkan produksi gula pasir lahan tebu yang sama pada tahun 1940 berkisar 16 ton/ha. Padahal saat ini sudah tersedia varietas tebu jenis unggul yang seharusnya mampu berproduksi hingga 20 ton/ha gula pasir pada tanah subur dan berdrainase baik (Adhi, Wigena, Hartatik dan Sofyan, 1990). Hal ini menandakan produktivitas tanah yang dipupuk dengan pupuk anorganik mengalami penurunan dan menjadikan lahan ini marginal (Siswomartono, 1989).

Nitrogen selalu menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan produksi tanaman pada hampir semua tanah, oleh karena itu tidaklah mengherankan apabila para petani selalu menggunakan pupuk nitrogen anorganik dalam bentuk urea dan ZA dalam dosis yang berlebihan untuk meningkatkan produksi tanaman. Sementara itu Go (1990) menyatakan bahwa pemberian pupuk anorganik secara terus menerus akan merusak struktur tanah yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas tanah. Disamping itu, pemupukan nitrogen anorganik dapat menstimulir pengambilan unsur hara tanah oleh tanaman sehingga tanah menjadi miskin hara, selanjutnya tanah yang miskin unsur hara akan menjadikan tanah tersebut marginal.

Pemberian pupuk yang hanya difokuskan pada kenaikan produksi tanaman tanpa memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah akan menyebabkan unsur hara dalam tanah akan habis, karena diambil oleh tanaman. Dalam waktu tertentu, tanah yang semula subur dan kaya cadangan mineral akan menjadi margin dan peka terhadap kemampuan menahan air. Sehubungan dengan hal ini, maka jumlah tanah marginal di Indonesia kian bertambah sejalan dengan lamanya penggunaan lahan pertanian (Go, 1990).

Penyediaan pupuk nitrogen anorganik yang dihasilkan oleh pabrik sangat bergantung pada kesediaan gas dan minyak bumi, padahal cadangan gas dan minyak bumi saat ini sudah menipis. Oleh karena itu perlu ada usaha pengurangan dan efisiensi pemakaian pupuk. Peningkatan efisiensi pemakaian pupuk tanpa diimbangi dengan alternatif lain dapat mengakibatkan penurunan produksi (Adisastra, 1990).

Akhir-akhir ini berkembang pemikiran untuk meningkatkan kembali penggunaan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik makin dikenal di Jepang, Amerika Serikat, Korea Selatan dan Taiwan (Koshino, 1990). Meningkatnya penggunaan pupuk organik di beberapa negara tersebut disebabkan oleh kenyataan bahwa hasil pertanian terutama sayur dan buah segar yang ditanam dengan pertanian sistem organik (*organic farming system*) mempunyai rasa, warna, aroma dan tekstur yang lebih baik daripada yang menggunakan pertanian sistem anorganik (Huang, 1990; Koshino, 1990; Hsieh Hsieh, 1990; Park, 1990; dan Jacobs, 1990).

Penelitian pada tanah Ultisol di Kebun Percobaan Proyek Pengolahan Nitrogen di Lampung memberikan gambaran seberapa jauh peran tanaman legume (kacang-kacangan) dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Hasil penelitian Utomo (1989) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman legume secara nyata dapat meningkatkan produksi biomas panen dan produksi biji kering jagung. Penelitian Utomo dan Setijono (1985) pada tanah yang sama menunjukkan tanaman legume yang telah terdekomposisi dapat digunakan oleh tanaman yang ditanam sesudahnya sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik. Sementara itu penelitian lain yang dilakukan oleh Nuraini (1990) pada tanah yang sama menunjukkan bahwa bahan organik dari tanaman legume lebih cepat terdekomposisi daripada alang - alang. Sebagai akibat dari dekomposisi tanaman legume tersebut, maka kandungan unsur nitrogen tanah dapat meningkat, sifat fisik dan biologi tanah menjadi baik, dan produktivitas lahan meningkat.



Hsieh dan Hsieh (1990) mendapatkan peningkatan hasil jagung yang ditanam sesudah padi di sawah yang diberi mulsa hijauan *Sesbania sesban* sebanyak 10 ton/ha. Tanaman legume mampu memfiksasi nitrogen udara dengan bantuan bakteri Rhizobium, namun tidak semua jenis Rhizobium dapat bersimbiosis dengan baik pada berbagai jenis tanaman legume. Terjadi hubungan khusus yang mempengaruhi kompatibilitas antara Rhizobium dengan tanaman inangnya. Secara teoritis, proses pembentukan bintil akar yang merupakan tanda terjadinya simbiosis memerlukan spesifitas tertentu. Suatu jenis bakteri Rhizobium yang diinokulasikan pada tanaman legume di luar spesifitasnya tidak membentuk bintil akar yang efektif, sehingga nitrogen yang dihasilkan juga tidak banyak. Tanaman legume yang mampu memfiksasi nitrogen secara efektif, jika terdekomposisi dapat melepaskan banyak nitrogen ke tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman yang ditanam berikutnya.

Bakteri Rhizobium yang unggul dapat diberikan kepada tanaman inang yang dikehendaki dan sesuai, sehingga dapat membantu tanaman tersebut dalam memfiksasi nitrogen. Rhizobium tersebut dapat diambil dari bintil akar yang efektif dan dikembangkan menjadi leguminosa inokulan (legin), sehingga dapat memudahkan petani dalam mengaplikasikan legin tersebut. Pembuatan legin membutuhkan suatu media yang sesuai, agar bakteri Rhizobium yang terdapat di dalamnya dapat hidup dan berkembang biak (Hartadi dan Yutono, 1988).

Turi (*Sesbania grandiflora*) merupakan tanaman legume berbentuk pohon (*Tree Legume Crop*) yang mampu bersimbiosis dengan bakteri Rhizobium. Turi termasuk dalam marga *Sesbania*, yang terdiri dari tanaman

musiman dan tanaman tahunan. *Sesbania emerus*, *Sesbania rostrata*, *Sesbania exasperata* dan *Sesbania bispinosa* merupakan tanaman musiman. Sedangkan yang termasuk legume tahunan (pohon legume) adalah *Sesbania sesban*, *Sesbania grandiflora*, *Sesbania pachycarpa* (Hansen *et al.*, 1983).

Turi berasal dari India dan Asia Tenggara, tumbuh pada daerah tropik basah dengan curah hujan minimum 1000 mm, ketinggian 10 m di atas permukaan laut, dan dapat tumbuh pada tanah marginal. Kemampuan beberapa jenis tanaman turi dalam memfiksasi nitrogen udara bervariasi, hal ini menyebabkan kandungan nitrogen masing-masing jenis turi berbeda. Turi mempunyai bintil akar yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman legume musiman dan tahunan lainnya (Brewbaker *et al.*, 1983). Di Indonesia, khususnya di Jawa tanaman turi terdiri dari 2 varietas, yaitu turi merah dan turi putih. Tumbuhan ini berbentuk pohon yang berumur antara 3 sampai 7 tahun, tinggi 5 - 10 m, dan sering dibudidayakan di daerah rendah. Turi putih lebih banyak dibudidayakan di Jawa karena dapat digunakan sebagai sayuran sehari-hari.

Tanaman yang mempunyai kandungan nitrogen banyak, akan mempunyai kompos yang banyak pula sebagai pupuk organik dengan kandungan nitrogen berlimpah. Tanaman legume mengandung bermacam-macam unsur hara, tiap jenis mempunyai komposisi unsur hara yang spesifik. Masing-masing organ tanaman, baik daun maupun rantingnya juga menentukan kandungan unsur hara yang dapat disumbangkan sebagai kompos (Dutt *et al.*, 1983).

Dalam rangka optimalisasi pemanfaatan sumberdaya alam, maka perlu diupayakan penyediaan nitrogen dalam tanah secara alami dengan cara

pengembalian sisa-sisa tanaman legume ke dalam tanah, baik diaplikasikan pada permukaan tanah sebagai mulsa maupun dicampurkan dengan tanah pada saat pengolahan tanah berikutnya. Pemanfaatan tanaman legum yang mampu bersimbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen udara perlu dikaji lebih dalam.

Melalui observasi lapang di lahan marginal akan diketahui varietas turi yang lebih berpotensi untuk menyumbangkan nitrogen serta menyuburkan lahan marginal, kemudian diikuti dengan percobaan di laboratorium untuk mengembangkan bintil akar menjadi legin turi yang diharapkan dapat meningkatkan pembentukan bintil akar. Selanjutnya dilakukan eksperimen di lapang untuk mengkaji manfaat dari tanah bekas ditanami turi yang mengandung bakteri *Rhizobium* untuk meningkatkan kandungan nitrogen tanaman. Disamping itu, untuk meningkatkan kesuburan lahan marginal diperlukan suatu cara aplikasi pemanfaatan biomasa turi. Atas dasar beberapa pertimbangan tersebut di atas, maka diperlukan suatu kajian pemanfaatan dan peningkatan tanaman turi (*Sesbania grandiflora*) sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dirancang untuk menjawab pokok-pokok permasalahan sebagai berikut.

1. Varietas turi apakah yang lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen dan menyuburkan lahan marginal?
2. Bintil akar tanaman turi yang bagaimana, yang dapat dikembangkan menjadi legin turi?

3. Media pembawa apakah yang sesuai untuk pembuatan legin turi?
4. Bagaimana pengaruh legin turi terhadap pembentukan bintil akar tanaman turi?
5. Apakah tanah bekas ditanami turi mampu meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanaman?
6. Bagaimana cara aplikasi pupuk organik turi yang tepat agar dapat meningkatkan kesuburan lahan marginal secara maksimal?

### **1.3 Tujuan penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan dan peningkatan peranan tanaman turi sebagai penyedia nitrogen lahan marginal.

#### **1.3.2 Tujuan khusus**

Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk :

- (1) mengkaji varietas turi apa yang lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen dan menyuburkan lahan;
- (2) mengkaji bintil akar yang bagaimana, yang dapat dikembangkan menjadi legin turi;
- (3) mengkaji media pembawa apa yang sesuai untuk pembuatan legin turi;
- (4) mengkaji pengaruh legin turi terhadap pembentukan bintil akar tanaman turi;
- (5) mengkaji bagaimana pengaruh tanah bekas ditanami turi terhadap kandungan nitrogen dalam tanaman;
- (6) mengkaji cara aplikasi pupuk organik turi yang tepat agar dapat meningkatkan kesuburan lahan marginal.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menemukan:

- (1) varietas turi yang lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen dan menyuburkan lahan marginal;
- (2) cara pengembangan pupuk biologi dengan legin turi;
- (3) cara mengembangkan pupuk organik dari biomasa tanaman turi yang dapat menyuburkan lahan marginal.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya tentang teknologi pemanfaatan tanaman turi guna meningkatkan kesuburan lahan marginal.

## 1.5 Definisi dan Asumsi

### Definisi

Agar tidak menimbulkan tafsiran yang berbeda dalam tulisan ini maka perlu diberikan pengertian atau definisi, sebagai berikut.

- Lahan marginal : Lahan pertanian yang mempunyai kandungan unsur hara khususnya kandungan nitrogen rendah.
- Pupuk anorganik : Pupuk yang berasal dari bahan kimia, sering disebut juga dengan pupuk buatan
- Pupuk organik : Pupuk yang berasal dari bahan organik yang ada di alam, misalnya pupuk hijau, kompos, pupuk kandang
- Dekomposisi : Proses perombakan bahan organik, yang diikuti oleh perubahan fisik, kimia maupun biologi.

- Fiksasi N<sub>2</sub> : Penambatan nitrogen dari udara melalui simbiosis bakteri Rhizobium dengan tanaman legume
- Legin Turi : Leguminosa Inokulan yang berasal dari Isolat bakteri Rhizobium yang diambil dari bintil akar tanaman turi
- Isolat Rhizobium : Biakan murni bakteri Rhizobium yang berasal dari bintil akar tanaman turi

### **Asumsi**

Asumsi yang melandasi penelitian ini adalah:

- (1) biomas turi berpotensi menyuburkan lahan marginal
- (2) lahan marginal mempunyai masalah dengan ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Lahan marginal dan permasalahannya

Lahan dapat disebut marginal apabila hasil panen yang didapat hampir tidak cukup untuk menutup biaya yang diperlukan bagi suatu proses produksi dalam usahatani (Siswomartono, 1989). Sementara itu Go (1990) menyatakan bahwa lahan marginal adalah lahan pertanian yang mempunyai produktivitas rendah untuk kegiatan pertanian yang diakibatkan oleh proses pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah, sehingga terjadi erosi tanah dan penurunan kandungan bahan organik serta menyebabkan penurunan sifat fisik tanah. Kaidah konservasi tanah adalah memelihara kemampuan tanah dalam mengedarkan udara, air dan zat hara untuk aktivitas mikroorganisme dalam tanah termasuk akar tanaman. Pakar lainnya menyebutkan bahwa lahan marginal adalah suatu lahan pertanian yang miskin unsur hara, artinya kandungan unsur haranya tidak dapat tersedia bagi tanaman atau unsur hara yang tersedia tidak cukup bagi pertumbuhan tanaman secara normal (Swift *et al.*, 1992).

Proses pembentukan lahan marginal dapat terjadi melalui beberapa cara, antara lain karena erosi tanah yang mengangkut lapisan olah tanah, pengolahan tanah secara terus menerus yang dapat merusak struktur tanah, dan pemupukan terus menerus dengan menggunakan pupuk anorganik (Go, 1990). Peningkatan dosis pupuk anorganik akan menyebabkan makin banyak unsur hara dalam tanah yang terangkut oleh hasil panen sehingga terjadi ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah. Kemerosotan produksi

pada lahan marginal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain karena kondisi lingkungan yang kurang menunjang dan pengelolaan yang kurang tepat (Haryati *et al.*, 1990).

Lahan marginal memerlukan usaha konservasi tanah dan air segera dan memadai. Usaha ini biasanya diiringi dengan usaha-usaha perbaikan sistem pertanian setempat untuk peningkatan kesejahteraan penduduk. Terbentuknya lahan marginal yang diakibatkan oleh erosi dan pengelolaan lahan yang kurang tepat, antara lain karena penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dan bahkan dengan dosis yang berlebihan. Hal ini terjadi karena tingginya tekanan penduduk terhadap lahan pertanian untuk mencukupi kebutuhan hidup, sehingga tanah dipacu untuk berproduksi secara maksimum tanpa memperhatikan kaidah konservasi (Sembiring *et al.*, 1990). Kondisi demikian menimbulkan kemerosotan fungsi sumberdaya tanah baik sebagai unsur produksi maupun pengatur siklus air. Indikator kerusakan tanah ditandai dengan fluktuasi limpasan dan produk sedimen yang tinggi akibat dari semakin tipisnya lapisan tanah. Proses lanjut dari kemunduran sumberdaya tanah oleh erosi adalah mendangkalnya lapisan tanah, sehingga fungsinya sebagai media tumbuh tanaman menjadi terbatas dan marginal (Rachman *et al.*, 1990).

Lahan pertanian di Indonesia yang luasnya 47 juta hektar, sebagian besar merupakan lahan marginal, yaitu sebanyak 85% atau seluas 40 juta hektar yang terdiri dari lahan basah, lahan kering, lahan dangkal maupun lahan kritis (Susilawati *et al.*, 1993). Lahan marginal ini tersebar mulai dari dataran tinggi sampai dataran rendah yang meliputi berbagai jenis tanah seperti Vertisol, Alfisol, Entisol, Inceptisol, Ultisol. Diantara lahan marginal



tersebut terdapat lahan kritis yang tidak produktif seluas 8.5 juta hektar antara lain hutan yang rusak, alang-alang dan lahan yang tererosi berat. Setiap tahun jumlah lahan marginal ini akan semakin meningkat (Anonymous, 1992). Permasalahan utama yang ada pada lahan marginal adalah kemerosotan produktivitas tanah yang disebabkan oleh kerusakan sifat fisik, kimia maupun biologi dari tanah tersebut. Lahan marginal mempunyai drainase lambat, aerasi jelek, kandungan bahan organik rendah, kandungan nitrogen rendah, KTK (Kapasitas Tukar Kation) rendah dan kehidupan mikroorganisme terganggu, sehingga proses dekomposisi akan berjalan lambat (Anonymous, 1990).

## 2.2 Tanaman Turi

Tanaman legume dalam sistem klasifikasi dikelompokkan dalam 3 sub-suku : *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* dan *Papilionoideae*. Tanaman legume ini banyak digunakan sebagai tanaman pupuk hijau karena kemampuannya dalam menyediakan unsur nitrogen ke tanah cukup baik (Brewbaker *et al.*, 1983).

Turi (*Sesbania grandiflora*) merupakan tanaman legume yang banyak tumbuh di daerah dataran rendah ataupun di lahan tandus tanpa memerlukan pemeliharaan yang intensif. Turi jawa (*Sesbania grandiflora*) dikenal masyarakat dengan baik. Tempat asal jenis ini belum dapat diketahui secara pasti, tetapi tanaman turi ini banyak dikembangkan mulai dari daerah Afrika sampai ke daerah Pasifik (Mahesworo, 1989). Tanaman ini umurnya tidak begitu panjang dan tinggi berkisar antara 10 - 20 m. Di beberapa perkebunan besar, tanaman turi digunakan sebagai tanaman naungan

pembantu. Di Jawa, tanaman turi ditanam di pematang sawah dan hampir semua bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan, demikian juga kayunya dapat digunakan sebagai bahan bakar (van Steenis, 1987).

Di Indonesia banyak ditanam turi, khususnya di Jawa dan di daerah transmigrasi yang orangnya berasal dari Jawa. Jenis tanaman turi tumbuh baik pada ketinggian  $\pm 200$  m dpl. Pada ketinggian di atas 200 m, walaupun dapat hidup, pertumbuhannya kurang baik dan pada ketinggian 1550 m dari permukaan laut, tumbuhan ini tidak ditemukan lagi. Biji turi yang ditebarkan begitu saja di suatu lahan mudah sekali tumbuh, terutama pada waktu musim hujan atau bila cukup air (van Steenis, 1987).

Tanaman turi merupakan tanaman budidaya yang mempunyai kadar protein daun sekitar 45% dari bahan kering. Perkembangbiakan tanaman turi dilakukan dengan biji. Untuk keperluan pertanaman sebaiknya biji turi disemaikan terlebih dahulu dengan tahapan: (1) mempersiapkan lahan untuk persemaian benih; (2) menebar benih turi; dan (3) memindahkan bibit ke tempat yang akan ditanami jika benih telah bertunas dan tumbuh cukup kuat. Bila penanaman turi bersamaan dengan musim hujan, maka benih turi cukup ditebarkan pada batas-batas lahan yang akan ditanami. Pohon turi setelah berumur kurang lebih 2 tahun sudah layak ditebang. Tinggi pohon pada umur 2 tahun dapat mencapai 12 m (Anonymous, 1976).

### **2.3 Potensi tanaman turi dalam meningkatkan kesuburan lahan marginal**

Turi merupakan tanaman dari jenis legume yang sangat berpotensi menyuburkan lahan marginal karena biomasa hijauannya dapat digunakan

sebagai pupuk hijau. Simbiosisnya dengan bakteri *Rhizobium* memungkinkan turi dapat memfiksasi nitrogen dari udara dan perakarannya yang kuat dapat membantu menggemburkan tanah di sekitarnya. Kandungan nitrogennya yang tinggi menyebabkan cacahan tanaman turi dapat digunakan sebagai pupuk organik (Huang, 1990).

Pupuk organik yang berasal dari tanaman turi terbentuk melalui proses dekomposisi. Tiap jenis tanaman turi mempunyai kecepatan dekomposisi yang berbeda-beda, demikian pula kandungan kompos yang dihasilkan. Hasil dekomposisi terbentuk berupa bahan organik, kemudian dikembalikan ke tanah dan bermanfaat untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sehingga produktivitas tanah meningkat (Haynes, 1986).

Pada umumnya lahan marginal miskin unsur hara dan peka terhadap erosi, namun demikian perlu dicari jalan pemecahannya mengingat jumlah lahan marginal akan meningkat jika permasalahan yang ada tidak diperbaiki. Lahan kering yang merupakan bagian dari lahan marginal mendominasi luas areal pertanian di Indonesia (Susilawati *et al.*, 1993).

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk memecahkan kondisi tersebut antara lain penggunaan sistem usahatani dan pengolahan tanah yang sesuai dengan kondisi lahan, penggunaan sistem lorong, penggunaan mulsa, dan penggunaan pupuk hijau sebagai sumber bahan organik (Haryati *et al.*, 1993)

Penggunaan pupuk hijau, disamping meningkatkan kandungan bahan organik ternyata juga dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Lahan marginal yang mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi jelek akan diperbaiki dengan penggunaan pupuk organik. Pupuk hijau yang

merupakan bagian dari pupuk organik mempunyai pengaruh positif terhadap kesuburan tanah (Swift *et al.*, 1992).

Hsieh dan Hsieh (1990) mengemukakan bahwa fungsi bahan organik di dalam tanah dapat dibagi menjadi tiga fungsi, yaitu fungsi fisika, kimia dan biologi.

### **Fungsi fisika**

Serat bahan organik memungkinkan pembentukan agregat atau granulasi tanah yang selanjutnya akan dapat memperbaiki permeabilitas dan peredaran udara tanah liat. Sedangkan granulasi butir-butir tanah dapat memperbaiki daya pegang hara dan air terutama pada tanah pasir. Bahan organik juga menjadikan fluktuasi temperatur tanah lebih kecil. Agregasi dan granulasi akan mengurangi aliran permukaan dan memperkuat daya pegang tanah, sehingga erosi akan berkurang. Akar tanaman mudah menembus lebih dalam dan luas sehingga tanaman lebih kokoh dan lebih mampu menyerap hara tanaman serta air lebih banyak (Hsieh dan Hsieh, 1990).

Tanah yang mempunyai kandungan bahan organik tinggi lebih mudah diolah dari pada yang kandungan bahan organiknya rendah, tidak membentuk kerak, tidak merekah besar jika kekeringan, dan mempunyai tingkat kekerasan yang rendah (Haynes, 1986).

### **Fungsi kimia**

Bahan organik menyediakan sebagian dari kapasitas tukar kation (KTK) tanah. KTK yang tinggi sangat penting untuk mempertahankan kestabilan pupuk anorganik yang diberikan dan meningkatkan daya sangga

(buffer) dari tanah, sehingga tanaman dapat terhindar dari beberapa tekanan seperti kemasaman tanah dan keracunan hara (Hsieh dan Hsieh, 1990).

Bahan organik juga dapat meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara dan efisiensi penyerapan fosfat, serta berperan sebagai kompleks jerapan anion (Habte, 1985). Perombakan bahan organik akan melepas unsur-unsur hara seperti nitrogen, fosfat, kalium, sulfur dan beberapa unsur hara lainnya (Handayanto *et al.*, 1990).

### **Fungsi biologi**

Bahan organik adalah sumber utama energi bagi aktivitas mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik dengan C/N ratio tinggi mendorong pembiakan mikroorganisme dan mengikat beberapa unsur hara tanaman dan menyebabkan kekurangan sementara. Setelah C/N ratio turun, sebagian mikroorganisme mati dan melepaskan kembali unsur hara ke tanah (Hsieh dan Hsieh, 1990). Di Jepang ditemukan bahwa pupuk organik yang melalui proses pengomposan yang baik dapat menekan *soil born diseases* dan berperan sebagai *plant growth regulator* dalam bentuk senyawa organik (Koshino 1990).

#### **2.3.1 Penyediaan nitrogen melalui proses dekomposisi bahan organik**

Proses dekomposisi adalah perubahan secara fisika maupun kimia dari bahan organik menjadi senyawa lain sebagai akibat dari aktivitas mikroorganisme. Salah satu aktivitas penting dari mikroorganisme tanah adalah proses mineralisasi bahan organik menjadi bahan anorganik (Costa *et al.*, 1990).

Bakteri nitrifikasi yang paling berperan di antaranya adalah *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonium menjadi nitrit, dan *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Kedua macam bakteri itu berbentuk batang kecil, gram negatif, tidak membentuk endospora, berflagel polar dan bersifat aerobik obligat (Imas *et al.*, 1989).

Proses dekomposisi sisa-sisa tanaman dan hewan pada dasarnya menggambarkan suatu mata rantai yang sangat penting dalam siklus nitrogen dari ekosistem alam dan ekosistem pertanian (Swift *et al.*, 1992). Melalui dekomposisi akan dilepaskan sejumlah nitrogen ke tanah untuk dipergunakan lagi oleh tanaman berikutnya (Floate, 1981). Dekomposisi dapat dilihat sebagai suatu proses yang terdiri dari 3 proses yang saling berkaitan, yaitu: pencucian, penguraian enzimatik dan penyusutan ukuran partikel (Berg dan Staaf, 1981).

Pencucian: merupakan suatu proses fisika yang terjadi secara cepat setelah sisa-sisa tanaman jatuh ke tanah dengan membawa bahan-bahan terlarut dari sisa tanaman oleh pergerakan air. Kandungan N total yang dapat hilang dari proses pencucian dapat mencapai 10 sampai 15 % dari jumlah N total yang ada (Costa *et al.*, 1990)

Penguraian enzimatik: merupakan suatu reaksi enzimatik yang menghasilkan energi yang melibatkan perubahan bentuk senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa lain yang lebih sederhana (Habte, 1985).

Penyusutan partikel: adalah proses degradasi dalam ukuran partikel sisa-sisa tanaman yang secara umum dilakukan oleh aktivitas hidup mikroorganisme dekomposisi. Penyusutan ukuran partikel merupakan komponen penting proses dekomposisi, yang menghasilkan sebaran sisa-sisa

tanaman yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme (Anderson *et al.*, 1981).

Sisa-sisa tanaman sangat penting artinya dalam siklus nitrogen pada ekosistem tanah (Floate, 1981) dan dalam sistem pengolahan lahan pertanian dengan mengembalikan sisa tanaman pasca panen ditambahkan ke tanah (Allison, 1973). Unsur hara yang disumbangkan oleh sisa-sisa tanaman ke tanah pada umumnya bergantung pada jumlah biomasa yang ditambahkan ke tanah. Sedangkan kecepatan dekomposisi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu keadaan lingkungan, kandungan nitrogen total, C/N ratio, komponen organik seperti lignin dan polyphenol, dan karbohidrat yang dapat larut yang terdapat pada sisa tanaman (Swift *et al.*, 1992; Haynes 1986).

Sumbangan unsur nitrogen dari proses dekomposisi sisa-sisa tanaman bervariasi tergantung dari jenis sisa-sisa tanaman yang ditambahkan ke tanah. Tanaman legume pada umumnya akan memberikan sumbangan unsur nitrogen ke tanah cukup besar, karena kemampuannya dalam memfiksasi nitrogen biologis dari udara dengan bantuan bakteri *Rhizobium* (Anderson *et al.*, 1981).

### **2.3.2 Potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen melalui fiksasi nitrogen biologis**

Setiap tanaman yang mengandung hijau daun sebenarnya dapat dijadikan sebagai sumber bahan organik, hanya saja jumlah bahan organik yang dapat disumbangkan tidak sama. Tanaman turi mempunyai keistimewaan karena dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* untuk memfiksasi nitrogen bebas dari udara. Jumlah nitrogen di udara yang



persentasenya sekitar 80% ini dapat dimanfaatkan oleh turi dengan bantuan bakteri *Rhizobium* (Gutteridge dan Akkasaeng, 1993). Fiksasi nitrogen biologis adalah pengambilan nitrogen dari udara melalui proses biologi. Fiksasi dapat dilakukan oleh mikroorganisme non simbiotik maupun oleh mikroorganisme yang bersimbiosis dengan tanaman (Dart, 1974).

Nitrogen di udara dalam bentuk molekul  $N_2$  belum siap pakai bagi tanaman, untuk itu perlu diubah menjadi bentuk nitrat atau amonium melalui proses-proses tertentu. Jumlah fiksasi nitrogen pada masing-masing jenis legume berbeda-beda, bergantung pada interaksi antara tanaman legume, bakteri, dan lingkungannya, seperti suhu, pH, kandungan nitrogen dan aerasi tanah (Yutono, 1985).

Bintil akar merupakan wahana simbiosis yang mampu melakukan fiksasi nitrogen dari udara, sehingga tanaman yang mempunyai bintil akar mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan nitrogen dari hasil fiksasi tersebut. Tanaman yang mempunyai bintil akar adalah tanaman legume, termasuk turi (Ayanaba dan Dart, 1977). Jenis tanaman merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan bakteri *Rhizobium* dalam bersimbiosis, karena tanaman menghasilkan fotosintat yang dibutuhkan *Rhizobium* untuk membentuk enzim nitrogenase. Proses simbiosis ini tidak bisa berlangsung jika jenis *Rhizobium* yang ada tidak cocok dengan tanaman. Jadi kesesuaian jenis *Rhizobium* dengan tanaman inangnya akan menentukan keberhasilan simbiosis ini. Pembentukan bintil akar yang efektif merupakan tanda terjadinya simbiosis dari proses fiksasi nitrogen biologis dalam tanaman (Brockwell, 1984).



Fiksasi nitrogen terjadi pada pusat bintil-bintil akar yang terdapat di dekat akar tunggang tanaman. Dalam interaksi ini sel *Rhizobium* akan berubah menjadi bakteroid dan di bagian tengah dari bakteroid terbentuk pigmen merah yang disebut dengan *leghemoglobin*. Enzim nitrogenase yang dibentuk oleh bakteroid dan *leghemoglobin* merupakan komponen yang terlibat dalam fiksasi nitrogen secara biologis (Dart, 1977). Graham (1981) berpendapat bahwa bakteri yang masuk ke dalam sel akar disebut dengan *bakteroid* yang mempunyai sifat yang berbeda dengan bakteri yang hidup bebas dalam tanah. *Bakteroid* mensintesis enzim nitrogenase yang bertanggung jawab terhadap reduksi  $N_2$  menjadi  $NH_3^+$ . *Nitrogenase* ini dapat dimiliki oleh bakteri jika sudah memasuki sel tanaman. Bakteri *Rhizobium* yang belum memasuki sel tanaman tidak dapat mensintesis enzim *nitrogenase*.

Tanaman turi menyediakan karbohidrat untuk bakteri sebagai bahan bakar. Elektron yang dihasilkan bakteri digunakan untuk mereduksi nitrogen dari udara menjadi amonium. Pengikatan  $N_2$  dari udara oleh simbiosis tanaman legume dengan bakteri *Rhizobium* merupakan terminal dari suatu rangkaian proses yang kompleks. Di dalam bintil akar inilah terjadi proses simbiosis antara tanaman inang dengan bakteri *Rhizobium* dalam memfiksasi nitrogen dari udara (Beringer, 1983).

## 2.4 Fiksasi $N_2$ dari udara oleh bakteri *Rhizobium*

Fiksasi nitrogen secara biologis yang dilakukan oleh bakteri simbiotik terdapat pada: (a) Legume (kacang hijau, kacang tanah, kedelai, lamtoro, turi dan lain lain) dan (b) non Legume (*Alnus*, *Ceanothus*, *Myrica*). Jumlah

fiksasi nitrogen dari masing masing jenis legume berbeda beda, tergantung pada interaksi antara tanaman legume, bakteri dan lingkungannya. Faktor lingkungan yang mempengaruhi proses fiksasi nitrogen ini, antara lain pH tanah, suhu tanah, kandungan nitrogen dalam tanah ( Beringer, 1983). Nitrogen di udara difiksasi oleh mikroorganisme pengikat nitrogen (Rhizobium dalam bintil akar) menghasilkan amonia. Tanaman yang mempunyai bintil akar adalah tanaman legume, termasuk tanaman turi (Yutono, 1985).

Berbagai teori telah diajukan oleh para ahli mengenai pembentukan bintil akar. Di antara teori tersebut menyatakan bahwa pembentukan bintil diawali oleh akar yang mengeluarkan triptofan dan senyawa lain yang menyebabkan peningkatan jumlah Rhizobium di sekitar akar. Triptofan digunakan oleh bakteri dan diubah menjadi asam indol asetat (AIA). Keberadaan asam indol asetat akan menyebabkan bulu-bulu akar membengkok sebelum bakteri masuk ke dalamnya. Perubahan triptofan menjadi AIA dipengaruhi oleh asam ketoglutarat dan asam glutamat yang bertindak sebagai substrat (Rao, 1977; Bergessen, 1980).

Tanaman akan menentukan berhasilnya suatu bakteri Rhizobium dalam bersimbiosis, karena tanaman menghasilkan fotosintat yang dibutuhkan Rhizobium untuk membentuk enzim nitrogenase. Hal ini semua belum ada artinya jika jenis Rhizobium yang ada tidak sesuai dengan tanaman. Jadi jenis Rhizobium yang serasi hubungannya dengan tanaman akan mempengaruhi simbiosis ini (Brockwell, 1984). Pembentukan bintil akar yang efektif merupakan tanda dari proses fiksasi nitrogen biologis yang terjadi di dalam tanaman tersebut. Bintil akar efektif ditandai warna merah dalam

pusat bintil akar. Warna merah tersebut menandakan adanya leghaemoglobin yang terkandung di dalam bintil akar. (Bergersen, 1980).

Di dalam bintil akar inilah terjadi proses simbiosis antara tanaman inang dengan bakteri *Rhizobium* dalam memfiksasi nitrogen dari udara. Bakteri yang masuk ke dalam sel akar mempunyai sifat yang berbeda dibandingkan dengan bakteri *Rhizobium* yang hidup bebas dalam tanah. Bakteri yang terdapat di dalam tanaman inang, karena adanya leghaemoglobin dan enzim nitrogenase dapat menangkap  $N_2$  dari udara dan mengubahnya menjadi  $NO_3^-$  yang dibutuhkan tanaman dalam membentuk protein (Bergessen, 1980; Graham, 1981; Beringer, 1983; Brockwell, 1984). Berbagai faktor lingkungan seperti reaksi tanah, temperatur dan air mempengaruhi proses pembentukan sistem fiksasi nitrogen baik secara langsung maupun tidak langsung (Graham, 1981).

Simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dengan tanaman legume sangat dipengaruhi oleh kesesuaian jenis bakteri *Rhizobium* tersebut terhadap tanaman legume. Simbiosis terjadi karena *Rhizobium* memerlukan karbohidrat sebagai sumber energi yang diperoleh dari tanaman inang, sedangkan tanaman inang membutuhkan nitrogen untuk proses pertumbuhan. Adanya kerjasama ini diwujudkan dalam bentuk bintil akar (Beringer, 1983; Brockwell, 1984; Yutono, 1985; Sitompul, 1989).

## 2.5 Bakteri *Rhizobium*

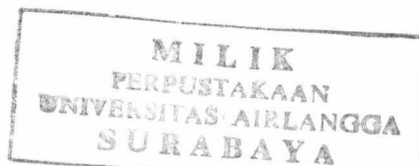
*Rhizobium* termasuk dunia *Protophyta*, kelas *Schizomycetes*, bangsa *Eubacteriales*, suku *Rhizobiaceae* dan marga *Rhizobium*. Menurut Beringer

(1983) beberapa jenis yang seringkali dibicarakan dan penting artinya dalam bidang pertanian, adalah :

- (1) *Rhizobium legumerum*
- (2) *Rhizobium japonicum*
- (3) *Rhizobium phaseoli*
- (4) *Rhizobium trifolii*
- (5) *Rhizobium melitoti*
- (6) *Rhizobium lupini*

Bakteri *Rhizobium* bermanfaat bagi tanaman setelah bersimbiosis dengan tanaman legume, yang ditandai dengan terbentuknya bintil akar pada tanaman legume tersebut (Bergessen, 1980). Adanya bintil akar pada tanaman legume merupakan suatu keuntungan yang tidak ternilai dalam akumulasi nitrogen di dalam tanah serta peningkatan kesuburan tanah. Kemampuan bakteri *Rhizobium* dalam mengikat nitrogen bebas dari udara cukup besar, sehingga beberapa jenis tanaman legume dikenal pula sebagai pupuk biologi (Gutteridge dan Akkasaeng, 1993).

Kualitas tanaman legume sebagai pupuk organik atau sebagai bahan pakan ternak yang baik, ditentukan oleh beberapa syarat, antara lain efektivitas bakteri *Rhizobium*. Untuk mencapai hasil yang maksimal, maka dilakukan inokulasi dengan inokulan yang sesuai dengan lingkungan dan tanaman inangnya karena simbiosis ini mempunyai spesifisitas tertentu (Yutono, 1985). Beberapa jenis tanaman legume dapat efektif bersimbiosis dengan berbagai bakteri *Rhizobium*, tetapi ada pula yang hanya dapat bersimbiosis dengan satu jenis *Rhizobium*, misalnya tanaman kedelai hanya



dapat bersimbiosis baik dengan *Rhizobium japonicum* (Gutteridge dan Akkasaeng, 1993; Yutono, 1985).

Secara teoritis, tidak banyak masalah dalam pembentukan bintil akar oleh suatu jenis bakteri *Rhizobium* yang diinokulasikan terhadap jenis-jenis tanaman legume di luar spesifitasnya, tetapi pembentukan bintil akar tersebut tidak efektif dalam memfiksasi nitrogen dari udara. Pada tiap jenis *Rhizobium* dikenal jenis-jenis tertentu yang mempunyai kriteria tertentu. Perbedaan sifat yang penting antara galur-galur itu, terutama dalam kemampuannya memfiksasi nitrogen pada bintil akar sebagai interaksi galur *Rhizobium japonicum* dengan akar tanaman dari varietas kedelai (Ayanaba dan Dart, 1977).

Jenis *Rhizobium* dapat hidup bebas dalam tanah, artinya tidak dalam hubungan simbiosis dengan tanaman. Bakteri *Rhizobium* yang hidup bebas dalam tanah mungkin berasal dari bintil-bintil akar yang terdapat pada tanaman legume yang tumbuh di daerah itu. Bila hidup bebas *Rhizobium* memenuhi kebutuhannya dari bahan organik dan anorganik tanah (Sitompul, 1991). Faktor lingkungan seperti suhu, pH, unsur unsur dan senyawa kimia tertentu pada umumnya mempengaruhi *Rhizobium* disamping mereka ini mempunyai musuh alami, yaitu berupa parasit pada bakteri (Graham, 1981). Suhu optimal untuk *Rhizobium* berkisar antara 18°C-26°C, minimal 8°C dan maksimal 45°C. Munever dan Wollum (1981) melaporkan bahwa meningkatnya temperatur akar tanaman kedelai dari 28°C ke 40°C mempengaruhi jumlah bintil, berat basah bintil dan aktivitas enzim *nitrogenase* oleh bakteri *Rhizobium* yang diinokulasikan.

Kisaran pH optimal untuk *Rhizobium* adalah sedikit di bawah netral hingga agak alkali dan pada pH 5.0, beberapa galur *Rhizobium* masih dapat hidup. Pengaruh pH terhadap *Rhizobium* merupakan masalah yang rumit terutama pada pH yang rendah sebab adanya masalah-masalah yang saling berhubungan, antara lain : (a) faktor-faktor dalam tanah yang dipengaruhi pH, yang langsung berpengaruh terhadap galur *Rhizobium*; (b) faktor-faktor dalam tanah yang dipengaruhi pH, yang langsung berpengaruh terhadap tanaman; dan (c) faktor-faktor dalam tanah yang dipengaruhi pH, yang mempengaruhi aktivitas *Rhizobium* pada akar tanaman dan interaksi antara *Rhizobium* dengan tanaman dalam pembentukan bintil akar (Beringer, 1983; Brockwell, 1984; Yutono, 1985).

Pada pH 4.4 kebanyakan galur *Rhizobium* tidak berkembang dalam tanah dan proses infeksi juga terhambat, tetapi jika pH tanahnya dinaikkan menjadi 5.4, maka infeksi oleh *Rhizobium* akan berlangsung dan terbentuk bintil akar. Selain berpengaruh langsung pada bakteri *Rhizobium*, pH tanah berkaitan pula dengan masalah ketersediaan hara tertentu yang mempengaruhi ketahanan hidup *Rhizobium* dan infeksi *Rhizobium* pada akar tanaman. Kelembaban tanah pada tingkat koefisien layu akan menghambat pembentukan bintil akar. Penghambatan pertumbuhan akar dan akar rambut akan menghambat proses infeksi (Giller dan Wilson, 1991).

Kriteria yang paling sering digunakan untuk mengenal marga *Rhizobium* adalah kemampuannya untuk membentuk bintil akar pada tanaman legume. Disamping itu, *Rhizobium* mempunyai sifat-sifat antara lain: ukurannya sedang, gram negatif, berbentuk batang, pada agar pepton glukosa pertumbuhannya sangat lambat, pada media ekstra ragi juga tumbuh

lambat, koloni berair atau berwarna putih. *Rhizobium* tidak memproduksi asam atau jika memproduksi asam, jumlahnya sedikit. Beberapa sifat ini digunakan sebagai identifikasi *Rhizobium* (Somasegaran dan Hoben, 1985). Sifat-sifat lain yang juga digunakan untuk mengenal *Rhizobium* adalah kecepatan berkembang biak dan kerapatan koloni, sifat permukaan antigen, stimulasi oleh gula pentosa atau vitamin, kisaran pH tumbuh, temperatur yang dapat ditolerir untuk tumbuh, dan produksi  $H_2S$  (Graham, 1981). Reaksi serologi yang spesifik merupakan cara yang terbaik untuk mengetahui jenis *Rhizobium* walaupun keterangan mengenai tidak adanya jenis yang bereaksi sama dengan antisera sangat diperlukan (Somasegaran dan Hoben, 1985).

## **2.6 Pertumbuhan *Rhizobium* pada agar YEM (Yeast Extract Manitol)**

Komposisi media ini cukup kompleks, akan tetapi media ini merupakan media yang paling sering digunakan untuk menumbuhkan *Rhizobium*. Media yang masih segar dan inkubasi yang tetap akan menentukan keberhasilan pembiakan maupun isolasi bakteri *Rhizobium*. Variasi posisi media, baik media tegak maupun media miring bukan merupakan hal yang menghambat keberhasilan pembiakan bakteri maupun isolasinya (Somasegaran dan Hoben, 1985).

Menurut Halliday dan Somasegaran (1983) variabel yang biasa diamati bila menggunakan media ini untuk pembiakan bakteri *Rhizobium* adalah :

- (1) ukuran koloni yang benar-benar terpisah setelah diinkubasi selama 7 hari pada temperatur  $26^{\circ}C$ ;



- (2) elevasi koloni;
- (3) warna, dan perbedaan bentuk koloni;
- (4) perekat yang dihasilkan beserta kekekatannya;
- (5) keseragaman tipe koloni.

Sifat-sifat yang dapat digunakan sebagai ciri dari *Rhizobium* dan sekaligus tanda-tanda yang dapat dipakai sebagai petunjuk bukan *Rhizobium* disajikan pada lampiran 3. Demikian pula hubungan jenis bakteri dengan tanaman yang berkaitan dengan kemampuan membentuk bintil akar (Somasegaran dan Hoben, 1985). Kemampuan biakan bakteri untuk menyebabkan perubahan bentuk yang nyata dari bulu akar legume merupakan suatu karakteristik yang penting dan sangat berguna dalam pengenalan *Rhizobium*. Dengan memperhatikan tingkat pembengkokan bulu akar, akan dapat menentukan jenis *Rhizobium* yang bersangkutan (Imas *et al.*, 1989).

Asal biakan yang sedang diteliti akan mempengaruhi sifat-sifat dari bakteri tersebut. Menurut Somasegaran dan Hoben (1985) ada tiga kemungkinan yang sering dijumpai dalam pembiakan bakteri *Rhizobium*, yaitu biakan dari bintil akar tanaman inang, biakan dari tempat lain dan biakan dari populasi campuran.

#### a. pembiakan yang berasal dari bintil

Pengujian terhadap pembiakan, bentuk, dan sifat-sifat pewarna uji terhadap kemampuan menginfeksi. Pengujian serologi dan sensitivitas terhadap fase dapat dilakukan sebagai keterangan tambahan dalam mengidentifikasi galur (Somasegaran dan Hoben, 1985).



b. Biakan yang diperoleh dari tempat lain

Dalam hal ini pengujian sama dengan biakan yang baru diisolasi, tetapi dalam beberapa hal, identifikasi dapat dilakukan terhadap kemampuan menginfeksi apakah dengan uji serologi atau uji sensitivitas phage atau keduanya (Somasegaran dan Hoben, 1985).

c. Biakan dari populasi campuran

Pengujian morfologi dan pewarnaan pertumbuhan dalam agar Manitol Ragi (YEM) pada temperatur 25-28°C. Tetapi pengujian kemampuan untuk menginfeksi inang (sedikit atau banyak inangnya) merupakan karakteristik yang lebih penting untuk diteliti. Sebelum menyimpulkan *Rhizobium* apa, berbagai macam uji tersebut juga diperlukan (Somasegaran dan Hoben, 1985).

## 2.7 Pengembangan *Rhizobium* menjadi Legume Inokulan (Legin)

Isolat *Rhizobium* yang telah dibiakkan pada media agar ragi (YEM) tidak bisa disimpan dalam waktu yang lama dan dilakukan di laboratorium, sehingga tidak bisa dimanfaatkan oleh petani. Agar bisa dimanfaatkan petani dan lebih memudahkan aplikasinya, maka harus dikembangkan menjadi Legin (Imas *et al.*, 1989).

Pembuatan Legin dari isolat *Rhizobium* dapat dilakukan dengan menggunakan media pembawa (*carier*). Ada beberapa media pembawa yang bisa digunakan untuk membuat Legin, antara lain: gambut, kompos, lignit (paku-pakuan, daun pinus) dan arang (Somasegaran dan Hoben, 1985). Media pembawa yang sering digunakan dalam pembuatan Legin di Indonesia, Filipina, dan di Thailand adalah campuran gambut dan arang dengan perbandingan 1 : 1 hingga 1 : 3. Media pembawa mempunyai persyaratan

mengandung bahan organik, mempunyai pH netral, steril dan dapat menyerap air (Brewbaker *et al.*, 1983). Kompos juga dapat digunakan sebagai campuran dalam membuat media pembawa karena kompos mengandung bahan organik. Arang yang mempunyai sifat dapat menetralkan reaksi serta menyerap air, bisa juga digunakan sebagai bahan pembuat media pembawa.

## **2.8 Upaya peningkatan potensi turi sebagai pupuk organik**

Disamping beberapa keuntungan yang akan diperoleh apabila menggunakan pupuk organik pada pembudidayaan tanaman di lahan pertanian, terdapat beberapa kendala yang dihadapi. Untuk mengatasi kendala penggunaan pupuk organik perlu diperoleh teknik yang tepat (Sparling dan Ross, 1993).

Kandungan hara yang terdapat dalam pupuk organik relatif sangat rendah, terutama di daerah tropis karena proses perombakan bahan organik berlangsung relatif cepat. Oleh karena itu, pupuk organik harus diberikan dalam volume yang besar agar dapat berfungsi efektif (Koshino, 1990; Pallo, 1993). Beberapa pupuk organik terdiri dari bahan-bahan yang berserat panjang sehingga menyulitkan dalam pemberian dan pengadukannya ke dalam tanah (Koshino, 1990).

Untuk memudahkan pemakaian, bahan itu harus dicacah menjadi kecil atau pendek, tetapi pencacahan ini jelas memerlukan biaya, waktu dan tempat. Untuk mengatasi kelemahan tersebut di atas, perlu dicari teknik-teknik tertentu agar lebih mudah penerapannya, lebih praktis, ekonomis, dan mencapai hasil yang maksimal (Cosico dan Koshino, 1990).

Rendahnya kandungan unsur hara di dalam pupuk organik antara lain dikarenakan pupuk organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman mempunyai kandungan bahan organik bermacam-macam tergantung dari jenis tanaman, kandungan bahan organik tanaman dan lain-lain. Selama ini pupuk organik belum begitu banyak mendapat perhatian ataupun penanganan secara khusus, sehingga pengolahan pupuk organik biasanya merupakan campuran dari beberapa tanaman tanpa memperhatikan jenis maupun kandungan unsur haranya. Pembuatan pupuk organik melalui pengomposan yang baik dapat menekan timbulnya penyakit dalam tanah dan membantu pembentukan senyawa organik (Koshino, 1990). Kenyataan ini dapat dijadikan faktor yang dapat mendukung pembuatan pupuk organik.

Dari berbagai jenis tanaman legume ada yang mempunyai kandungan unsur nitrogen tinggi, demikian pula sebaliknya. Jenis tanaman legume yang mempunyai kandungan nitrogen tinggi akan menghasilkan pupuk organik yang efektif (Cosico dan Koshino, 1990). Umur tanaman juga dapat menentukan jumlah kandungan nitrogen. Pada umur tertentu tanaman turi dapat mengandung nitrogen maksimal. Masing-masing jenis turi mempunyai kemampuan menghasilkan nitrogen maksimal pada umur yang berbeda-beda (Berg dan Staaf, 1981).

Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi kecepatan proses dekomposisi bahan organik yaitu: suhu, kelembaban, jenis tanah (habitat) dan lain-lain. Dari informasi tentang beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan maupun jumlah unsur hara yang dapat dihasilkan oleh pupuk organik, dapat dikembangkan pembuatan pupuk organik yang

berpotensi tinggi dalam menghasilkan nitrogen secara maksimal (Swift, 1986).

Pengomposan yang baik dapat dilakukan antara lain dengan perlakuan suhu dan kelembaban yang tepat sehingga dapat menghasilkan pupuk organik yang baik pula. Perlakuan terhadap tanaman yang akan dijadikan pupuk organik, misalnya dengan memberikan inokulan pada tanaman turi akan meningkatkan kandungan nitrogen di dalam tanaman. Inokulan yang diberikan haruslah kompatibel dengan bakteri *Rhizobium* maupun tanaman inangnya yang selanjutnya akan dapat memacu proses fiksasi nitrogen dari udara (Yutono, 1985).

## **LANDASAN EMPIRIS**

### **2.1 Dampak penggunaan pupuk anorganik di lahan pertanian**

Nitrogen adalah unsur hara yang paling sering membatasi hasil panen di wilayah tropika maupun wilayah iklim sedang. Kecuali beberapa lahan yang belum lama berselang dibuka, hampir semua tanah yang digarap kahat akan unsur hara ini. Kenyataan bahwa kandungan nitrogen pada tanaman dan rumput tropika pada umumnya lebih rendah daripada nilai yang bersesuaian di wilayah iklim sedang, memperbesar kekurangan protein yang begitu meluas di wilayah tropika. Ini memerlukan tingkat pemineralan nitrogen yang lebih tinggi dan bersesuaian (Berg dan Staaf, 1981). Hanya tanah subur yang dapat mencernakan pupuk anorganik dan organik secara efektif dan efisien. Tanah subur berkemampuan tinggi mengedarkan zat hara, udara, dan air, serta menetralkan zat beracun untuk kelestarian kegiatan biologi tanah, termasuk kondisi akar tanaman (Go, 1990).

Penggunaan pupuk secara terus menerus akan merusak struktur tanah. Dari berbagai penelitian telah diketahui bahwa pemberian TSP pada tanah miskin cadangan mineral akan menguras, memiskinkan, dan merusak struktur tanah. Tanah menjadi kahat unsur hara dan bahan organik kaya basa (umumnya limbah pertanian). Pupuk anorganik dan organik hanya efektif untuk mengatasi kelaparan tanah dan efisiensinya rendah terhadap kenaikan produksi tanaman (Go, 1990).

Syarat utama untuk mengatasi kelaparan tanah adalah perbaikan struktur tanah melalui pemupukan organik karena pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas biologi tanah. Mikroorganisme tanah dapat membentuk struktur sarang yang mantap, melancarkan peredaran udara segar, zat hara anion (nitrat, sulfat, fosfat), dan unsur mikro (seng, tembaga, besi, mangan), serta menekan kelarutan tinggi unsur beracun seperti aluminium, krom, nikel (Jo, 1990).

Pupuk anorganik menaikkan ketersediaan zat hara dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh sistem perakaran tanaman. Penyerapan zat hara dan air oleh akar memerlukan energi kelancaran proses oksidasi. Akar memperoleh energi dari karbohidrat yang dihasilkan dari proses fotosintesis dan oksigen dari tanah. Kelambanan penyegaran udara tanah dengan oksigen menciptakan lingkungan reduksi kaya racun pernafasan dan karbondioksida. Dua zat ini menjadi penghalang penyerapan zat hara dan air oleh akar tanaman sehingga tanaman mengalami keracunan atau kekurangan unsur hara maupun air (Go, 1990).

Pengolahan tanah secara terus menerus akan mempercepat proses mineralisasi humus dan bahan organik lainnya yang pada akhirnya meng-

akibatkan degradasi struktur tanah sehingga tanah menjadi padat, infiltrasi air dan udara terhambat. Tanah yang padat akan jenuh air dan mengakibatkan lingkungan kurang menguntungkan bagi penyerapan hara dan air oleh sistem perakaran seperti: tanah menjadi kahat oksigen, gejala keracunan, dan kehilangan nitrogen melalui denitrifikasi. Degradasi struktur menjadi sebab utama kemunduran efisiensi pemupukan. Struktur tanah sarang yang mantap sulit diperbaiki dan menjadi bergantung pada humus dan kegiatan mikroorganisme tanah. Bahan organik menentukan kegiatan jasad dan pembentukan humus (Rochayati dan Adiningsih, 1990).

Dewasa ini pemupukan dengan menggunakan bahan organik seperti pupuk kandang dan kompos, hampir terlupakan. Ini disebabkan pemberian pupuk organik tidak memberikan pengaruh yang langsung terhadap produksi tanaman budidaya bahkan dapat dikatakan tidak dapat meningkatkan produksi secara nyata. Hal ini disebabkan pengaruh pupuk organik tersebut relatif lambat karena masih memperbaiki struktur tanah terlebih dahulu (Syarifuddin *et al.*, 1990). Di lain pihak, pupuk anorganik dapat memacu dan meningkatkan produksi dalam waktu yang relatif singkat, tetapi karena limbah tanaman dalam bentuk sisa panen tidak dikembalikan ke tanah, maka tanah menjadi kahat unsur hara dan bahan organik (Soepardi, 1978).

Gejala kekurangan suatu unsur hara pada tanaman, misalnya kekurangan belerang pada padi sawah, belum merupakan petunjuk kekurangan belerang di dalam tanah, tetapi kekurangan belerang pada tanaman padi sawah tersebut dapat disebabkan oleh ketidakmampuan akar tanaman menyerap belerang di lingkungan reduksi tanah jenuh air karena aerasinya yang jelek (Karama, 1990). Telah dijumpai gejala kekurangan

fosfor pada padi sawah yang diberi pupuk TSP terus menerus, meskipun kadar total P dalam tanah cukup tinggi. Pemberian pupuk yang berlebihan menekan tersedianya unsur magnesium dan menyebabkan tanaman mudah rebah (Koshino, 1990). Dilaporkan pula bahwa terdapat pencemaran  $\text{NO}_3^-$  di perairan umum, hujan asam ( $\text{HNO}_3$ ) terjadi pada daerah yang telah mendapat perlakuan pemberian pupuk anorganik berlebihan. Pemberian P yang berlebihan juga mendorong pertumbuhan ganggang dan gulma air yang mengganggu saluran perairan umum (Jo, 1990). Pupuk anorganik tidak mempunyai sifat yang dapat memperbaiki sifat fisik maupun biologi tanah secara langsung (Go, 1990).

## 2.2. Efisiensi pemupukan nitrogen

Go (1990) mengatakan bahwa efisiensi penggunaan nitrogen di lahan marginal adalah rendah. Kurang efisiennya penggunaan nitrogen anorganik ini terlihat dari kenyataan bahwa kebutuhan pupuk nitrogen pada luasan tertentu selalu meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 1969 hanya dibutuhkan 0,2 juta ton kemudian meningkat menjadi 1,2 juta ton pada tahun 1985. Pemakaian pupuk fosfat rata-rata per tahun dalam pelita I adalah 36,8 ribu ton, dalam pelita II hampir 3 kali lipat, yaitu 107,4 ribu ton, dan pelita III pemakaian rata-rata pertahun menjadi 187 ribu ton atau hampir 2 kali lipat dari tahun-tahun sebelumnya.

Penggunaan nitrogen dengan menaburkan pada permukaan tanah sangat umum di wilayah tropika, oleh karena itu kehilangan akibat penguapan banyak terjadi, terutama apabila digunakan dosis nitrogen yang tinggi (Rochayati *et al*, 1990). Kehilangan nitrogen akibat penguapan pada



tanah pasir lempungan dengan pH 7,1 di Gujarat, India, sebesar 4%, tetapi jika digunakan pemupukan nitrogen 28 kg N/ha, maka kehilangan akibat penguapan meningkat menjadi 44% (Chaturvedi, 1983). Rochayati *et al.* (1990) mengatakan bahwa efisiensi pupuk urea rendah, apalagi dengan cara pemupukan yang banyak dilakukan oleh petani kita (menaburkan pupuk). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wetselaar *et al.* (1984) di Sukamandi menunjukkan bahwa kehilangan nitrogen melalui volatilisasi atau penguapan  $\text{NH}_3$  lebih dari 70% dari urea yang digunakan. Efisiensi pemupukan yang makin menurun ini menunjukkan bahwa produktivitas lahan pertanian kini semakin menurun. Nitrogen hampir selalu menjadi pembatas pertumbuhan tanaman pada hampir semua tanah. Oleh karena itu tujuan pengelolaan nitrogen pada umumnya dan khususnya untuk lahan kering adalah mengembangkan cara yang efektif dalam mengelola nitrogen, baik yang berasal dari tanaman maupun pupuk, sehingga dapat membangun dan melestarikan produktivitas lahan yang tinggi (Mulongloy dan Akobundu, 1985).

Dilaporkan pula adanya pencemaran  $\text{NO}_3^-$  di perairan umum sebagai akibat hujan  $\text{HNO}_3$  di daerah yang menggunakan pupuk urea yang berlebihan (Jacobs, 1990). Akhir-akhir ini dilaporkan bahwa di Cina terdapat peningkatan serangan penyakit busuk pangkal batang tanaman karena pemupukan nitrogen yang berlebihan (Syarifuddin *et al.*, 1990). Ismail *et al.* (1989) melaporkan bahwa pengapuran dan pupuk organik selama 2 tahun berturut-turut pada tanah ultisol di Way Abung, Lampung menunjukkan bahwa pada tahun I (MH 1984/1985 dan MK 1985) hasil tanaman yang



dipupuk maupun dikapur tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Terdapat indikasi pemupukan organik lebih baik daripada pemberian pupuk anorganik dalam bentuk NPK (tabel 2.1). Pada tahun ke II (MH 1985 dan MK 1985/1986), pemberian pupuk organik berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik pada tanaman padi gogo dan jagung.

Tabel 2.1. Hasil padi sawah IR-64 (t/ha) pada beberapa macam pupuk organik, pupuk N dan lokasi (Puslitbangtan, 1990)

N kg/ha	Macam Pupuk Organik	Regosol Banyuwangi	Aluvial Maros	Rantau Panjang	Aluvial Kepanjen	Latosol Sinjai
0	-	3.3	3.6	4.1	4.4	5.6
0	Sesbania	4.1	4.6	4.8	5.1	6.9
45	-	4.0	4.9	4.8	5.5	6.9
45	Sesbania	4.8	5.3	4.9	6.1	7.2
45	Azola	4.8	5.0	4.1	6.7	6.8
90	-	4.5	5.3	4.8	6.6	7.8
90	Sesbania	4.0	5.3	5.1	6.7	7.8
90	Azola	4.4	5.4	4.6	6.6	7.2

Ismail *et al.*, (1989)

### 2.3. Turi sebagai nitrogen fixing tree

*Nitrogen Fixing Tree* (NFT) adalah tanaman pohon yang mampu memfiksasi nitrogen dari udara, beberapa penulis menyebutnya dengan *Tree Legume Crop* (TLC) atau Legume pohon. NFT telah dikembangkan di India khususnya pada tanah yang salinitas dan alkalinitasnya tinggi yang jumlahnya sekitar 7,1 juta ha. Tanah tersebut merupakan tanah marginal yang miskin unsur hara, jika dimanfaatkan sebagai lahan pertanian tidak akan dapat menghasilkan produksi maksimal. Dengan penanaman NFT khususnya Sesbania, maka kecuali produksi kayunya yang digunakan untuk

industri maupun kayu bakar ternyata sifat tanah dapat diperbaiki (Chaturvedi, 1983).

Ada beberapa spesies turi yang dikembangkan India, Thailand dan Hawaii yang masing-masing mempunyai habitat yang berlainan, antara lain *Sesbania grandiflora*, *Sesbania sesban*, *Sesbania aegyptica*, *Sesbania glabra* (Dutt *et al.*, 1983; Gutteridge dan Akkasaeng, 1993). Hasil penelitian Ghai *et al.*, (1993) mendapatkan bahwa kemampuan berkecambah tiap-tiap jenis *Sesbania* berbeda-beda, ada yang bijinya harus direndam air ataupun asam sulfat terlebih dahulu. Masing-masing *Sesbania* mempunyai kemampuan menghasilkan bintil akar dan berat kering tanaman maupun kandungan nitrogen yang berbeda-beda. Lama perendaman biji *Sesbania* juga bervariasi antara 0 hingga 45 menit, dan di antara jenis *Sesbania* ternyata *Sesbania grandiflora* dan *Sesbania aegyptica* lebih mudah berkecambah, ini terlihat dari lama waktu perendamannya yang singkat, sedangkan *Sesbania sesban* membutuhkan perendaman yang lebih lama (tabel 2.2).

Jumlah bintil akar yang dikandung masing-masing *Sesbania* juga berbeda-beda. *Sesbania grandiflora* mempunyai jumlah bintil akar yang relatif banyak bobot bintil akarnya lebih berat dibandingkan dengan *Sesbania aegyptica*. Jumlah maupun berat bintil akar *Sesbania grandiflora* hampir sama dengan jumlah dan berat bintil akar *Sesbania sesban*, dan kandungan nitrogen masing-masing *Sesbania* selaras dengan jumlah dan berat bintil akarnya.

Tabel 2.2. Perkecambahan dan kondisi pertumbuhan 3 tipe *Sesbania*

Nama & strain	Asal biji	Metode perkecam bahan	Pengamatan setelah 30 hari			
			Bintil akar		Berat kering tanaman g/tan	Kandungan N tanaman %
			jumlah	berat kering -mg-		
<i>S. grandiflora</i> IGFR1	India	Air	60.3	79	2.2	3.4
<i>grandiflora</i> MPKV	India	Air	54	320	3.1	3.6
<i>S. aegyptica</i> MPKV	India	Air	17	53	2.7	3.7
<i>aegyptica</i> GAU	India	Air	18	110	1.7	3.2
<i>S. glabra</i> RKG	Israel	Air	23.5	130	0.9	3.8
<i>S. sesban</i> IGFR1	India	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>15</sup>	45.4	125	0.8	3.4
<i>S. sesban</i> 215608	India	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>45</sup>	71	116	3.1	4.0
<i>S. sesban</i> 233551	Okinawa	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>15</sup>	37	65	2.6	4.4
<i>S. sesban</i> 279601	China	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>5</sup>	21	74	3.9	4.0

Ghai *et al.*, (1993)

Hasil penelitian Habte (1985) menunjukkan bahwa penanaman *Sesbania grandiflora* selain dapat meningkatkan jumlah dan berat bakteri, kandungan nitrogen tanah, ternyata juga dapat meningkatkan ketahanan tanah akan erosi. Ini terlihat dari tabel 2.3. yang menunjukkan konsentrasi ikatan C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (aktivitas enzim nitrogenase) dalam tanaman turi dan pertumbuhan serta dan kandungan unsur hara tanaman *Sesbania grandiflora* menurun sejalan dengan kedalaman lapisan tanah.

Tabel 2.3. Pengaruh simulasi erosi terhadap nodulasi, aktivitas enzim nitrogenase, pertumbuhan *S. grandiflora* dan serapan nitrogen

Kedalaman tanah (cm)	Bintil		n mol C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> per pot	n mol C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> per g bintil	Br.t.krg akar (g)	Br.t.krg batang (g)	Serapan tanaman		
	jumlah	berat (g)					N	P	K
							----- mg/pot -----		
0.0	150	1.53	1731	1143	2.10	4.11	67.9	8.3	61.0
7.5	53	0.94	1724	1072	1.31	2.24	32.5	3.5	27.3
15.0	54	0.86	978	2001	1.55	2.63	40.1	3.4	35.1
25.0	11	0.18	308	1815	0.59	0.87	12.1	2.2	10.6
37.5	4	0.04	49	417	0.18	0.28	3.9	0.4	4.8

Habte (1985)

#### 2.4 Pengujian efektivitas turi dalam memfiksasi nitrogen

Fiksasi nitrogen secara biologis ditandai dengan terbentuknya bintil akar. Bintil akar mempunyai warna yang bermacam-macam, dari warna putih, pink, hingga merah dan warna bintil akar ini dapat dijadikan petunjuk tentang efektivitas fiksasi nitrogen. Warna merah merupakan tanda terdapatnya *leghaemoglobin* yang membantu pembentukan enzim nitrogenase. Enzim ini berperan dalam penangkapan dan pengubahan N<sub>2</sub> menjadi NH<sub>3</sub><sup>+</sup> (Paul dan Clark, 1989).

Jumlah dan berat bintil akar juga dapat dijadikan tanda intensitas fiksasi nitrogen biologis. Ghai *et al.*, (1993); Habte (1985); Prihandarini (1993); Pasaribu *et al.*, (1988) menggunakan jumlah dan berat bintil akar sebagai pengujian efektivitas fiksasi nitrogen pada tanaman legume. Perbedaan kandungan nitrogen dalam tanaman yang diinokulasi dan tidak diinokulasi pada media yang sama dapat juga digunakan sebagai indikasi fiksasi nitrogen. Kandungan nitrogen tanaman legume meningkat sejalan

luas daun yang mempunyai warna hijau dapat dijadikan indikator keadaan nitrogen tanaman. Kandungan nitrogen yang cukup membantu pembentukan organ tanaman (Habte, 1985)

## 2.5 Pengembangan pupuk organik masa kini

Sebelum tahun 1950-an, penggunaan pupuk organik relatif tinggi dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik, tetapi setelah tahun 1950-an produksi pupuk anorganik sangat banyak dan harganya makin murah. Dengan dipergunakannya varietas padi yang responsif terhadap pemupukan, penggunaan pupuk anorganik makin banyak dan penggunaan pupuk organik berkurang seperti contoh yang terjadi di Taiwan (Tabel 2.4). Pemakaian pupuk anorganik di Jepang sejak tahun 1965 hingga sekarang relatif konstan yaitu sekitar 2 juta ton/tahun, sedangkan penggunaan pupuk organik meningkat dari 977.000 ton dalam tahun 1972 menjadi 4.281 ribu ton dalam tahun 1988. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negerinya dalam tahun 1987, Jepang mengimport 198.875 ton pupuk organik (Koshino, 1990). Ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah pertanian umumnya makin rendah (Karama 1990). Dari 30 lokasi tanah sawah di Indonesia yang diambil secara acak, sekitar 68% mempunyai kandungan C kurang dari 1.5% dan hanya 9% yang lebih dari 2%. Penelitian Mulongloy dan Akobundu (1985) menunjukkan bahwa tanaman legume daerah tropik seperti *Mucuna deeringiana*, *Sesbania grandiflora* dan *Crotalaria spectabilis* dapat menyumbangkan unsur nitrogen ke tanah sekitar 190, 250 dan 170 kg N/ha.

Tabel 2.4. Penggunaan pupuk organik di Taiwan

Tahun	Pupuk hijau	Kompos	Jerami	Jumlah	Pemakaian per ha (t)
	1000 ton				
1970	464	6967	618	8049	8.9
1973	453	4749	712	5914	4.6
1976	353	4501	652	5516	6.0
1979	299	3114	546	3959	4.3
1982	192	2589	570	3351	3.8
1985	192	2242	465	2899	3.3
1988	109	1093	382	1584	1.8

Karama (1990)

Hasil-hasil penelitian mineralisasi nitrogen di Lampung menunjukkan bahwa tanaman legume dapat memberi sumbangan unsur nitrogen ke tanah ultisol sebagai berikut: *Centrosema pubescens* 36 kg N/ha, *Calopogonium mucunoides* 65 kg N/ha, *Mucuna pruriens* 71 kg N/ha dari tanaman legume penutup tanah, sedangkan untuk tanaman legume tanaman pagar *Caliandra calothyrsus* 55 kg N/ha, *Erythrina orientalis* 40 kg N/ha dan *Peltophorum pterocarpa* 40 kg N/ha (Handayanto *et al.*, 1990; Hairiah dan van Noordwijk, 1989).

## **BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS**

### **3.1 Kerangka Konseptual Penelitian**

Lahan marginal dalam penelitian ini adalah lahan pertanian yang mempunyai kandungan unsur hara terutama nitrogen yang rendah sehingga membutuhkan pemupukan yang tinggi untuk meningkatkan produktivitas dan kesuburannya. Pembentukan lahan marginal disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: erosi, pengolahan tanah berlebihan yang dilakukan terus menerus, serta pemupukan dengan pupuk anorganik secara terus menerus.

Peningkatan produksi per satuan luas tidak dapat lepas dari pemakaian pupuk karena pupuk merupakan sarana produksi utama yang mempengaruhi hasil tanaman. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dalam dosis yang berlebihan dapat menurunkan produktivitas tanah, dan pupuk ini memperbesar kepekaan terhadap kelebihan dan kekurangan air.

Syarat utama untuk mengatasi kepekaan tanah terhadap kelebihan dan kekurangan air tersebut adalah perbaikan struktur tanah melalui pemupukan organik. Pupuk organik mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, hanya saja pengaruh pemberian pupuk organik tidak segera nampak pada produksi tanaman yang dibudidayakan.

Turi merupakan tanaman legume yang dapat digunakan sebagai pupuk hijau atau pupuk organik. Simbiosisnya dengan bakteri *Rhizobium* memungkinkan turi dapat memfiksasi nitrogen dari udara. Simbiosis tanaman turi dengan bakteri *Rhizobium* secara makro dapat digambarkan dengan kondisi bintil akar tanaman turi.

Bakteri *Rhizobium* yang ada dalam tanah kemudian masuk ke dalam akar tanaman turi ditandai dengan terbentuknya bintil akar. Semakin banyak bintil akar yang terbentuk, maka jumlah bakteri yang masuk ke dalam tanaman tersebut juga semakin banyak. Bakteri *Rhizobium* yang ada di dalam bintil akar tersebut berkembang biak, sehingga ukuran dan berat bintil dapat menggambarkan kecepatan tumbuh bakteri maupun kemampuan bakteri dalam memfiksasi nitrogen. Jumlah dan berat bintil akar dapat menggambarkan kondisi bakteri *Rhizobium* yang terdapat di dalamnya sekaligus juga menggambarkan jumlah dan potensi bakteri *Rhizobium* dalam memfiksasi nitrogen dari udara. Fiksasi nitrogen semakin banyak akan meningkatkan kandungan nitrogen tanaman sehingga dapat menyumbangkan nitrogen lebih banyak ke dalam tanah.

Pupuk organik tanaman turi terbentuk melalui proses dekomposisi. Hasil dekomposisi yang terbentuk adalah bahan organik yang dapat membantu pembentukan agregat atau granulasi tanah. Perbaikan agregasi tanah akan memperbaiki permeabilitas dan peredaran udara tanah. Perombakan bahan organik melepas unsur hara seperti nitrogen, fosfat, kalium, sulfur dan beberapa unsur hara lainnya. Di samping itu bahan organik juga merupakan sumber utama energi bagi aktivitas mikroorganisme tanah. Tanaman turi yang mudah terdekomposisi akan membantu meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman turi yang mampu memfiksasi nitrogen banyak dan mudah terdekomposisi akan mempunyai potensi tinggi untuk menyumbangkan nitrogen dan memperbaiki kesuburan lahan marginal.



Bakteri *Rhizobium* yang terdapat dalam bintil akar dapat membantu proses fiksasi nitrogen, tetapi tidak semua bakteri *Rhizobium* dapat membantu proses tersebut. Bakteri *Rhizobium* yang mampu memfiksasi nitrogen terdapat pada bintil akar yang efektif. Bintil akar yang efektif ditandai dengan warna cairan dalam bintil tersebut merah muda hingga merah. *Rhizobium* yang efektif dapat diberikan kepada tanaman inang yang sesuai sehingga dapat membantu tanaman tersebut dalam memfiksasi nitrogen. *Rhizobium* tersebut dapat diambil dari bintil akar yang efektif dan dikembangkan menjadi leguminosa inokulan (legin), tetapi inokulan tersebut membutuhkan suatu media. Media yang sesuai akan membantu berbiaknya bakteri *Rhizobium* dan mempermudah petani dalam mengaplikasikan pemberian legin.

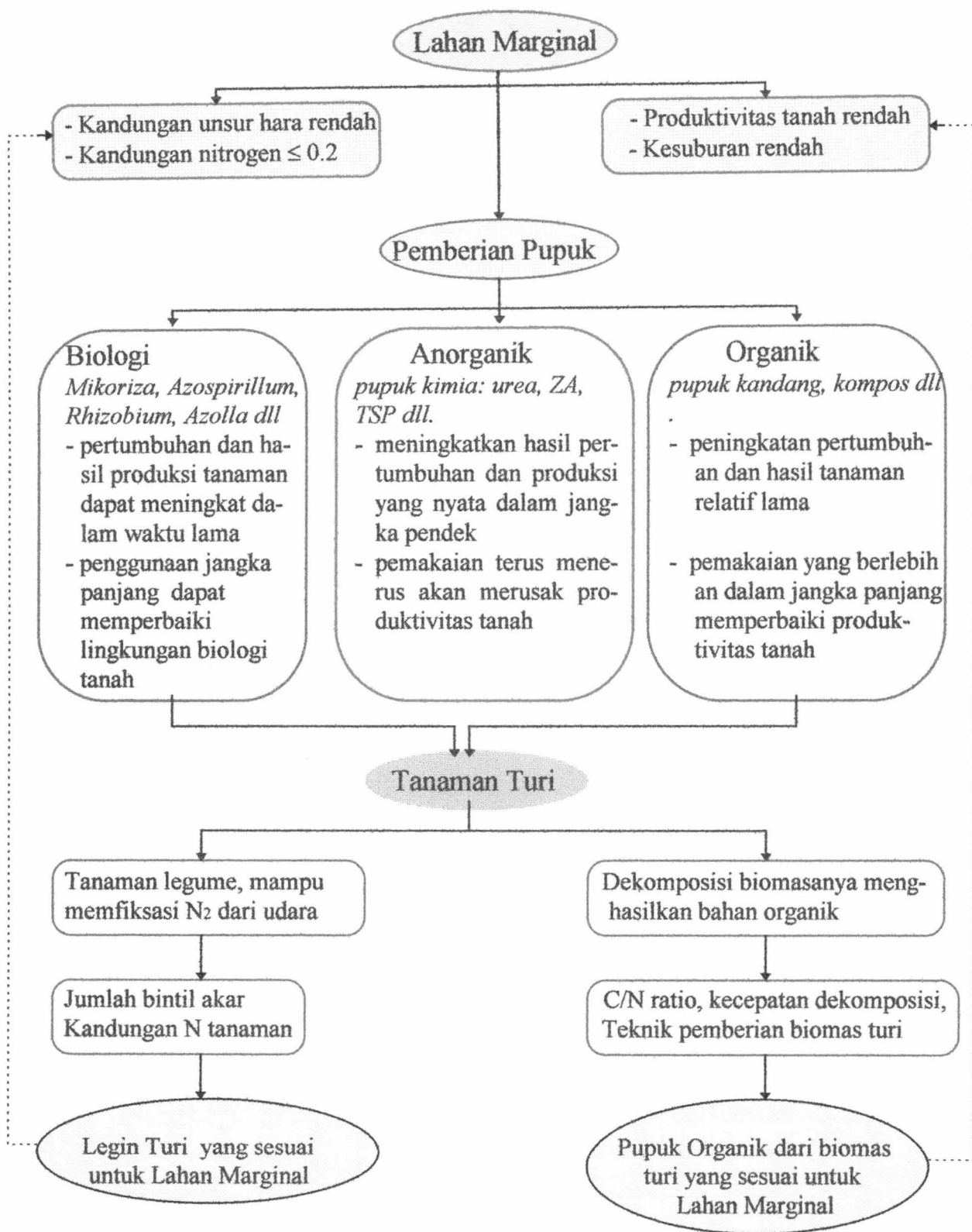
Bakteri *Rhizobium* yang berada dalam media membutuhkan nutrisi sehingga media pembawa yang baik adalah yang mengandung nutrisi bagi bakteri. Gambut dan kompos merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai penyusun media pembawa, karena banyak mengandung bahan organik sebagai nutrisi bakteri. Selain nutrisi media harus mengandung bahan yang dapat menstabilkan lingkungan, untuk itu diperlukan arang. Sedangkan pasir merupakan bahan yang tidak bermuatan, sehingga dapat membuat lingkungan tersebut stabil.

Legin yang berasal dari *Rhizobium* yang efektif akan membantu tanaman inang baru untuk memfiksasi nitrogen. Legin dikatakan baik apabila diberikan pada tanaman legume inang akan meningkatkan jumlah bintil akar dan meningkatkan kandungan nitrogen tanaman inang. Tanah bekas ditanami tanaman legume yang pertumbuhannya baik, banyak

mengandung bakteri *Rhizobium*. Sehingga bila digunakan untuk menanam tanaman legume lainnya akan meningkatkan jumlah bintil akar tanaman. Biomasa tanaman turi yang banyak mengandung nitrogen dan telah mengalami dekomposisi akan meningkatkan kandungan nitrogen tanah dan memperbaiki kesuburan tanah.

Secara rinci kerangka konseptual penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar 3.1 Observasi lapang yang dilakukan di lahan marginal ditujukan untuk menganalisis dan menentukan varietas turi yang mempunyai jumlah, berat bintil akar dan kandungan nitrogen tertinggi. Varietas turi yang mempunyai kandungan nitrogen banyak tersebut merupakan varietas turi yang berpotensi untuk menyumbangkan nitrogen ke lahan marginal.

Disamping observasi lapang, dilakukan pula uji laboratorium yang ditujukan untuk menentukan C/N ratio dari varietas turi, dan C/N ratio yang rendah menggambarkan kecepatan dekomposisinya tinggi. Dekomposisi tanaman berjalan cepat maka dapat segera menyediakan bahan organik yang digunakan untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah. Studi pengembangan bintil akar menjadi Legin turi sebagai pupuk biologi dimulai dari mendapatkan isolat bakteri *Rhizobium* yang mempunyai potensi (kecepatan tumbuh) tinggi. Isolat tersebut kemudian dikembangkan menjadi Legin turi melalui media pembawa yang sesuai dan kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui kemampuannya dalam membantu pembentukan bintil akar tanaman turi. Dari uji tersebut, maka didapatkan teknik pembuatan Legin turi yang handal.



Gambar 3.1 Kerangka konseptual penelitian

Demikian pula dengan pupuk organik dari biomas tanaman turi yang dihasilkan dikaji lebih lanjut cara aplikasi yang digunakan agar dapat meningkatkan kesuburan lahan marginal. Untuk mengetahui peningkatan kesuburan lahan marginal ini digunakan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung sebagai indikatornya.

### 3.2 Hipotesis

Berdasarkan pada kerangka konseptual penelitian tersebut di atas, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut.

1. Tanaman turi yang mempunyai jumlah dan berat bintil akar lebih banyak, kandungan nitrogen tanamannya tinggi serta mudah terdekomposisi lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen dan menyuburkan lahan marginal.
2. Bintil akar tanaman turi yang efektif dapat dikembangkan menjadi legin turi.
3. Media pembawa yang mengandung gambut akan menghasilkan legin turi yang lebih baik.
4. Pemberian legin turi dapat meningkatkan pembentukan bintil akar tanaman turi.
5. Tanah bekas ditanami turi dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanaman
6. Pemupukan dengan menggunakan biomasa tanaman turi dapat meningkatkan kesuburan lahan marginal dengan menggunakan tanaman jagung sebagai indikator.

## **BAB 4 METODE PENELITIAN**

Penelitian ini terdiri atas tiga tahap yaitu: (1) kajian potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal; (2) studi pengembangan bintil akar turi menjadi legin turi; dan (3) penelitian eksperimental tentang pemanfaatan tanah bekas ditanami turi dan pemanfaatan biomasa turi. Secara rinci operasional penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.1

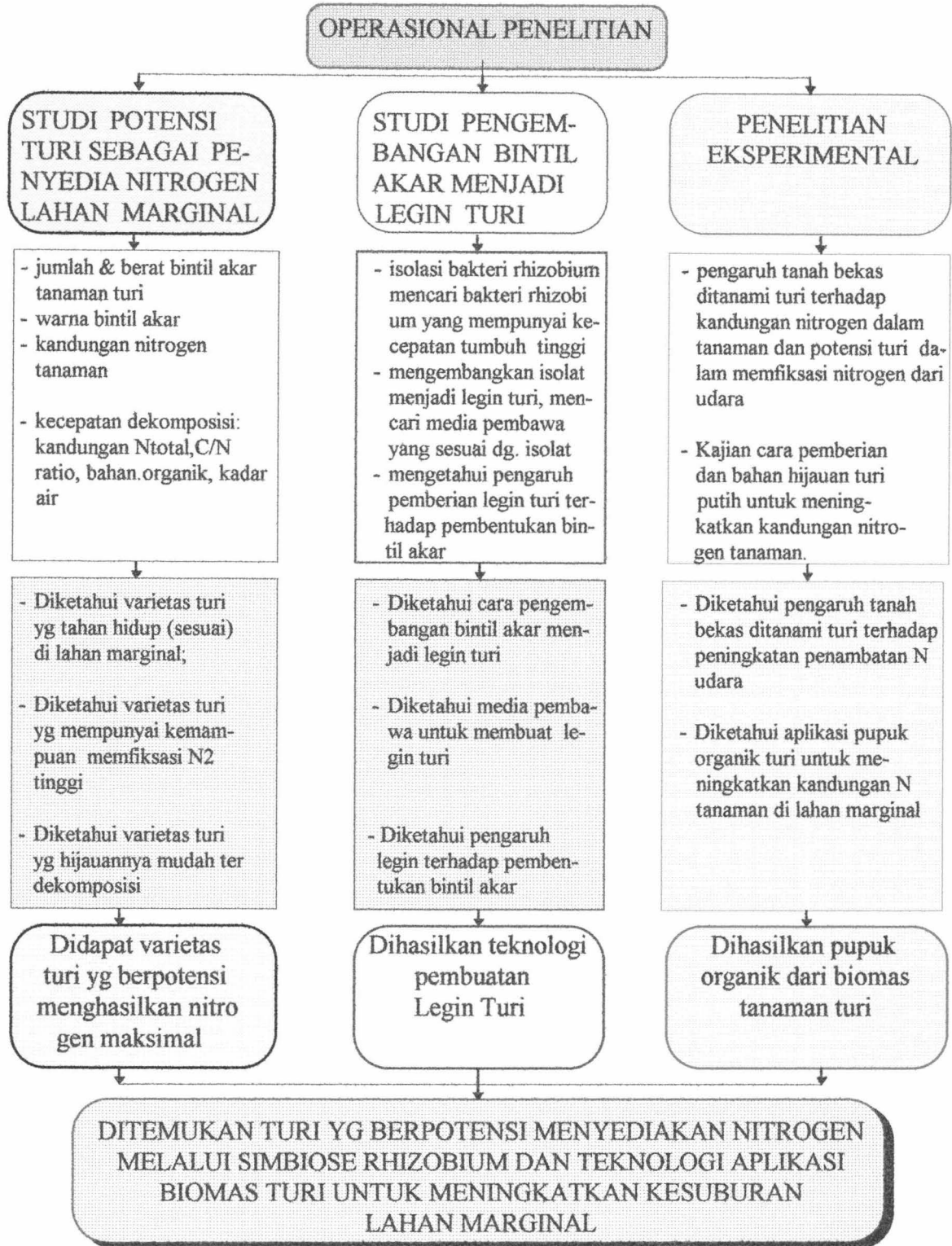
### **4.1 Studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal (Tahap 1)**

#### **Tempat dan Waktu Penelitian**

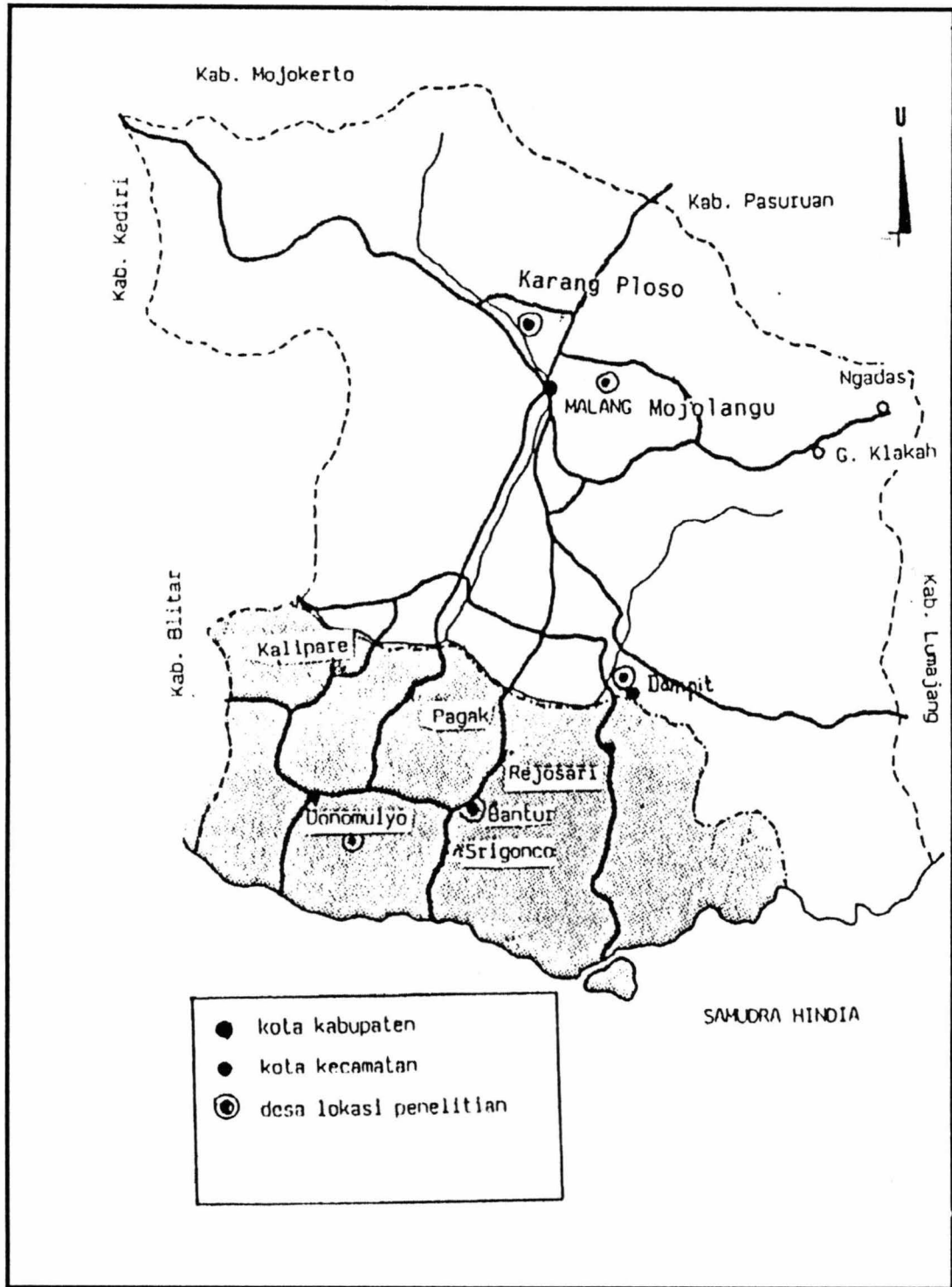
Penelitian ini merupakan observasi lapang dan laboratorium yang dilakukan di lahan marginal daerah Malang yang mempunyai kandungan nitrogen rendah yaitu Bantur, Donomulyo, Dampit, Karangploso dan Mojolangu (Lampiran 5) . Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.2. Hasil observasi lapang dianalisis di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang. Penelitian dilakukan mulai bulan Juli 1995 selama 6 bulan.

#### **Tujuan**

- (a) menganalisis dan menentukan varietas turi yang mempunyai jumlah, berat bintil akar dan kandungan nitrogen tertinggi;
- (b) menentukan varietas turi yang biomasa hijauannya mudah terdekomposisi;
- (c) menentukan varietas turi yang berpotensi menghasilkan nitrogen maksimal di lahan marginal.



Gambar 4.1 Kerangka operasional penelitian kajian pemanfaatan dan peningkatan tanaman turi (*Sesbania grandiflora*) sebagai penyedia nitrogen lahan marginal



Gambar 4.2 Peta lokasi penelitian

Sumber : KEPAS, 1988.



## **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan dalam observasi adalah cangkul, skop, meteran dan counter, sedangkan peralatan laboratorium untuk analisis kandungan nitrogen, bahan organik, dan C/N ratio pada masing-masing prosedur. Bahan yang digunakan adalah tanaman turi varietas merah dan putih yang ada di lahan observasi dan pengambilan sampel ditentukan atas dasar umur yang sama yaitu 1 tahun, tinggi tanaman antara 1,5 hingga 2 m, telah berbunga, jumlah cabang ranting lebih dari 5 (Gutteridge and Akkasaeng, 1983). Bahan-bahan yang digunakan di laboratorium terlampir pada masing-masing prosedur.

## **Pelaksanaan penelitian**

Observasi lapang dilakukan di lahan marginal Kabupaten dan Kotamadya Malang yaitu Bantur, Donomulyo, Dampit, Karangploso dan Mojolangu. Observasi dilakukan dengan mengamati tanaman turi varietas berbunga merah dan putih serta mengetahui keadaan lapang di sekitar pertanaman turi seperti jenis tanah, suhu, bentuk topografi dan kelembaban, kemudian ditentukan tanaman turi yang akan dianalisis lebih lanjut di laboratorium.

Setelah ditentukan sampel turi, maka masing-masing varietas diamati jumlah dan berat bintil akar, jumlah dan luas daun masing-masing varietas turi. Perhitungan jumlah dan berat bintil akar dijelaskan secara rinci pada Lampiran 1. Analisis kandungan nitrogen tanaman dan kecepatan dekomposisi dianalisis dan dihitung di laboratorium Biologi Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama dan Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.



Kecepatan dekomposisi diketahui dengan melakukan percobaan seresah pada kotak percobaan. Percobaan faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) ini terdiri 2 faktor, yaitu:

**Faktor I** : Macam bahan turi (B) dengan 6 taraf :

- B1 : Daun turi merah
- B2 : Daun turi putih
- B3 : Ranting turi merah
- B4 : Ranting turi putih
- B5 : Campuran daun dan ranting turi merah
- B6 : Campuran daun dan ranting turi putih

**Faktor II** : Ukuran cacahan turi (U) dengan tiga taraf :

- U1 : 1 cm
- U2 : 3 cm
- U3 : 5 cm

Masing-masing perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 18 unit percobaan yang diacak. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan kotak dari anyaman bambu dengan ukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup>. Daun, ranting, dan campuran daun dan ranting tanaman turi yang berbeda varietasnya diletakkan pada kotak dengan jumlah yang sama untuk masing-masing kotak, kemudian diamati secara kualitatif dan kuantitatif parameter struktur bahan cacahan tanaman turi, kandungan bahan organik (C), kandungan N total bahan cacahan, C/N ratio, dan kadar air bahan cacahan tanaman turi. Tanaman yang mempunyai C/N ratio rendah, diperkirakan mempunyai kecepatan dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang mempunyai C/N ratio tinggi.

Gambar 4.3. merupakan tanaman turi yang dipersiapkan untuk percobaan eksperimental **Kajian cara pemberian dan bahan hijauan tanaman turi.**



Gambar 4.3. Tanaman turi sebagai bahan pupuk organik.

### Variabel yang diamati

Varietas turi yang mempunyai jumlah, berat bintil akar dan kandungan nitrogen tertinggi dapat diketahui dari hasil observasi dan analisis laboratorium. Varietas turi yang mempunyai biomasa hijauan mudah terdekomposisi dihitung dari kandungan bahan organik (C), N total tanaman, C/N ratio, kadar air bahan cacahan dengan melakukan percobaan seresah. Perlakuan yang mempunyai C/N ratio rendah mempunyai kecepatan dekomposisi yang tinggi (Koshino, 1990).

Setelah diketahui varietas turi yang mempunyai jumlah, berat bintil akar, kandungan nitrogen, dan kecepatan dekomposisinya, maka dapat diketahui varietas turi yang berpotensi menghasilkan nitrogen maksimal di lahan marginal.

Varietas turi yang berpotensi tinggi adalah varietas yang mempunyai jumlah bintil akar banyak, berat bintil akar tinggi, kandungan nitrogen tinggi dan C/N ratio rendah (mempunyai kecepatan dekomposisi tinggi).

Secara rinci **Studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal** dapat digambarkan pada Gambar 4.4.

## **4.2 Studi pengembangan bintil akar turi menjadi legin turi (tahap 2)**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

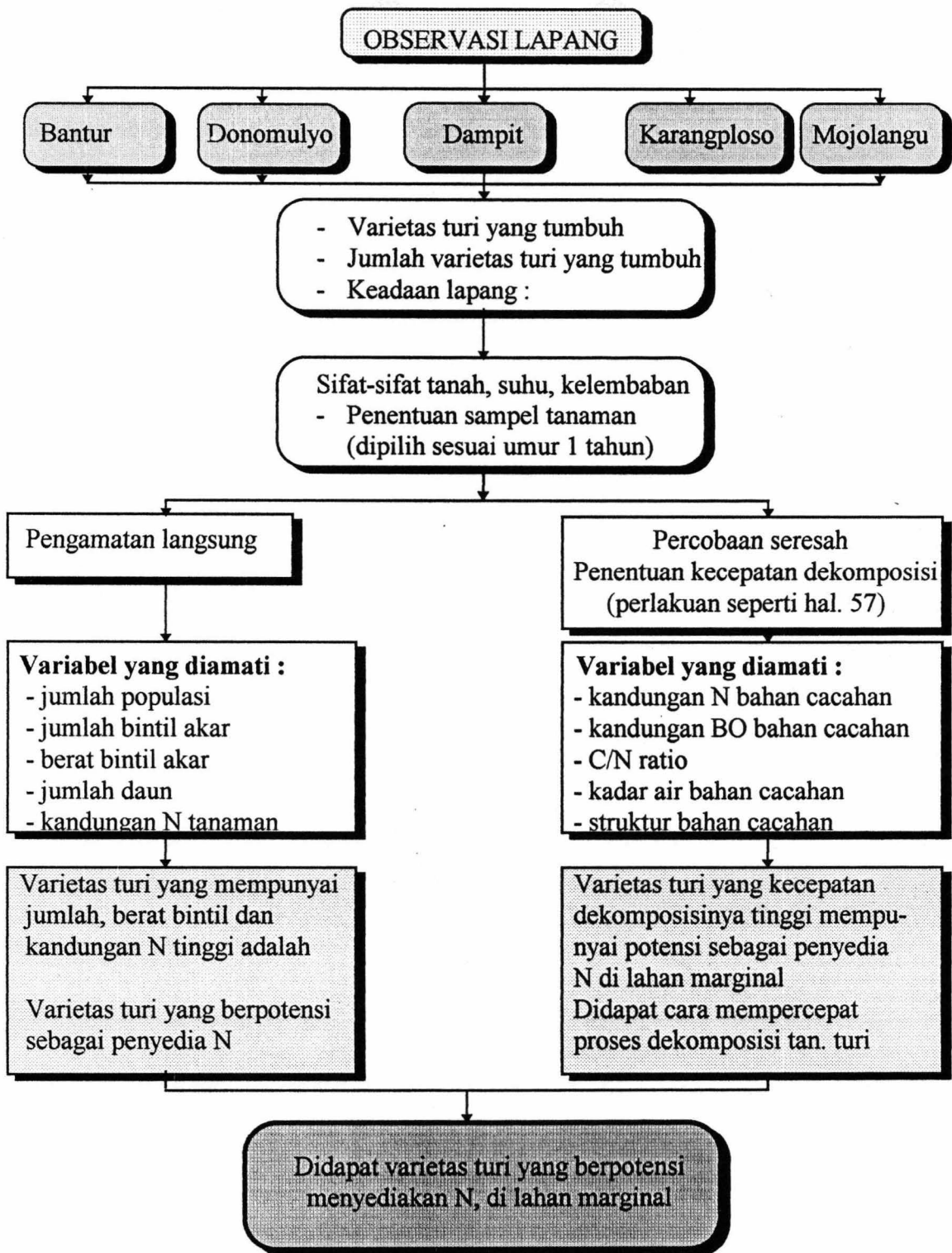
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang, mulai bulan September 1995 selama 8 bulan. Operasional penelitian tahap 2 ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

### **Tujuan :**

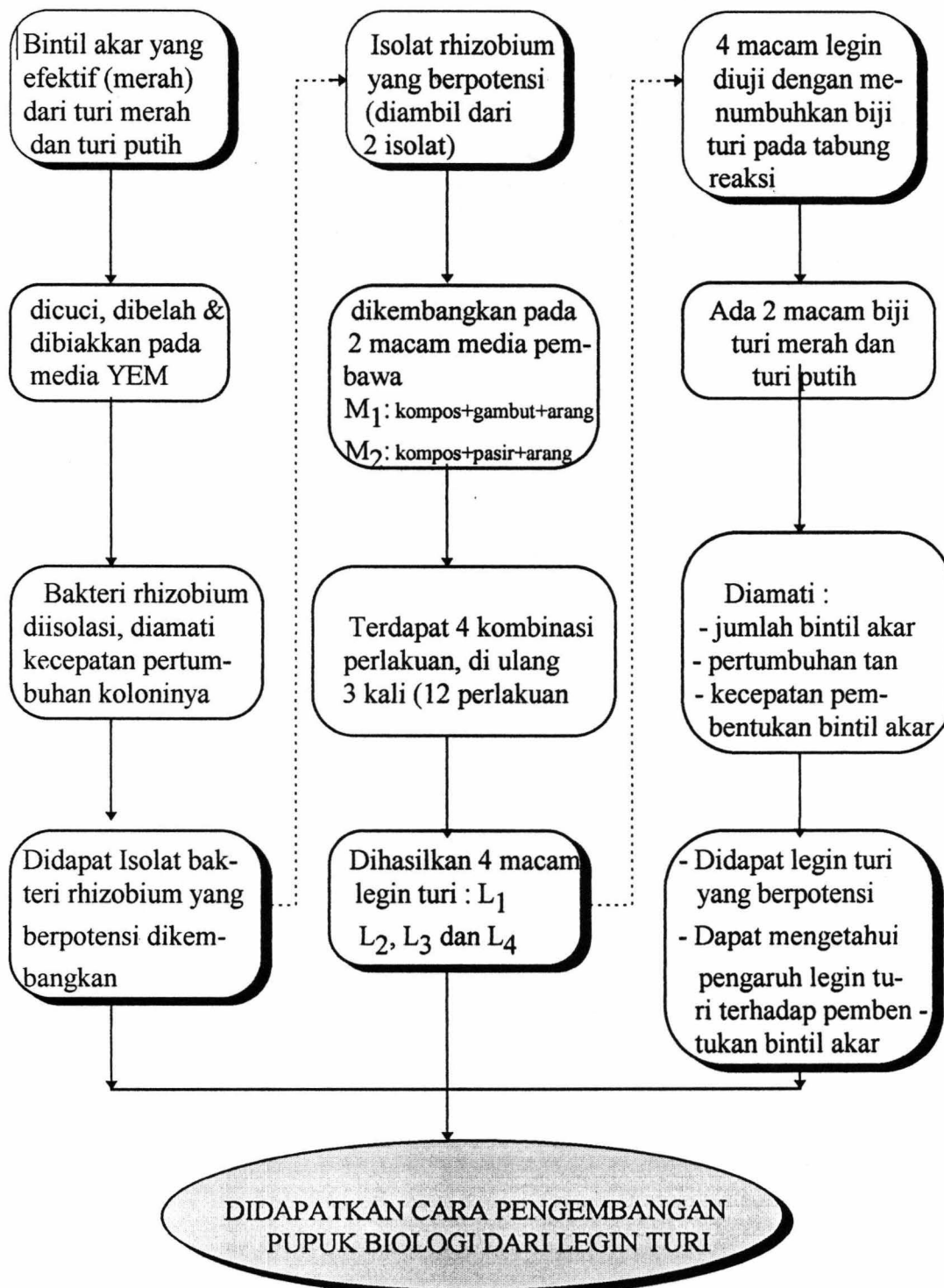
- (a) mendapatkan isolat bakteri rhizobium yang mempunyai potensi tinggi (kecepatan pertumbuhan koloni tinggi)
- (b) mengembangkan isolat menjadi legin turi dan mendapatkan media pembawa yang sesuai
- (c) mengetahui pengaruh pemberian legin turi terhadap pembentukan bintil akar tanaman turi

### **Alat dan Bahan**

Cawan Petri, tabung reaksi, autoklaf, oven, neraca, bintil akar,  $\text{HgCl}_2$  0,1 %, HCl pekat 5 ml, air 1 liter, media agar YEM, dan media pembawa (kompos, pasir, gambut, arang).



Gambar 4.4. Operasional Studi Potensi Tanaman Turi Sebagai Penyedia Nitrogen Lahan Marginal



Gambar 4.5. Kerangka operasional Studi pengembangan bintil akar turi menjadi legin turi

## **Pelaksanaan penelitian**

### **(a) Penyediaan isolat**

Bintil akar dari turi merah dan putih dipilih, kemudian dipotong sedemikian rupa dengan membiarkan sedikit akar tetap menempel pada bintil, agar mudah membersihkannya. Bintil akar kemudian dicuci dengan meletakkan bintil di atas kain tipis atau kasa untuk mengurangi kontaminan yang ada. Bintil akar tersebut dimasukkan ke dalam etanol kemudian dicelupkan ke dalam 0,1%  $\text{HgCl}_2$  yang diasamkan selama 3-4 menit, kemudian dicuci dengan air leding yang steril.

Bintil akar dipotong secara aseptik dan cairan yang menyerupai susu dioleskan pada permukaan cawan berisi agar YEM yang mengandung 0.002% aktidion sebagai desinfektan. Selanjutnya diinkubasi pada suhu  $26^\circ\text{C}$  dan dipilih koloni yang tumbuh baik yaitu koloni yang seragam dan tidak terkontaminasi, kemudian dibiakkan lagi secara terpisah di sepanjang garis olesan. Koloni biasanya sudah terbentuk pada umur 4 - 5 hari, walaupun ada juga yang sampai 10 hari.

Koloni yang terpisah diambil dan dipindahkan langsung pada agar miring YEM atau bisa juga melalui penggoresan kembali pada cawan agar YEM dan baru kemudian satu koloni yang terpisah dan tumbuh seragam diisolasi. Isolat tersebut diberi label, dicatat tanggal isolasi dan dinomori berdasarkan asalnya.

Pengujian secara langsung isolat rhizobium tersebut dilakukan dengan menggunakan uji inokulasi terhadap tanaman turi (inang) yang cocok.

Penyediaan isolat rhizobium ini terdiri dari dua perlakuan, yaitu :

T<sub>1</sub> : bintil akar dari turi merah

T<sub>2</sub> : bintil akar dari turi putih

Masing masing perlakuan diulang 5 kali, sehingga terdapat 10 isolat yang dikembangkan dan diamati kecepatan pertumbuhannya dalam media yang sama.

### **Variabel yang diamati**

Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari, meliputi: (1) bentuk permukaan koloni; (2) bentuk pinggiran koloni; (3) warna koloni; (4) kepekatan dan kecepatan tumbuh koloni.

### ***(b) Pembuatan legin turi dari berbagai media pembawa***

Dua jenis isolat yang berasal dari turi merah dan turi putih masing-masing dikembangkan pada 2 komposisi media pembawa yang berbeda. Cara pembuatan media pembawa terdapat pada lampiran 4.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap, yang disusun secara faktorial (2 faktor).

**Faktor I** : isolat dari bintil (T), terdiri dari :

T<sub>1</sub> : isolat dari bintil akar dari turi merah

T<sub>2</sub> : isolat dari bintil akar dari turi putih

**Faktor II** : komposisi media (M), terdiri dari :

M<sub>1</sub> : Kompos + Gambut + Arang

M<sub>2</sub> : Kompos + Pasir + Arang

Dengan demikian terdapat 4 kombinasi perlakuan yang diulang 3 kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan.

### ***(c) Uji pengaruh legin terhadap pembentukan bintil akar***

Dari hasil pembuatan legin kemudian diuji pengaruhnya terhadap pembentukan bintil akar 2 varietas turi. Biji turi merah dan putih dipilih

yang baik, kemudian direndam dengan air dengan suhu 55°C selama 2-3 menit kemudian dikecambahkan pada kertas merang. Setelah berumur 1 minggu, kemudian dipindah dalam tabung reaksi yang berisi air dan legin.

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial, terdiri dari 2 faktor.

Faktor I : Varietas biji turi yang dikembangkan (T)

T<sub>1</sub> : biji turi merah

T<sub>2</sub> : biji turi putih

Faktor II : Legin turi (L)

L<sub>1</sub> : Legin dari T<sub>1</sub>M<sub>1</sub>

L<sub>2</sub> : Legin dari T<sub>1</sub>M<sub>2</sub>

L<sub>3</sub> : Legin dari T<sub>2</sub>M<sub>1</sub>

L<sub>4</sub> : Legin dari T<sub>2</sub>M<sub>2</sub>

Terdapat 8 kombinasi perlakuan, yang masing-masing diulang 3 kali, sehingga terdapat 24 unit percobaan.

### **Variabel yang diamati**

Pengamatan dilakukan setiap 3 hari selama 27 hari meliputi:

- (1) panjang tanaman;
- (2) jumlah daun;
- (3) jumlah bintil akar.



### **4.3. Penelitian eksperimental (tahap 3)**

Penelitian tahap 3 ini terdiri dari 2 percobaan eksperimental. Kerangka operasional penelitian tahap 3 ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.

#### **4.3.1. Pengaruh tanah bekas ditanami turi terhadap kandungan nitrogen dalam tanaman dan potensi turi dalam memfiksasi N dari udara.**

#### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian eksperimen ini dilakukan di Rumah Kaca yang terletak di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang. Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan Oktober 1995 hingga bulan Maret 1996.

#### **Tujuan**

Penelitian eksperimental di rumah kaca ini bertujuan untuk mengetahui apakah tanah bekas ditanami turi mampu meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanaman dan potensi turi dalam menambat nitrogen dari udara.

#### **Pelaksanaan Penelitian**

##### ***(a) Persiapan Tanah***

Sebelum tanah diisikan ke masing-masing kantong plastik (polybag) dengan ukuran 20 x 30 cm, tanah dikering anginkan dahulu. Kemudian dihaluskan, diayak agar homogen dan dimasukkan ke dalam kantong plastik. Setiap kantong plastik diisi 5 kg tanah.

## PENELITIAN EKSPERIMENTAL



Gambar 4.6. Kerangka operasional Penelitian Eksperimental (tahap 3).

**(b). Pemupukan**

Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk Urea 30 kg/ha (1/3 dari kebutuhan tanaman), TSP 200 kg/ha, dan KCl dengan dosis 150 kg/ha. Pupuk dasar diberikan seluruhnya pada saat tanam.

**(c). Penanaman**

Benih ditugalkan langsung ke dalam kantong plastik dengan menggunakan tugal tepat di tengah.

**(d). Pengairan dan Penyiangan**

Pengairan dilakukan pada sore hari dengan jumlah air yang sama untuk semua perlakuan, sedangkan penyiangan dilakukan apabila diperlukan.

**(e). Pengendalian Hama dan Penyakit**

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada saat ada gejala serangan pada tanaman. Insektisida yang digunakan adalah Furadan, sedangkan fungisidanya adalah Antracol.

**Rancangan Percobaan :**

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, yang terdiri atas 2 faktor dan diulang tiga kali. Faktor I adalah jenis tanaman turi, dan faktor II adalah macam tanah.

**Faktor I :** Varietas turi

V<sub>1</sub> = turi merah

V<sub>2</sub> = turi putih

**Faktor II : Tanah bekas ditanami turi**

T<sub>0</sub> = tanah bukan bekas ditanami turi

T<sub>1</sub> = tanah bekas ditanami turi merah

T<sub>2</sub> = tanah bekas ditanami turi putih

Terdapat 6 kombinasi perlakuan, yang masing-masing diulang tiga kali, sehingga terdapat 18 unit percobaan yang diacak (Gambar 4.7).

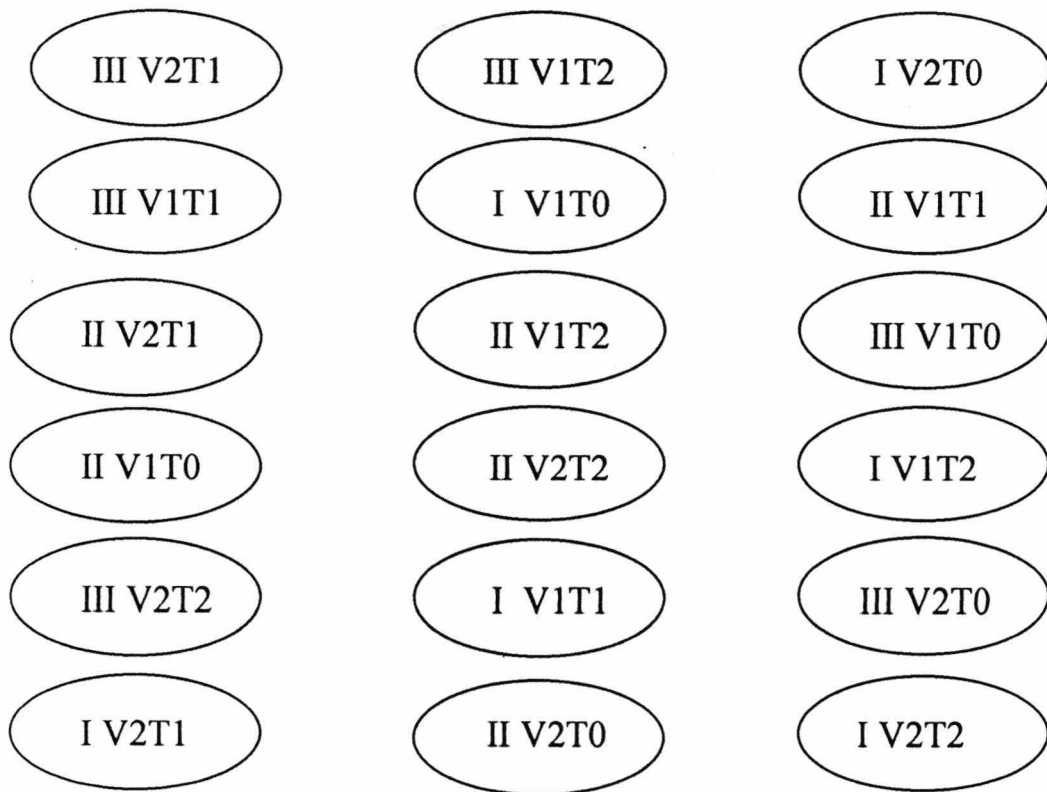
**Analisis Statistik**

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan Sidik Ragam selanjutnya diuji dengan Uji Duncan.

**Variabel yang diamati adalah**

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan tanpa merusak (*non destructive*) tanaman maupun bagian-bagiannya dan secara periodik 2 minggu sekali . Sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan merusak (*destructive*) dilakukan 4 minggu sekali untuk diamati kandungan nitrogen tanaman.

Variabel yang diamati meliputi : tinggi tanaman, luas dan jumlah daun, jumlah dan berat kering bintil akar, berat kering tanaman, dan kandungan nitrogen tanaman turi.



Gambar 4.7. Denah letak kantong plastik percobaan di Rumah Kaca

#### 4.3.2. Kajian cara pemberian dan bahan hijauan tanaman turi putih (pupuk organik) untuk meningkatkan kesuburan lahan marginal (dengan menggunakan tanaman jagung sebagai tanaman indikator)

##### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang. Penelitian eksperimen dilakukan selama 5 bulan, mulai bulan Januari 1996 hingga Juni 1996.

##### Tujuan :

- (1) mengetahui bahan tanaman turi sebagai pupuk organik yang dapat membantu pertumbuhan tanaman jagung;

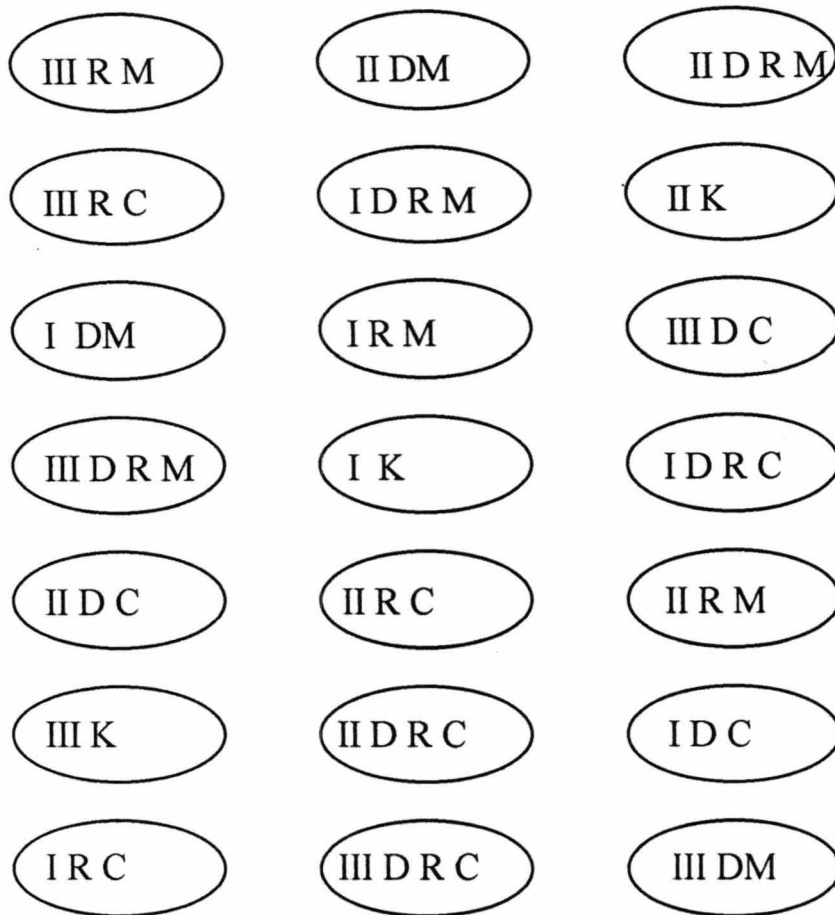
- (2) mengetahui cara pemberian pupuk organik tanaman turi yang dapat menyumbangkan biomasa hijauannya bagi pertumbuhan tanaman jagung;
- (3) mengetahui aplikasi penggunaan pupuk organik dari tanaman turi untuk meningkatkan kandungan nitrogen.

### **Rancangan Percobaan**

Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Malang dengan menggunakan tanaman indikator jagung. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri beberapa perlakuan diulang tiga kali. Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari:

- K : kontrol
- DM : daun turi putih di permukaan (sebagai mulsa)
- DC : daun turi putih dicampur (dibenamkan)
- RM : ranting turi putih di permukaan
- RC : ranting turi putih dicampur
- DRM : daun + ranting di permukaan
- DRC : daun + ranting dicampur

Terdapat 7 perlakuan yang masing-masing perlakuan di ulang tiga kali, sehingga terdapat 21 unit percobaan yang diacak seperti dalam gambar 4.8.



Gambar 4.8. Denah petak percobaan di lahan

### **Bahan dan alat untuk penelitian**

Bahan-bahan yang diperlukan adalah biji jagung, hijauan tanaman turi (daun dan ranting), pestisida Furadan dan Fungisida Antracol. Perlengkapan yang digunakan adalah cangkul, skop, tali dan penugal biji.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### ***(a). Persiapan Tanah***

Pengolahan tanah dilakukan 2 minggu sebelum tanam dengan mencangkul hingga gembur. Kemudian dibuat bedengan dengan ukuran

200 x 300 cm<sup>2</sup> sebanyak 21 buah bedengan. Jarak antar bedengan 40 cm, sedangkan jarak antar ulangannya 50 cm.

**(b). Pemupukan**

Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk Urea, TSP, dan KCl dengan dosis 1/3 dari kebutuhan pokok tanaman dan diberikan seluruhnya sebagai pupuk dasar pada saat tanam. Pemberian tanaman turi sebagai hijauan, baik berupa cacahan daun turi, cacahan ranting turi maupun campuran daun dan ranting dilakukan bersamaan waktu tanam. Cara pemberian hijauan turi ada 2 macam, yaitu sebagai mulsa (penutup permukaan tanam) dan dibenamkan (dicampur) pada kedalaman lapisan olah.

**(c). Penanaman**

Benih jagung sebelum ditanam, diseleksi kualitasnya, sehingga didapatkan persentase perkecambahan yang tinggi. Benih jagung dibenamkan dalam tanah menggunakan tugal dan permukaan atas ditutup dengan tanah tipis. Jarak tanam antar jagung adalah 20 x 30 cm.

**(d). Pengairan dan Penyiangan**

Sebelum tanam dilakukan pengairan yang cukup melalui parit pembatas (digenangi). Pengairan dan penyiangan berikutnya dilakukan sama pada semua perlakuan yaitu hanya saat tanaman sangat membutuhkan.

**(e). Pengendalian Hama dan Penyakit**

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada saat ada tanda-tanda adanya serangan pada tanaman. Pestisida yang digunakan antara lain: Furadan dan Antracol.



## **Pengamatan**

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan “tanpa merusak” (*Non destructive*) tanaman maupun bagian-bagiannya dan secara periodik 2 minggu sekali. Sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan “merusak” (*distructive*) dilakukan 4 minggu sekali untuk diamati kandungan nitrogen tanaman.

## **Variabel yang diamati**

- (1) pertumbuhan dan produksi tanaman jagung terdiri dari tinggi tanaman jagung, luas dan jumlah daun, berat basah dan berat kering tongkol jagung, berat kering biji/tanaman dan kandungan nitrogen tanaman jagung.
- (2) kesuburan tanah meliputi kandungan nitrogen tanah, sebelum dan sesudah percobaan

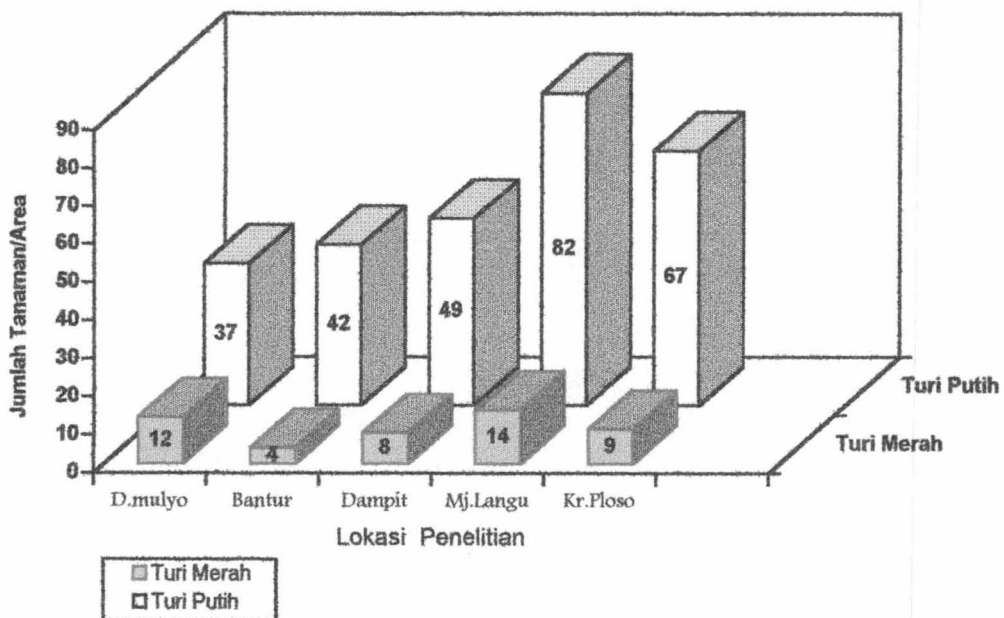
Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan tanpa merusak (*Non destructive*) tanaman maupun bagian-bagiannya dan secara periodik 2 minggu sekali. Sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan merusak (*distructive*) dilakukan 4 minggu sekali untuk diamati kandungan nitrogen tanaman.

## BAB 5. HASIL PENELITIAN

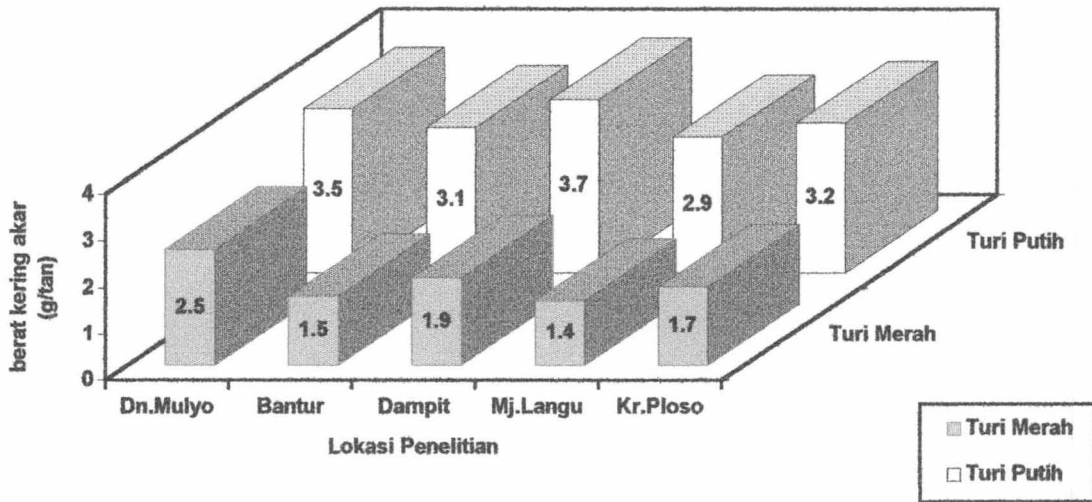
### 5.1. Studi potensi tanaman turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal

Pada lokasi penelitian didapatkan 2 jenis turi, yaitu turi merah dan turi putih. Jumlah populasi tanaman turi putih lebih banyak dibanding tanaman turi merah (Gambar 5.1.1).

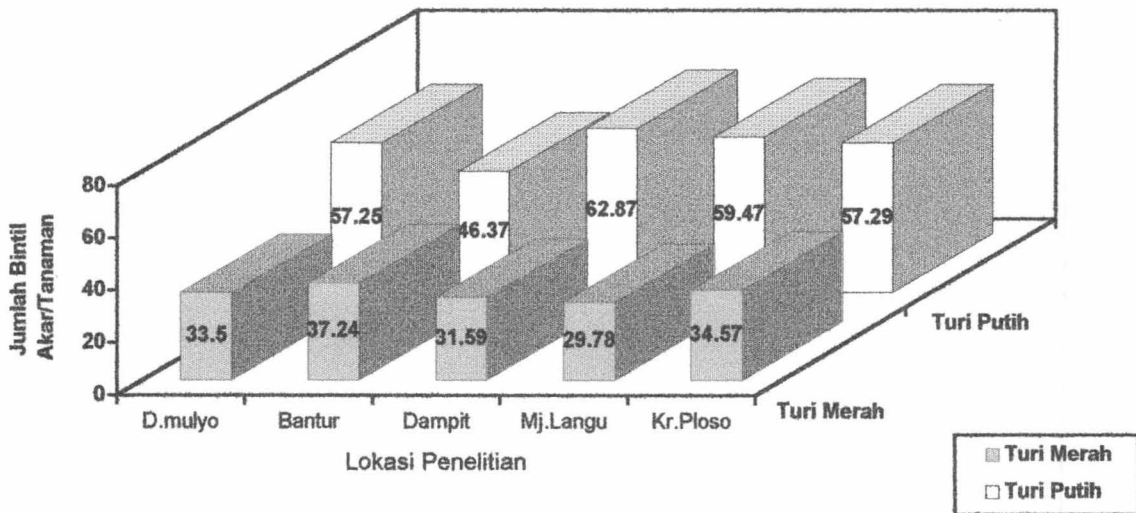
Rata-rata berat kering akar tanaman turi putih lebih berat sekitar 45 % dibanding berat kering akar tanaman turi merah. Perbedaan tertinggi nampak di daerah Mojolangu, yaitu 51.72 %. Rata-rata berat kering akar tanaman turi merah di daerah Mojolangu, yaitu 1.4 g/tanaman. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1.2.



Gambar 5.1.1. Jumlah populasi tanaman turi di lokasi penelitian



Gambar 5.1.2. Berat kering akar tanaman turi di lokasi penelitian



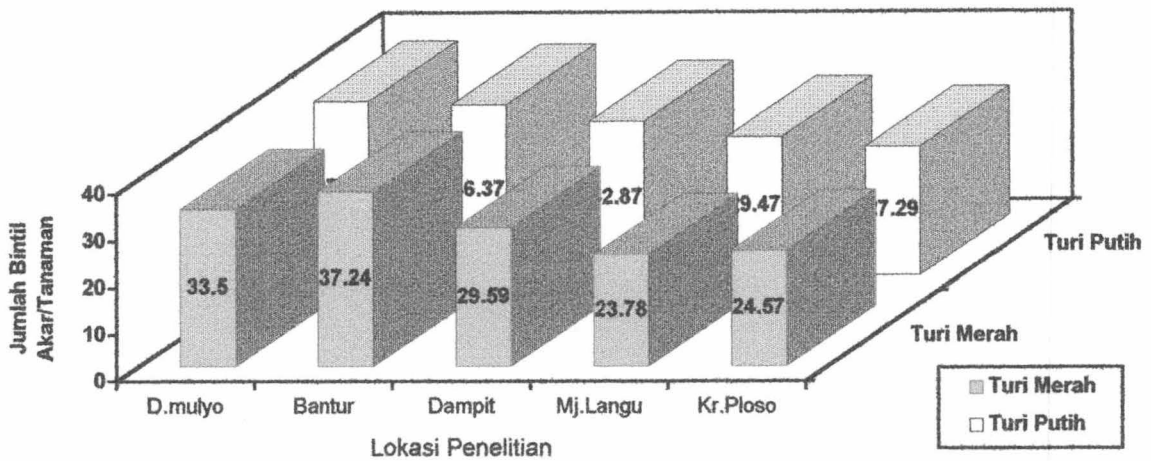
Gambar 5.1.3. Rata-rata jumlah bintil akar tanaman turi di lokasi penelitian

Jumlah bintil akar tanaman turi putih lebih banyak dibanding jumlah bintil akar tanaman turi merah. Jumlah bintil akar turi merah di Bantur 37.24, sedangkan jumlah bintil akar turi merah di daerah Mojolangu 29.78. Jumlah bintil akar turi putih yang terdapat di daerah Dampit 62.87 (Gambar 5.1.3).

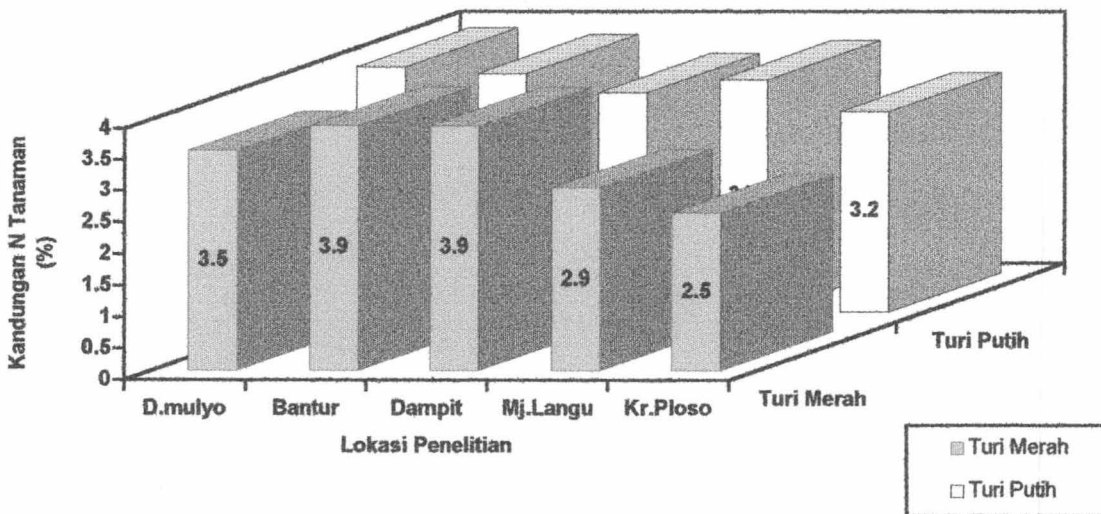
Rata-rata berat bintil akar turi merah di semua lokasi penelitian 59.936 g/tan, sedangkan rata-rata berat bintil akar turi putih di semua lokasi 56.65 g/tan. Di Bantur berat bintil akar turi putih hanya 46.37 g/tan, sedangkan berat bintil akar turi merah 57.24 g/tan. Berat bintil akar turi merah di Donomulyo rendah, sedangkan berat bintil akar turi merah yang terdapat di Karangploso tinggi, yaitu 64.57 g/tan. Sedangkan berat bintil akar turi putih yang tinggi terdapat di Dampit, yaitu 62.87 g/tan (Gambar 5.1.4).

Kandungan N (nitrogen) tanaman turi merah pada masing-masing lokasi berbeda-beda. Kandungan N tanaman turi merah di Bantur dan Dampit sama dengan kandungan N tanaman turi putih di Donomulyo yaitu 3.9 %. Kandungan N tanaman turi merah di Mojolangu dan Karangploso relatif sedikit, yaitu 2.9 % dan 2.5 % .

Kandungan N tanaman turi merah Donomulyo, Bantur dan Dampit hampir sama. Sedangkan kandungan N tanaman turi merah di Mojolangu dan Karang-ploso relatif berbeda dengan yang berada di Donomulyo, Bantur dan Dampit.



Gambar 5.1.4. Rata-rata berat bintil akar tanaman turi di lokasi penelitian



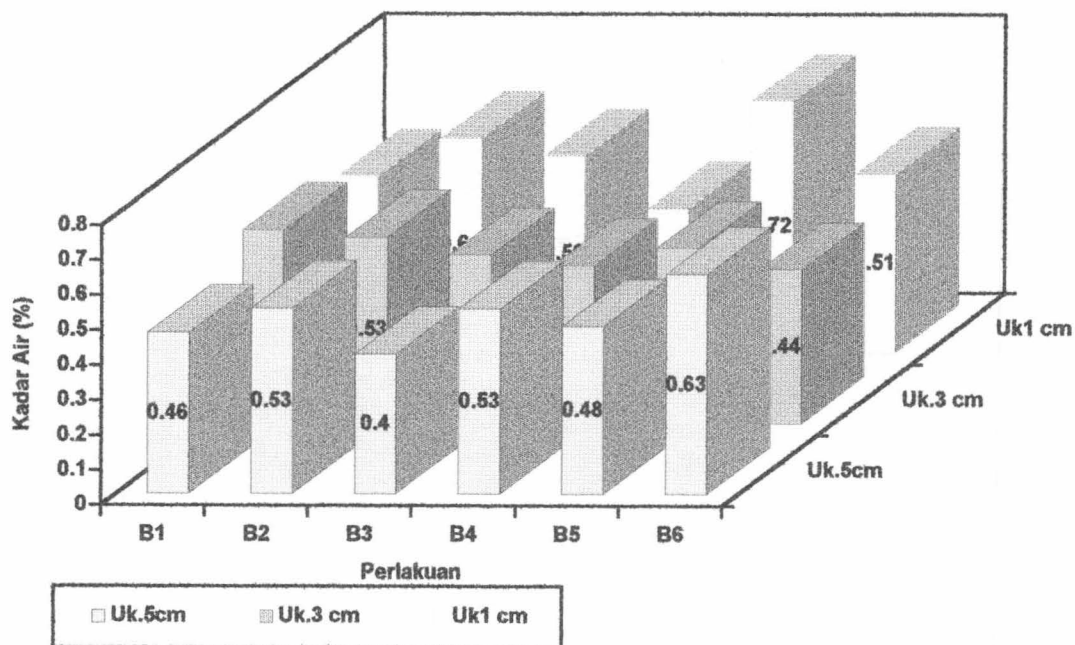
Gambar 5.1.5. Rata-rata kandungan N tanaman turi di lokasi penelitian

Kandungan N turi putih Dampit dan Karangploso relatif lebih rendah dibandingkan dengan kandungan N turi putih yang berada di Donomulyo, Bantur dan Mojolangu (Gambar 5.1.5).

### 5.1.2. Percobaan Dekomposisi bahan organik turi (seresah)

#### 5.1.1.1. Kadar Air

Hasil analisis ragam kadar air (lampiran 6) menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan ukuran dan macam bahan pada umur 1 dan 2 msp (minggu setelah perlakuan). Interaksi yang nyata antara perlakuan macam bahan dan ukuran ini karena bahan seresah yang berbeda (Gambar 5.1.6)



Gambar 5.1.6. Kadar air beberapa perlakuan percobaan dekomposisi bahan organik dari tanaman turi.

Tampaknya bahan campuran daun dan ranting turi merah menghasilkan nilai kadar air lebih tinggi sedangkan makin besar ukuran maka kadar air akan semakin besar. Dari tabel tersebut menunjukkan kombinasi perlakuan B<sub>5</sub>U<sub>1</sub> menunjukkan nilai kadar air tertinggi.

### 5.1.1.2. Kandungan N bahan seresh dari turi

Berdasarkan hasil analisis ragam kandungan N awal maupun N akhir (3 msp) menunjukkan interaksi yang nyata antara perlakuan macam bahan dan ukuran (Lampiran 7). Dari tabel 5.1.1 menunjukkan adanya interaksi antara macam bahan dan ukuran dimana daun turi putih.

Tabel 5.1.1. Kandungan Nitrogen awal dan akhir pengamatan

Kombinasi perlakuan	N awal (%)	N akhir (%)
Daun turi merah, cacahan 1 cm	4,79 e	6,80 h
Daun turi merah, cacahan 3 cm	5,21 h	7,72 m
Daun turi merah, cacahan 5 cm	4,34 c	7,35 l
Daun turi putih, cacahan 1 cm	3,83 a	5,20 b
Daun turi putih, cacahan 3 cm	6,61 l	8,91 o
Daun turi putih, cacahan 5 cm	6,76 m	8,84 n
Ranting turi merah, cacahan 1 cm	4,47 d	7,15 k
Ranting turi merah, cacahan 3 cm	4,11 b	7,19 k
Ranting turi merah, cacahan 5 cm	3,59 a	6,34 f
Ranting turi putih, cacahan 1 cm	4,31 c	6,60 g
Ranting turi putih, cacahan 3 cm	4,13 b	5,86 e
Ranting turi putih, cacahan 5 cm	3,39 a	4,43 a
Daun + Ranting turi merah, cacahan 1 cm	5,20 h	5,46 d
Daun + Ranting turi merah, cacahan 3 cm	4,96 g	5,92 e
Daun + Ranting turi merah, cacahan 5 cm	5,56 j	7,09 j
Daun + Ranting turi putih, cacahan 1 cm	5,91 k	8,84 n
Daun + Ranting turi putih, cacahan 3 cm	5,36 i	6,98 i
Daun + Ranting turi putih, cacahan 5 cm	4,87 f	5,34 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama tidak berbeda menurut uji Duncan's.

Hal ini disebabkan daun merupakan tempat fotosintesis berlangsung, dimana fotosintesis akan berlangsung dengan baik apabila didukung oleh kandungan nitrogen, dengan demikian daun mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dari pada macam bahan lainnya.

Dari tabel tersebut kombinasi perlakuan bahan daun turi putih dengan ukuran cacahan 5 cm ( $B_2U_3$ ) mengandung N awal tertinggi. Sedangkan kandungan N akhir tertinggi pada perlakuan bahan daun turi putih dengan ukuran cacahan 3 cm ( $B_2U_2$ ). Ranting turi merah ( $B_3U_3$ ) dan turi putih ( $B_4U_3$ ) dengan ukuran cacahan 5 cm mempunyai kandungan N awal rendah (3.39%).

#### **5.1.1.3. Kandungan Karbon (C) awal dan akhir bahan seresah turi merah dan putih**

Berdasarkan hasil analisis ragam kadar karbon awal dan akhir menunjuk-kan adanya interaksi antara macam bahan dan macam ukuran (lampiran 8). Tabel 5.1.2. menunjukkan interaksi dimana kombinasi perlakuan bahan ranting turi putih dengan ukuran 5 cm ( $B_4U_3$ ) mempunyai kandungan karbon awal tertinggi.

Interaksi antara macam bahan seresah dengan ukuran cacahan juga terjadi pada kandungan C akhir. Perlakuan bahan ranting turi putih dengan ukuran cacahan 5 cm ( $B_4U_3$ ) menghasilkan kandungan karbon akhir tertinggi.

Kandungan C awal paling rendah terdapat pada perlakuan daun turi merah dengan ukuran cacahan 3 cm ( $B_1U_2$ ), demikian pula dengan kandungan C akhir paling rendah terdapat pada perlakuan ( $B_1U_2$ ). Berdasarkan analisis



karbon awal dan akhir ternyata bahan ranting turi putih memiliki kandungan karbon paling tinggi.

Tabel 5.1.2. Kandungan Karbon (C) awal dan akhir seresah dari turi merah dan putih

Kombinasi perlakuan	Kandungan C awal (%)	Kandungan C akhir (%), 3 msp
Daun turi merah, cacahan 1 cm	48,69 e	39,43 f
Daun turi merah, cacahan 3 cm	42,44 a	33,22 a
Daun turi merah, cacahan 5 cm	46,04 b	37,01 d
Daun turi putih, cacahan 1 cm	50,04 h	39,97 g
Daun turi putih, cacahan 3 cm	52,51 l	42,08 j
Daun turi putih, cacahan 5 cm	51,66 i	41,16 i
Ranting turi merah, cacahan 1 cm	48,92 f	34,70 b
Ranting turi merah, cacahan 3 cm	49,28 g	46,04 o
Ranting turi merah, cacahan 5 cm	46,75 c	43,33 k
Ranting turi putih, cacahan 1 cm	47,43 d	40,05 g
Ranting turi putih, cacahan 3 cm	48,95 f	35,74 c
Ranting turi putih, cacahan 5 cm	52,94 m	46,84 p
Daun + Ranting turi merah, cacahan 1 cm	52,24 k	44,86 n
Daun + Ranting turi merah, cacahan 3 cm	51,88 j	44,10 m
Daun + Ranting turi merah, cacahan 5 cm	48,69 e	41,07 h
Daun + Ranting turi putih, cacahan 1 cm	48,93 f	40,02 g
Daun + Ranting turi putih, cacahan 3 cm	46,75 c	38,52 e
Daun + Ranting turi putih, cacahan 5 cm	52,51 l	43,95 l

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama tidak berbeda menurut uji Duncan's.

#### 5.1.1.4. C/N ratio awal dan akhir bahan seresah turi merah dan putih

Hasil analisis ragam C/N ratio awal maupun akhir menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara bahan dan ukuran cacahan bahan hijauan turi.

Daun turi putih dengan ukuran cacahan 5 cm menghasilkan C/N ratio awal paling rendah, perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan daun turi merah dan putih cacahan 3 cm (Lampiran 9).

Tabel 5.1.3. C/N ratio awal dan akhir seresah turi

Kombinasi perlakuan	C/N ratio awal	C/N ratio akhir
Daun turi merah, cacahan 1 cm	10.16 b	5.79 ab
Daun turi merah, cacahan 3 cm	8.015 a	4.30 a
Daun turi merah, cacahan 5 cm	10.61 b	5.04 a
Daun turi putih, cacahan 1 cm	13.06 c	7.68 d
Daun turi putih, cacahan 3 cm	7.94 a	4.72 a
Daun turi putih, cacahan 5 cm	7.64 a	4.66 a
Ranting turi merah, cacahan 1 cm	10.94 b	4.85 a
Ranting turi merah, cacahan 3 cm	11.99 c	6.40 bc
Ranting turi merah, cacahan 5 cm	12.95 c	6.83 c
Ranting turi putih, cacahan 1 cm	11.01 bc	6.07 b
Ranting turi putih, cacahan 3 cm	11.85 bc	6.09 b
Ranting turi putih, cacahan 5 cm	15.62 d	10.57 e
Daun + Ranting turi merah, cacahan 1 cm	10.05 b	8.22 d
Daun + Ranting turi merah, cacahan 3 cm	10.46 b	7.45 cd
Daun + Ranting turi merah, cacahan 5 cm	8.76 ab	5.79 b
Daun + Ranting turi putih, cacahan 1 cm	8.28 a	4.53 a
Daun + Ranting turi putih, cacahan 3 cm	8.72 ab	5.52 ab
Daun + Ranting turi putih, cacahan 5 cm	10.78 b	8.23 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf sama dalam kolom yang sama tidak berbeda menurut uji Duncan's.

C/N ratio awal paling tinggi terdapat pada perlakuan B<sub>4</sub> U<sub>3</sub> (ranting turi putih, cacahan 5 cm). C/N ratio tinggi menggambarkan proses dekomposisi yang lambat. Ranting turi merah dengan ukuran cacahan 3 dan 5 cm juga menunjukkan angka C/N ratio yang cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan ranting turi merah dengan cacahan 1 cm (Tabel 5.1.3).

Perlakuan daun turi merah dengan cacahan 3 cm mempunyai C/N ratio rendah (4.72). Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan daun turi putih dengan ukuran cacahan 3 cm (4.30) dan 5 cm (5.04). Demikian pula dengan perlakuan campuran daun dan ranting turi putih dengan ukuran cacahan 1 cm (5.79).

C/N ratio akhir tertinggi terdapat pada perlakuan ranting turi putih dengan ukuran cacahan 5 cm (B<sub>4</sub> U<sub>3</sub>), yaitu 10.57. Perlakuan campuran daun dan ranting turi merah dengan ukuran cacahan 1 cm (B<sub>5</sub> U<sub>1</sub>), yaitu 8.22.

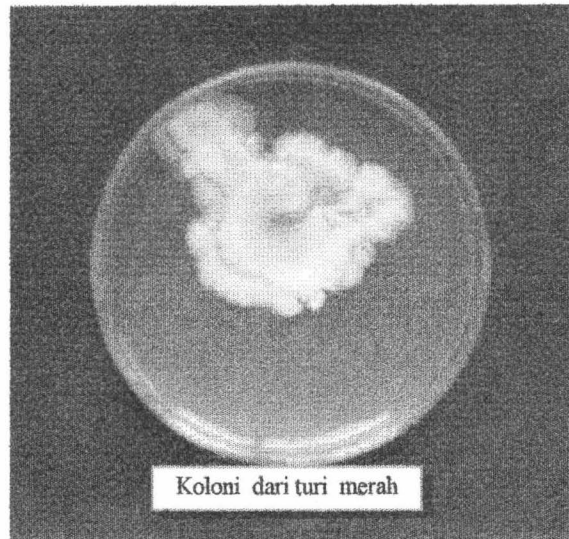
## **5.2. Studi pengembangan bintil akar turi menjadi Legin turi**

### *5.2.1. Isolasi bakteri Rhizobium dari tanaman turi*

Bakteri Rhizobium yang diisolasi berasal dari bintil akar tanaman turi merah dan turi putih. Bentuk permukaan koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah tidak beraturan, sedangkan bentuk permukaan koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih bundar. Ketebalan koloni Rhizobium dari turi merah lebih tipis dibandingkan dengan koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih (Gambar 5.2.1 dan 5.2.2 ).

Warna koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah agak ke-coklatan, sedangkan warna koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih adalah putih bersih dan kental.

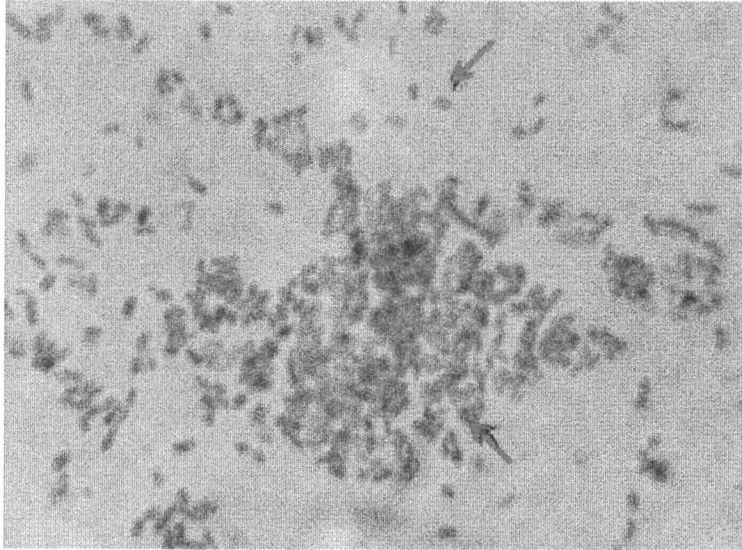
Kecepatan tumbuh koloni Rhizobium dari turi putih lebih cepat dibandingkan koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah. Morfologi bakteri Rhizobium dari turi merah maupun turi putih dapat dilihat pada gambar 5.2.3 dan 5.2.4.



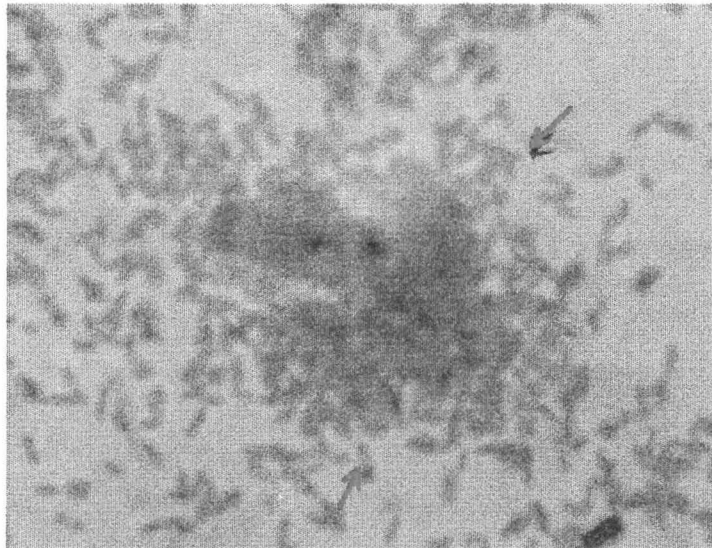
Gambar 5.2.1. Koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah



Gambar 5.2.2. Koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih



Gambar 5.2.3. Morfologi bakteri Rhizobium yang berasal dari turi merah (pembesaran 400 x)



Gambar 5.2.4. Morfologi bakteri Rhizobium yang berasal dari turi putih (pembesaran 400 x)

### 5.2.2. Pembuatan legin turi dari berbagai media pembawa

Isolat bakteri *Rhizobium* yang mempunyai kecepatan tumbuh baik ditanam pada media pembawa, sehingga menjadi legin turi (leguminosa inokulan yang berasal dari tanaman turi).

Ada 2 jenis media pembawa, yaitu M<sub>1</sub> yang berasal dari kompos, gambut, arang dan M<sub>2</sub> yang berasal dari kompos, pasir, arang. Perbandingan bahan media pembawa adalah 1 : 1 : 1. Isolat bakteri rhizoiium dimasukkan dalam media pembawa yang mempunyai pH 6.8 dan dijaga kelembabannya dan dikemas dalam kantong aluminium foil.

### 5.2.3. Uji inokulasi Legin turi terhadap pembentukan bintil akar tanaman turi

#### 5.2.3.1. Panjang tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadinya interaksi antara varietas turi dengan legin turi yang digunakan terhadap panjang tanaman turi (Lampiran 10).

Varietas turi mempengaruhi panjang tanaman secara nyata pada umur 15 hst, 18 hst, dan 21 hst (tabel 5.2.1). Varietas turi putih lebih cepat panjang dibanding dengan turi merah. Pemberian legin juga berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman pada umur 24 dan 27 hst (Gambar 5.2.5). Panjang tanaman pada perlakuan L1, L2, L3 dan L4 lebih meningkatkan panjang tanaman dibanding dengan perlakuan L0, ini berarti pemberian legin turi dapat meningkatkan panjang tanaman. Pada pengamatan 27 hst, perlakuan L3 (legin yang berasal dari turi putih dengan media kompos + gambut + arang) mempunyai panjang tanaman ter tinggi

Tabel 5.2.1. Rata-rata panjang tanaman 2 varietas turi pada berbagai umur pengamatan

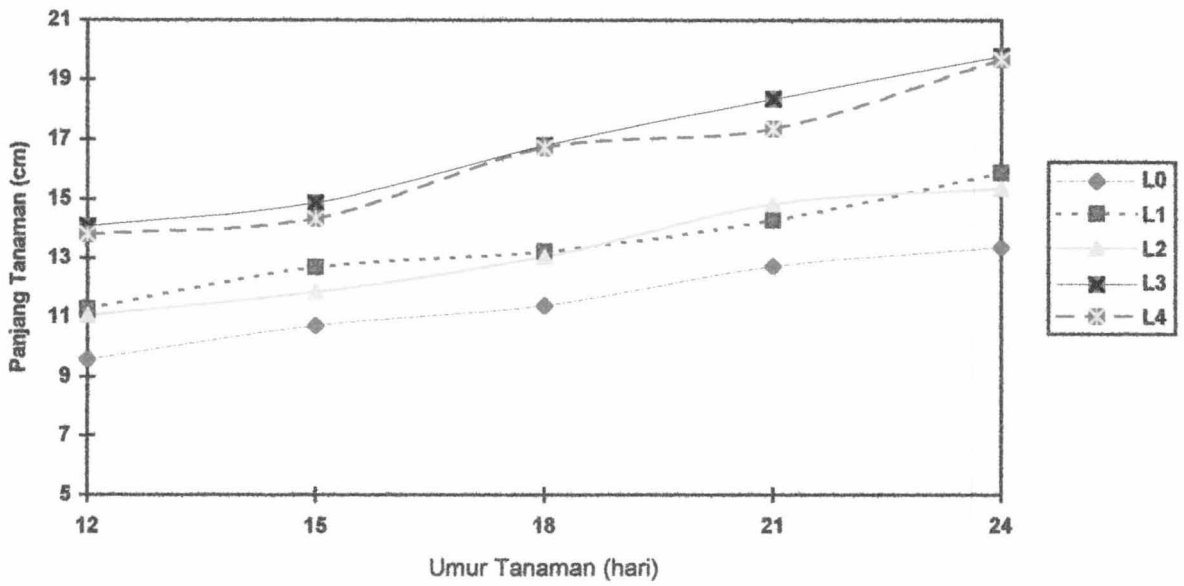
Varietas	Panjang tanaman (cm)		
	Umur tanaman (hari)		
	15	17	21
Turi merah	7.293 b	8.502 b	9.120 b
Turi putih	8.207 a	9.187 a	9.797 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama dalam kolom sama tidak berbeda menurut uji BNT 5%.

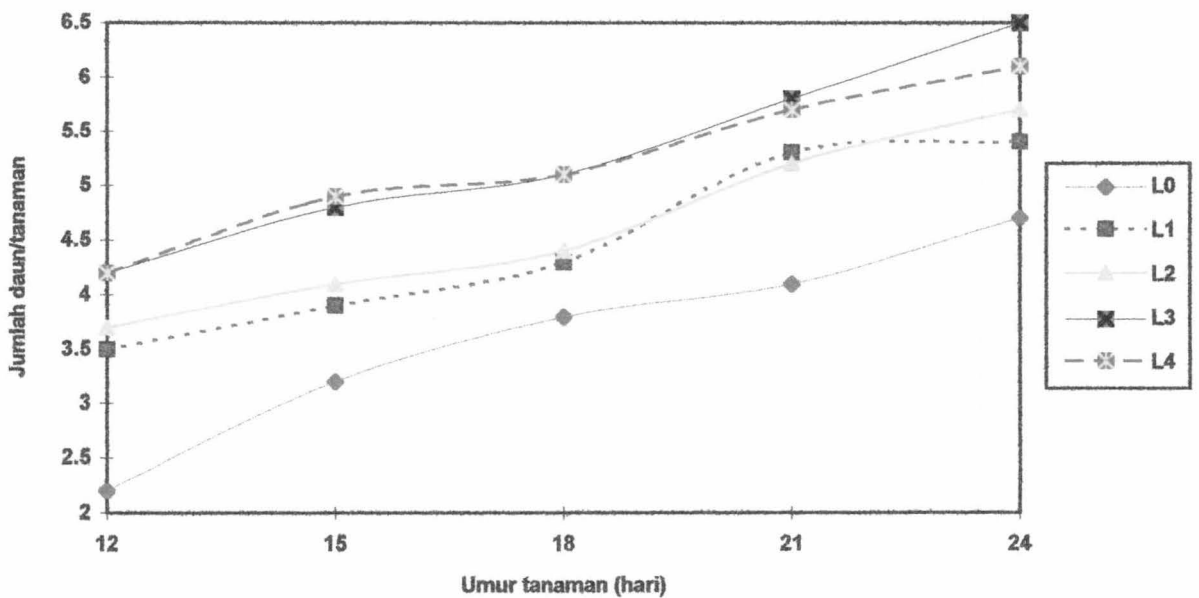
#### 5.2.3.2. Jumlah daun tanaman turi

Hasil analisis ragam jumlah daun (Lampiran 11) menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi secara nyata antara perlakuan varietas tanaman turi dengan jenis legin turi pada umur 21, 24 dan 27 hst (Gambar 5.2.6).

Jumlah daun turi paling banyak terdapat pada perlakuan Legin yang berasal dari turi putih dengan media pembawa kompos, gambut dan arang (L3). L3 tidak berbeda nyata dengan L4 (Legin turi putih dengan media kompos, pasir dan arang). Komposisi media pembawa baik yang menggunakan pasir maupun gambut disamping kompos dan arang tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun. Legin yang berasal dari turi putih dapat meningkatkan jumlah daun.



Gambar 5.2.5. Rata-rata panjang tanaman turi akibat pemberian Legin pada berbagai umur pengamatan



Gambar 5.2.6. Rata-rata jumlah daun turi akibat pemberian Legin pada berbagai umur pengamatan



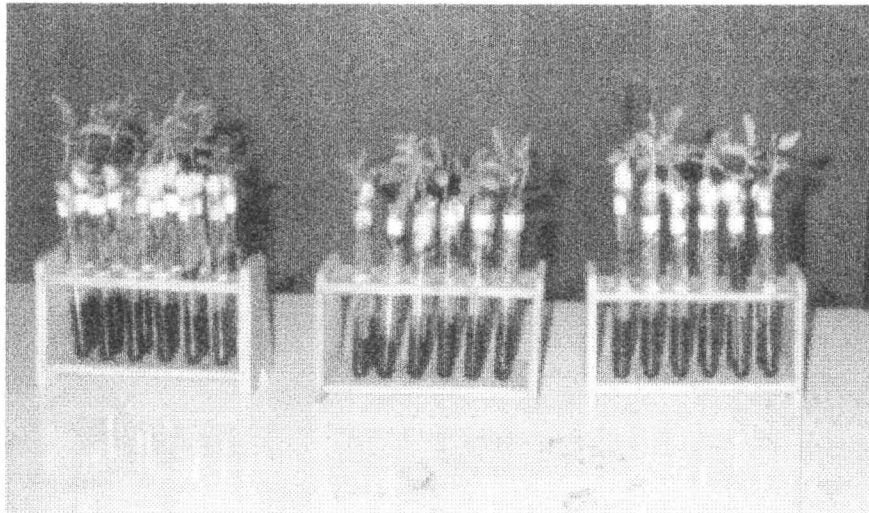
### 5.2.3.3. Jumlah bintil akar tanaman turi

Hasil analisis ragam jumlah bintil akar turi menunjukkan interaksi yang nyata antara varietas turi dengan Legin turi pada umur 15 dan 18 hst (Lampiran 12). Sedangkan pada umur 21, 24 dan 27 hst tidak terjadi interaksi yang nyata.

Jumlah bintil akar tanaman turi dapat diamati secara langsung dalam tabung reaksi, seperti yang terlihat pada gambar 5.2.7. Perlakuan L3 mempunyai jumlah bintil akar lebih banyak dibanding perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa Legin turi yang dibuat dari isolat turi putih yang dikembangkan pada media kompos, gambut dan arang merupakan perlakuan yang paling baik. Perlakuan L3 tidak jauh berbeda dibanding perlakuan L4. Sehingga bisa dikatakan bahwa legin turi yang dibuat dari isolat *Rhizobium* asal turi putih dan dikembangkan dengan media pembawa campuran kompos, pasir dan arang merupakan alternatif yang bisa dilakukan juga untuk pembuatan legin turi.

Perbedaan jumlah bintil antara L3 dan L4 lebih kecil dibanding jumlah bintil yang terdapat pada perlakuan L1 dan L2. Rata-rata jumlah bintil pada perlakuan L1 (isolat dari turi merah yang dikembangkan pada media campuran kompos, gambut dan arang) adalah 6.304, sedangkan rata-rata jumlah bintil yang dikembangkan pada L2 (isolat dari turi merah yang dikembangkan pada media campuran kompos, pasir dan arang) adalah 6.516. Rata-rata jumlah bintil akar perlakuan L3 dan L4, masing-masing sebesar 7.802 dan 7.614. Sehingga legin turi yang ber-asal dari turi putih dapat meningkatkan jumlah bintil akar 16.84 % dibanding dengan legin turi dari turi merah, Sedangkan bila dibanding-kan dengan kontrol penggunaan legin turi putih dapat

meningkatkan jumlah bintil akar sebesar 22.37 %, sedangkan penggunaan legin turi merah dapat meningkatkan jumlah bintil akar sebesar 6.65 %.



Gambar 5.2.7. Uji Legin turi terhadap pertumbuhan dan pembentukan bintil akar tanaman turi

#### 5.2.3.3. Berat bintil akar tanaman turi

Hasil analisis ragam berat basah bintil akar turi (Lampiran 12) menunjukkan tidak terjadi interaksi secara nyata antara perlakuan varietas tanaman turi dengan jenis legin turi. Pemberian legin turi putih dengan media kompos, gambut dan arang (L3) dapat meningkatkan berat basah bintil akar 96.35 % dibanding dengan kontrol (L0).

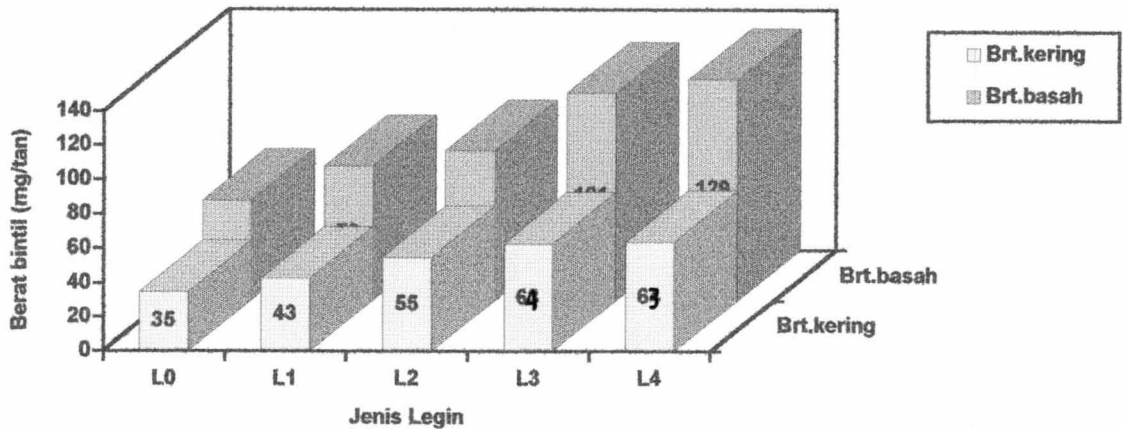
Pemberian legin turi putih dengan media pembawa kompos, gambut dan arang (L3) tidak berbeda nyata dengan pemberian legin turi putih dengan media pasir, kompos dan arang (L4). Perlakuan L3 dan L4 berbeda nyata dengan perlakuan L1 dan L2, penambahan legin turi putih dapat meningkatkan berat basah bintil akar 39.56 % bila dibandingkan dengan

pemberian legin dari turi merah baik yang menggunakan media pembawa gambut, kompos dan arang (L1) maupun pasir, kompos dan arang (L2).

Hasil analisis ragam berat kering bintil akar (lampiran 13) menunjukkan tidak terjadi interaksi antara varietas turi yang ditanam dengan pemberian legin turi. Pemberian legin turi putih dengan gambut sebagai bahan tambahan media dapat meningkatkan berat kering bintil akar 16.60 % dibanding dengan legin turi putih dengan pasir sebagai bahan tambahan media.

Legin turi merah dapat meningkatkan berat kering bintil akar turi merah lebih banyak dibandingkan berat kering bintil akar turi merah yang diberi legin turi putih. Legin turi merah yang diberikan pada turi merah dapat meningkatkan berat kering bintil akar 6.9 % dibanding bila diberikan pada turi putih dan 95.86 % dibandingkan dengan kontrol. Legin turi putih dapat meningkatkan berat kering bintil akar turi putih lebih banyak dibandingkan berat kering bintil akar turi putih yang diberi legin turi merah (Gambar 5.2.8)

Legin turi putih yang diberikan pada turi putih dapat meningkatkan berat kering bintil akar 22.53 % dibanding bila diberikan pada turi merah dan 97.06 % dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 5.2.8. Rata-rata berat basah dan berat kering bintil akar turi akibat pemberian Legin pada berbagai umur pengamatan

### 5.3. Penelitian eksperimental (tahap 3)

#### 5.3.1. Pengaruh tanah bekas ditanami turi terhadap kandungan nitrogen dalam tanaman turi

##### 5.3.1.1. Tinggi tanaman

Terjadi interaksi yang nyata terhadap tinggi tanaman akibat perlakuan tanah bekas ditanami turi dengan varietas tanaman turi (lampiran 14).

Dari tabel 5.3.1 dapat dilihat bahwa penggunaan tanah bekas ditanami turi baik turi merah maupun turi putih dapat meningkatkan tinggi tanaman turi merah maupun turi putih. Terdapat interaksi antara media (tanah) dengan varietas turi yang ditanam.

Tanah bekas ditanami turi merah lebih sesuai bila ditanami turi merah (T1V1), hal ini dapat dilihat dengan kenaikan tinggi tanaman turi merah sebesar 30.43 % bila dibanding dengan T0V1 dan 15.28 % bila dibanding

dengan T0V2, sedangkan apabila dibanding tinggi turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah (T1V2) adalah 10.49 %

Tabel 5.3.1. Rata-rata tinggi tanaman turi karena kombinasi perlakuan tanah bekas ditanami turi dan varietas tanaman turi umur 3, 5 dan 7 mst (minggu setelah tanam)

Umur (minggu)	Rata-rata tinggi tanaman (cm)		
	Perlakuan	turi merah	turi putih
3	Kontrol	12.33 a	14.33 a
	Tanah bekas ditanami turi merah	17.87 b	16.00 ab
	Tanah bekas.ditanami turi putih	14.67 a	21.10 b
5	Kontrol	21.10 a	26.90 ab
	Tanah bekas ditanami turi merah	31.43 b	28.10 ab
	Tanah bekas ditanami turi putih	27.80 ab	34.43 b
7	Kontrol	32.80 a	39.43 ab
	Tanah bekas ditanami turi merah	45.93 b	42.87 ab
	Tanah bekas ditanami turi putih	42.77 ab	48.13 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Tanah bekas ditanami turi putih juga sesuai untuk meningkatkan tinggi tanaman turi putih pula. Hal ini dapat dilihat dari kenaikan tinggi tanaman turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih (T2V2) sebesar 22.17 % bila dibanding dengan T0V2, dan 36.09 % bila dibanding T0V1, sedangkan apabila dibanding dengan tinggi turi merah yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih (T2V1), yaitu 17.77 % dan 8.13 % bila dibanding dengan tinggi tanaman turi merah yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah (T1V1).

### 5.3.1.2. Jumlah daun

Terjadi interaksi antara kombinasi perlakuan tanah bekas ditanami turi dan varietas turi, tetapi penggunaan tanah bekas turi memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah daun tanaman turi (lampiran 15).

Dari tabel 5.3.2 dapat dilihat bahwa penggunaan tanah bekas ditanami turi menghasilkan jumlah daun 10.67 % hingga 22.62 % dibandingkan dengan jumlah daun turi yang ditanam pada tanah biasa (kontrol). Jumlah daun turi putih di awal pertumbuhan tidak berbeda nyata dengan turi merah. Pada saat tanaman berumur 7 minggu jumlah daun turi putih lebih banyak 20.5 % dibandingkan jumlah daun turi merah.

Tabel 5.3.2. Rata-rata jumlah daun pada 2 varietas turi karena penggunaan tanah bekas turi umur 3, 5, 7 mst

Umur (minggu)	Rata-rata jumlah daun (lembar/tan.)		
	Perlakuan	turi merah (V1)	turi putih (V2)
3	Kontrol	14.70 a	16.22 b
	Tanah bekas ditanami turi merah	15.95 ab	17.21 b
	Tanah bekas ditanami turi putih	17.17 b	22.11 c
5	Kontrol	20.15 a	24.75 b
	Tanah bekas ditanami turi merah	21.95 a	25.95 b
	Tanah bekas ditanami turi putih	24.28 b	29.72 c
7	Kontrol	42.22 a	53.11 c
	Tanah bekas ditanami turi merah	46.17 b	56.83 cd
	Tanah bekas ditanami turi putih	48.22 b	62.50 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Rata-rata jumlah daun pada perlakuan T1V1 (turi merah yang ditanam pada tanah bekas turi merah) menunjukkan kenaikan sebesar 8.21 % bila dibanding perlakuan T0V1 (turi merah yang ditanam pada tanah biasa/kontrol), tetapi lebih kecil 4.69 % bila dibanding perlakuan T0V2. Hal ini menunjukkan jumlah daun tanaman turi putih lebih banyak dibanding turi merah.

Perlakuan T2V2 dapat meningkatkan jumlah daun sebesar 17.71 % bila dibanding T0V2 dan 32.51% bila dibanding perlakuan T0V1. Sedangkan bila dibanding perlakuan T1V1, maka jumlah daun tanaman dapat meningkat 26.48 %.

Penggunaan tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkatkan jumlah daun turi merah rata-rata sebesar 1.45 % dibanding kontrol. Sedangkan penggunaan tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkatkan jumlah daun turi putih rata-rata sebesar 20.10 % bila dibanding kontrol.

### 5.3.1.3. Luas daun

Terjadi interaksi antara perlakuan varietas turi dengan penggunaan tanah bekas ditanami turi berpengaruh nyata pada umur pengamatan 3, 5, dan 7 MST (lampiran 16). Perlakuan varietas turi tidak berpengaruh nyata pada semua umur pengamatan. Sedang perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi tidak berpengaruh nyata pada semua umur pengamatan.

Pada tabel 5.3.3. dan gambar 5.3.1 nampak bahwa pada tanah bekas ditanami turi merah dan turi putih dapat meningkatkan luas daun 10 %, 16.4 %, 34.9 %, dan 27.68 % dibanding kontrol pada 1 hingga 4 minggu setelah tanam.



Tabel 5.3.3. Rata-rata luas daun pada 2 varietas turi karena penggunaan tanah bekas turi umur 3, 5, dan 7 mst

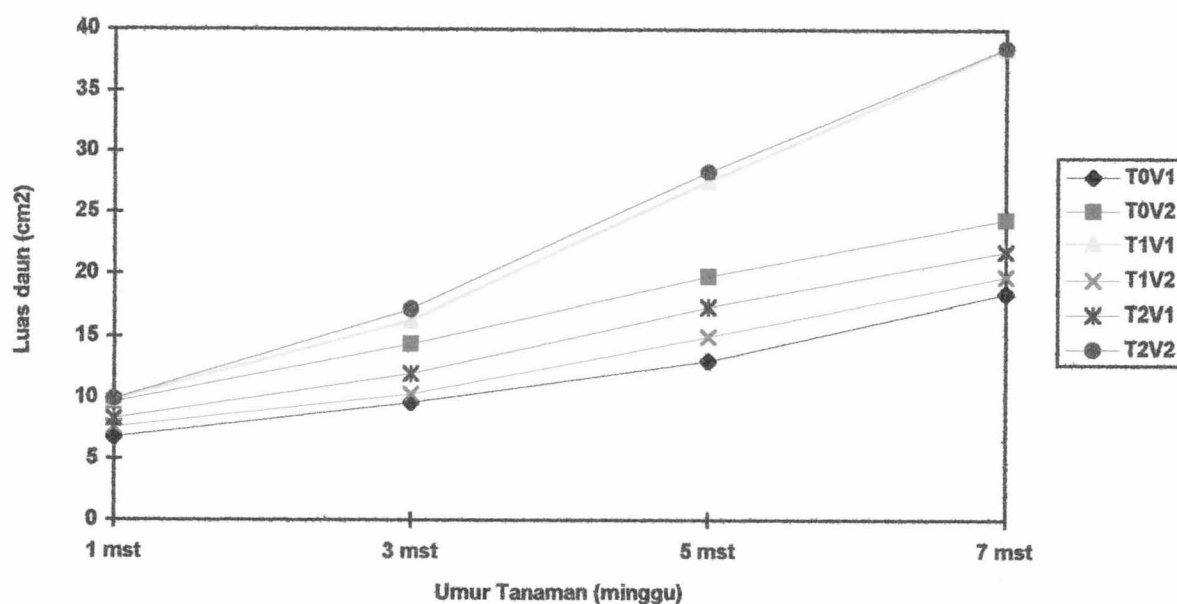
Umur (minggu)	Perlakuan	Rata-rata Luas daun Turi (cm <sup>2</sup> )	
		Turi merah (V1)	Turi putih (V2)
3	Kontrol	9.603 a	14.373 c
	Tanah bekas ditanami turi merah	16.263 cd	10.303 ab
	Tanah bekas ditanami turi putih	11.963 b	17.167 d
5	Kontrol	13.003 a	19.797 c
	Tanah bekas ditanami turi merah	27.517 d	15.000 ab
	Tanah bekas ditanami turi putih	17.340 b	28.310 d
7	Kontrol	18.427 a	24.410 b
	Tanah bekas ditanami turi merah	38.460 c	19.777 a
	Tanah bekas ditanami turi putih	21.790 ab	38.453 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Varietas turi merah sesuai ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah. Hal ini terbukti dapat meningkat 35.38 % , 40.09 % , 52.74 % dan 52.09 % dibanding kontrol pada umur 3, 5, dan 7 mst. Varietas turi putih sesuai ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih. Hal ini sesuai dengan tabel 5.3.1 yang menunjukkan peningkatan antara 32.54 % hingga 54.06 %

Sedangkan perbedaan luas daun turi merah yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah dengan luas daun turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih tidak berbeda menurut uji Duncan's.





Gambar 5.3.1. Rata-rata luas daun 2 varietas turi akibat perbedaan media tanam

#### 5.3.1.4. Jumlah bintil akar

Terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dan varietas turi pada jumlah bintil akar tanaman turi umur 3 mst. (lampiran 17).

Berdasarkan tabel 5.3.4. dapat dilihat bahwa penggunaan tanah bekas ditanami turi dapat meningkatkan jumlah bintil akar tanaman turi, meskipun tidak nyata pada perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi merah yang ditanami tanaman turi merah.

Penanaman turi putih baik dari tanah bekas ditanami turi merah maupun turi putih dapat meningkatkan jumlah bintil akar 19.46 % hingga 26.07 % dibandingkan dengan kontrol. Pada tanah kontrol jumlah bintil akar tanaman turi putih berbeda nyata dengan jumlah bintil akar tanaman turi merah. Ini

menunjukkan bahwa masing-masing varietas mempunyai kemampuan pembentukan bintil akar yang berbeda.

Tabel. 5.3.4. Rata-rata jumlah bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah umur 3 mst

Perlakuan	Jumlah Bintil Akar	
	turi merah (V1)	turi putih (V2)
Kontrol	46.33 a	59.33 ab
Tanah bekas ditanami turi merah	48.67 a	67.33 bc
Tanah bekas ditanami turi putih	62.67 b	73.67 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

#### 5.3.1.5. Berat basah bintil akar

Perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dan varietas turi memberikan pengaruh yang nyata pada berat basah bintil akar tanaman turi umur 5 minggu. Selanjutnya terjadi interaksi antara perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dan varietas turi terhadap berat basah bintil akar umur 7 minggu (lampiran 18).

Berdasarkan tabel 5.3.5 dapat dilihat bahwa penggunaan tanah bekas ditanami turi dapat meningkatkan berat basah bintil akar tanaman turi antara 35.71 % hingga 42.11 %. Penggunaan tanah bekas ditanami turi pada tanaman turi pada penanaman turi putih dapat meningkatkan berat basah bintil akar sebesar 35.71 %, sedangkan pada penanaman turi merah sebesar 42.11 % baik

penggunaan tanah bekas ditanami turi merah maupun tanah bekas ditanami turi putih.

Tabel 5.3.5. Rata-rata berat basah bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah umur 7 mst

Perlakuan	Berat Basah Bintil Akar (g/tan)	
	turi merah	turi putih
Kontrol	0.44 a	0.58 b
Tanah bekas ditanami turi merah	0.78 c	0.89 cd
Tanah bekas ditanami turi putih	0.74 bc	0.97 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Penggunaan tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkatkan berat basah bintil akar tanaman turi merah 43.59 % dan berat basah tanaman turi putih 34.83 %. Sedangkan penggunaan tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkatkan berat basah bintil akar tanaman turi merah 40.54 % dan turi putih 40.21 %.

#### 5.3.1.6. Berat kering bintil akar

Hasil analisis ragam antara kombinasi perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dengan varietas turi menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Interaksi antara perlakuan terjadi pada berat kering bintil akar saat umur 7 minggu (lampiran 19).

Tabel 5.3.6. Rata-rata berat kering bintil akar 2 varietas turi yang ditanam pada berbagai macam tanah umur 7 mst

Perlakuan	Berat Kering Bintil Akar (g/tan)	
	turi merah	turi putih
Kontrol	0.05 a	0.08 a
Tanah bekas ditanami turi merah	0.31 bc	0.25 b
Tanah bekas ditanami turi putih	0.28 b	0.32 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Penggunaan tanah bekas ditanami turi dapat meningkatkan berat kering bintil akar baik varietas turi merah maupun turi putih. Kenaikan berat kering bintil akar tanaman turi tersebut antara 71.93 % hingga 83.05 %. Penggunaan tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkatkan berat kering bintil akar 78.33 % dibandingkan dengan kontrol, sedangkan penggunaan tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkatkan berat kering bintil akar 76.78 %. Sehingga bisa dikatakan tidak ada perbedaan yang nyata antara penggunaan tanah bekas ditanami turi merah maupun turi putih.

#### 5.3.1.7. Berat basah tanaman turi

Hasil analisis ragam antara perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dan varietas turi menunjukkan interaksi yang nyata terhadap berat basah tanaman turi (lampiran 20).

Tabel 5.3.7. Rata-rata berat basah tanaman turi yang ditanam pada berbagai macam tanah umur 11 mst

Perlakuan	Berat basah tanaman turi (g/tan).	
	turi merah	turi putih
Kontrol	36,63 a	40.40 ab
Tanah bekas ditanami turi merah	52.27 c	45.13 b
Tanah bekas ditanami turi putih	44.33 b	52.83 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Berat basah tanaman turi dapat meningkat 21.57 % dengan ditanam pada tanah bekas ditanami turi (tabel 5.3.7). Penggunaan tanah bekas ditanami turi merah lebih sesuai untuk ditanami turi merah, sedangkan tanah bekas ditanami turi putih lebih sesuai untuk ditanami turi putih.

#### 5.3.1.8. Berat kering tanaman turi

Terjadi interaksi antara perlakuan penggunaan tanah bekas ditanami turi dengan varietas turi yang ditanam terhadap berat kering tanaman turi (lampiran 21).

Penggunaan tanah bekas ditanami turi merah maupun turi putih dapat meningkatkan berat kering tanaman turi secara nyata. Tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkatkan berat kering tanaman turi 18.57 % dibanding dengan kontrol. Tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkatkan berat kering tanaman turi 16.13 %.

Tabel 5.3.8. Rata-rata berat kering tanaman turi yang ditanam pada berbagai macam tanah umur 11 mst

Perlakuan	Berat kering tanaman turi (g/tan)	
	turi merah	turi putih
Kontrol	16.95 a	17.97 a
Tanah bekas ditanami turi merah	22.40 bc	19.87 b
Tanah bekas ditanami turi putih	19.23 ab	22.98 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Berat kering tanaman turi merah yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah dapat meningkat 24.56 %, sedangkan yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih hanya bisa meningkat 11.86 %. Berat kering tanaman turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkat 21.80 %, sedangkan yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah hanya bisa meningkat 9.56 %.

#### 5.3.1.9. Kandungan nitrogen tanaman turi

Terjadi interaksi antara penggunaan tanah bekas ditanami turi dengan varietas turi yang ditanam (Lampiran 22). Kandungan nitrogen turi merah yang ditanam pada tanah bekas turi merah meningkat antara 26.86 hingga 43.27 % dibanding kontrol. Kandungan nitrogen turi merah yang ditanam pada tanah bekas turi putih meningkat antara 19.11 hingga 35.94 % dibanding dengan kontrol.

Tabel 5.3.9. Rata - rata kandungan nitrogen dalam tanaman turi karena kombinasi perlakuan tanah bekas ditanami turi dan varietas tanaman turi umur 5, 7, dan 11 mst

Umur (minggu)	Perlakuan	Rata-rata kandungan nitrogen (%)	
		turi merah (V1)	turi putih (V2)
5	Kontrol	3.33 a	3.63 a
	Tanah bekas ditanami turi merah	5.87 c	5.20 c
	Tanah bekas ditanami turi putih	4.67 b	6.10 d
7	Kontrol	4.10 a	4.90 a
	Tanah bekas ditanami turi merah	7.03 c	6.10 b
	Tanah bekas ditanami turi putih	6.40 b	7.43 c
11	Kontrol	5.80 a	5.83 a
	Tanah bekas ditanami turi merah	7.93 cd	6.87 b
	Tanah bekas ditanami turi putih	7.17 c	8.13 d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Kandungan nitrogen turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkat 15.14 % hingga 30.19 % dibanding yang ditanam pada tanah kontrol. Sedangkan penggunaan tanah bekas turi putih dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanaman turi putih antara 28.29 hingga 40.49 %.

### 5.3.2. Kajian cara pemberian dan bahan hijauan tanaman turi putih, (pupuk organik) untuk meningkatkan kesuburan lahan marginal (dengan menggunakan tanaman jagung sebagai tanaman indikator)

#### 5.3.2.1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua pemberian pupuk organik dari tanaman turi memberikan pengaruh nyata umur 5 sampai dengan 11 minggu setelah tanam (Lampiran 23).

Jenis pupuk organik (daun, ranting atau campuran daun dan ranting) dapat meningkatkan tinggi tanaman. Kenaikan tinggi tanaman tersebut bervariasi antara yang diberikan sebagai mulsa maupun yang dicampur, hal ini dapat dilihat pada tabel 5.3.10.

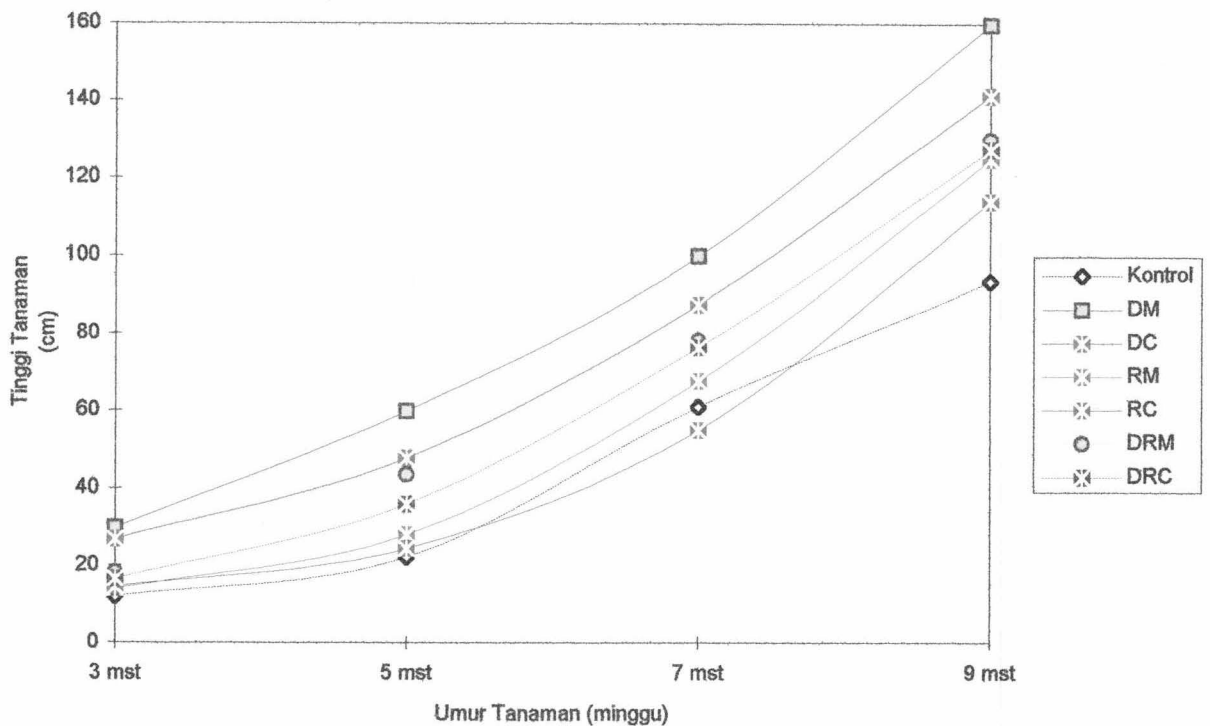
Tabel 5.3.10. Rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi

U m u r	P e r l a k u a n						
	Kontrol	Daun, mulsa	Daun, campur	Ranting, mulsa	Ranting, campur	Daun+Ranting, mulsa	Daun+Ranting, campur
3 mst	12.00 a	29.64 c	26.78 c	14.0 a	14.55 a	18.23 b	16.64 ab
5 mst	22.11 a	49.67 c	47.56 c	27.95 a	24.33 a	53.45 d	35.75 b
7 mst	60.89 ab	79.94 c	77.50 c	67.63 b	54.87 a	98.22 d	76.44 bc
9 mst	93.44 a	169.67 e	141.22 d	124.78 c	113.91 b	149.77 d	127.22 c
11 mst	103.22 a	168.28 e	149.11 d	122.75 c	115.55 b	149.84 d	127.75 c

Keterangan : Angka - angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Tanaman jagung yang tertinggi didapatkan pada perlakuan pemberian daun turi sebagai mulsa (DM). Perlakuan DM ini dapat meningkatkan tinggi tanaman antara 38.66 % hingga 59.51 % dibanding dengan kontrol.





Gambar 5.3.2. Rata-rata tinggi tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara

Perlakuan pemberian tanaman turi berupa daun, ranting maupun campuran daun dan ranting sebagai pupuk organik dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung dibanding kontrol. Cara pemberian pupuk organik tanaman turi sebagai mulsa dapat lebih meningkatkan tinggi tanaman dibanding cara pemberian dengan membenamkan pupuk organik.

Pemberian daun turi dan campuran daun dan ranting sebagai mulsa menghasilkan tinggi tanaman yang relatif lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (gambar 5.3.2)

### 5.3.2.2. Jumlah Daun

Dilihat dari dari semua perlakuan yang diberikan ternyata secara umum perlakuan pemberian pupuk organik sebagai mulsa memberikan hasil yang terbaik bila dibanding dengan yang dicampur atau kontrol.

Berdasarkan hasil analisis ragam (lampiran 24) dan uji Duncan's ternyata pada saat tanaman jagung berumur 3 mst sampai umur 11 mst menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun pertanaman (tabel 5.3.11).

Pemberian pupuk organik baik berupa daun, ranting ataupun campuran daun dan ranting sebagai mulsa dapat meningkatkan jumlah daun antara 15.98 % hingga 33.5 % dibanding kontrol. Pemberian pupuk organik tanaman turi dengan mem benamkan dalam lapisan olah dapat meningkatkan jumlah daun tanaman jagung antara 5.81 hingga 24.14 % dibanding kontrol (gambar 5.3.3).

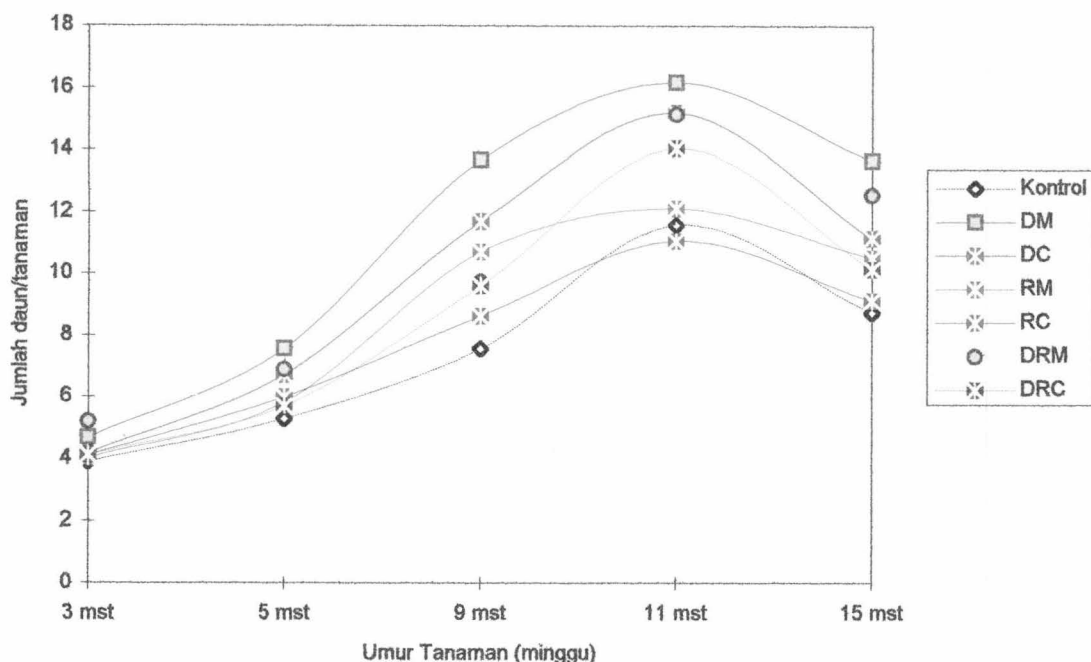
Tabel 5.3.11. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi

U m u r	P e r l a k u a n						
	Kontrol	Daun, mulsa	Daun, campur	Ranting, mulsa	Ranting, campur	Daun + Ranting, mulsa	Daun + Ranting, campur
3 mst	3.89 a	4.67 b	4.17 ab	4.02 a	4.11 a	5.19 c	4.12 a
5 mst	5.28 a	7.56 d	6.72 c	5.81 ab	5.99 b	6.88 c	5.70 a
7 mst	7.56 a	13.68 d	11.68 c	10.70 cd	8.62 ab	9.72 b	9.60 b
9 mst	11.58 a	16.19 d	15.19 c	12.12 ab	11.06 a	15.15 c	14.06 b
11 mst	8.74 a	13.66 d	11.14 c	10.51 b	9.12 ab	12.55 b	10.14 b

Keterangan : Angka - angka yang diikuti huruf yang sama pada umur yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Pemberian daun turi putih sebagai mulsa dapat meningkatkan rata-rata jumlah daun jagung 33.53 % bila dibanding kontrol, 12.30 % bila dibanding pemberian daun secara dibenamkan/dicampur (DC). Pemberian daun turi dapat meningkatkan jumlah daun 21.56 % bila dibanding pemberian

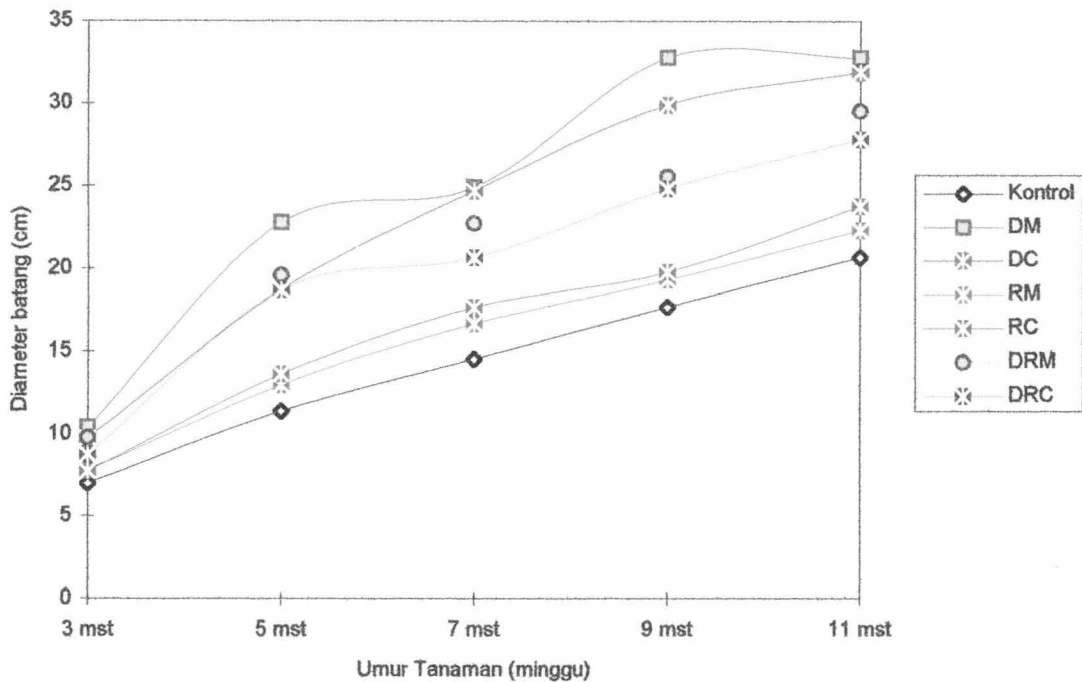
campuran daun dan ranting, dan 11.04 % bila dibanding pemberian ranting turi.



Gambar 5.3.3. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara

### 5.3.2.3. Diameter Batang

Hasil analisis ragam, pemberian pupuk organik tanaman turi menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap diameter batang per tanaman jagung (lampiran 25). Pemberian pupuk organik dari daun turi sebagai mulsa (DM) dapat meningkatkan diameter batang mulai umur 3 hingga 11 minggu setelah tanam, peningkatan diameter batang perlakuan DM ini lebih banyak dibanding perlakuan lainnya (gambar 5.3.4)



Gambar 5.3.4. Rata-rata diameter batang tanaman jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara

Pemberian daun turi dengan cara membenamkan dalam lapisan olah (DC) dapat meningkatkan diameter batang tanaman jagung antara 20.76 % hingga 32.09 % bila dibandingkan dengan kontrol (K).

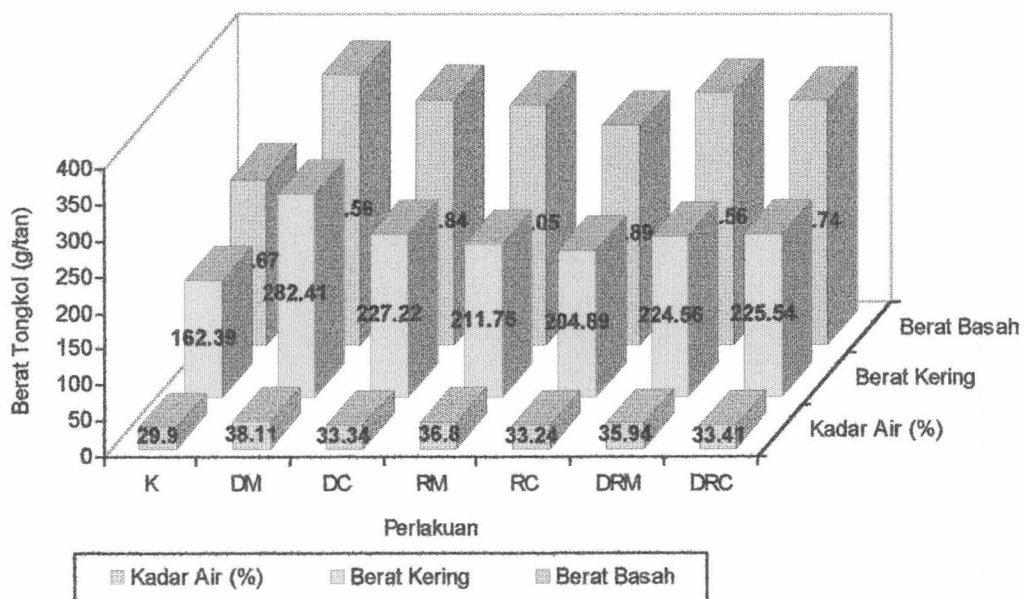
Pemberian campuran daun dan ranting turi sebagai mulsa (DRM) dapat meningkatkan diameter batang tanaman jagung antara 13.88 hingga 28.76 % dibanding kontrol (K).

Pemberian campuran daun dan ranting turi yang dibenamkan/ dicampur (DRC) dapat meningkatkan diameter batang tanaman jagung antara 9.7 hingga 24.97% dibanding kontrol.

### 5.3.2.4. Berat basah tongkol per tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, pemberian pupuk organik dari tanaman turi berpengaruh nyata terhadap berat basah tongkol jagung pertanaman (lampiran 26).

Pemberian daun turi sebagai mulsa dapat meningkatkan berat basah tongkol jagung 38.31 %, sedangkan daun turi yang dicampur dengan lapisan olah tanah dapat meningkatkan berat basah tongkol jagung 32.03 % dibanding kontrol. Pemberian ranting tanaman turi sebagai mulsa dan dicampur masing-masing dapat meningkatkan berat basah tongkol tanaman jagung sebesar 30.86 % dan 24.51 % dibanding kontrol (gambar 5.3.5).



Gambar 5.3.5. Berat basah, berat kering dan kadar air tongkol jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi dengan berbagai cara

Pemberian pupuk organik dari campuran daun dan ranting tanaman turi sebagai mulsa ataupun dicampur dapat meningkatkan berat basah tongkol jagung sebesar 33.91 % dan 31.61 % dibanding kontrol (tabel 5.3.12).

### 5.3.2.5. Berat kering tongkol jagung per tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, pemberian pupuk organik dari tanaman turi berpengaruh nyata terhadap berat kering tongkol jagung pertanaman (lampiran 27).

Tabel 5.3.12. Rata-rata berat basah tongkol jagung akibat pemberian pupuk organik dari tanaman turi

Perlakuan :	Berat basah (g/tan)	Berat kering (g/tan)	Kadar Air (%)
Kontrol	231.67 a	162.39 a	29.90 a
Daun, mulsa	375.56 d	232.42 c	38.11 d
Daun, campur	340.84 c	227.22 c	33.34 b
Ranting, mulsa	335.05 bc	211.75 b	36.80 c
Ranting, campur	306.89 b	204.89 b	33.24 b
Daun+Ranting, mulsa	350.56 c	224.56 bc	35.94 bc
Daun+Ranting, campur	338.74 c	225.54 bc	33.41 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P=0,05$ ).

Pemberian daun turi sebagai mulsa dapat meningkatkan berat kering tongkol jagung 30.13 %, sedangkan daun turi yang dicampur dengan lapisan olah tanah dapat meningkatkan berat kering tongkol jagung 28.53 % dibanding kontrol. Pemberian ranting tanaman turi sebagai mulsa dan dicampur masing-masing dapat meningkatkan berat kering tongkol tanaman jagung sebesar 23.31 % dan 20.74 % dibanding kontrol (gambar 5.3.5). Sedangkan Pemberian pupuk organik dari campuran daun dan ranting tanaman turi

sebagai mulsa ataupun dicampur dapat meningkatkan berat kering tongkol jagung sebesar 27.68 % dan 27.99 % dibanding kontrol (tabel 5.3.12).

### 5.3.2.6. Berat kering biji per tanaman

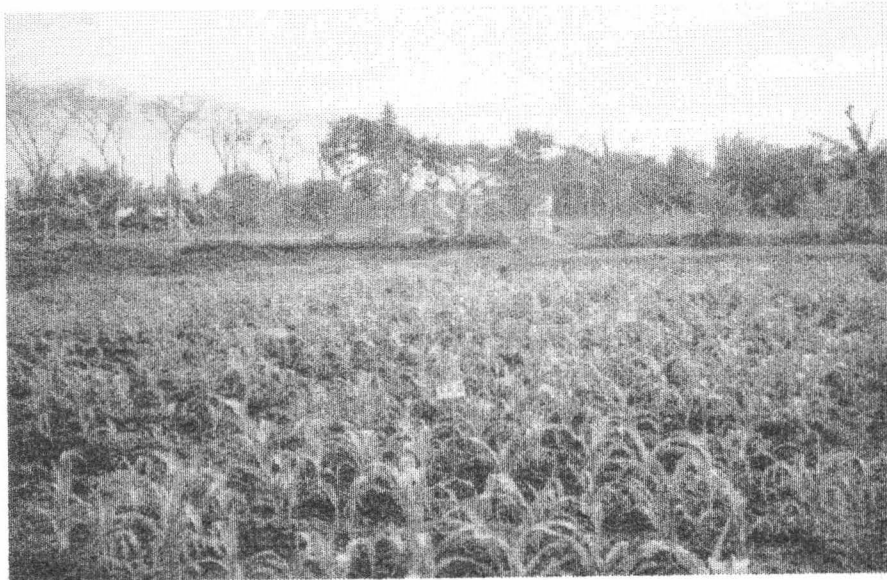
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk organik dari tanaman turi berpengaruh nyata terhadap berat kering biji (lampiran 26). Pemberian daun turi sebagai mulsa dapat meningkatkan berat kering biji per tanaman 70.84 % dibanding kontrol. Sedangkan daun turi yang diberikan dengan membenamkan/mencampur dengan lapisan olah tanah dapat meningkatkan berat kering biji jagung per tanaman sebesar 67.75 % (tabel. 5.3.13). Pemberian ranting turi sebagai mulsa ataupun dicampur dapat meningkatkan berat kering tanaman turi masing-masing sebesar 70.07 % dibanding kontrol. Campuran daun dan ranting dapat meningkatkan berat kering biji jagung per tanaman sebesar 70.69 % dibanding kontrol.

Tabel 5.3.13. Rata-rata berat kering biji jagung per tanaman akibat pemberian pupuk organik dari turi

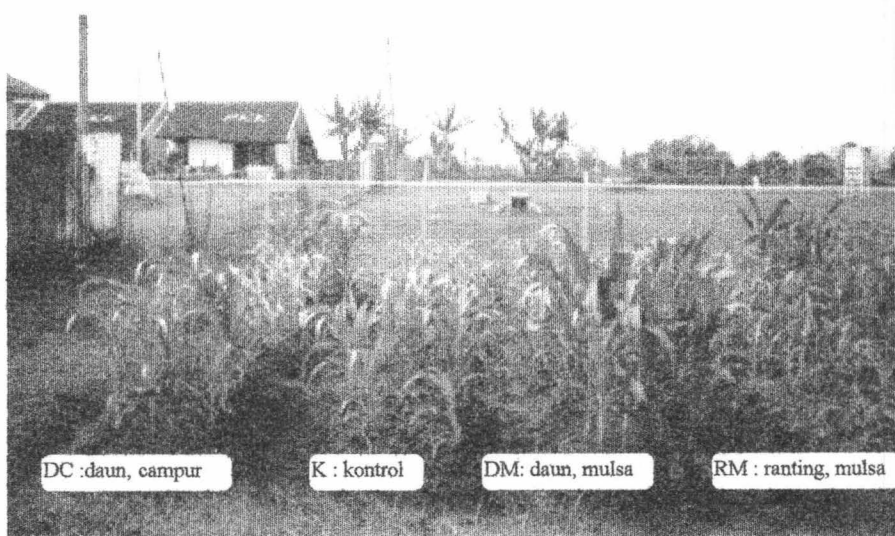
Perlakuan	Berat kering biji per tanaman (g/tan)
Kontrol	45.16 a
Daun, mulsa	154.85 c
Daun, campur	140.07 bc
Ranting, mulsa	150.89 c
Ranting, campur	138.44 b
Daun + Ranting, mulsa	154.10 c
Daun + Ranting, campur	133.00 b

Keterangan : Angka - angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak Duncan ( $P = 0,05$ ).

Pertumbuhan tanaman jagung di lapang, dapat dilihat pada gambar 5.3.6 dan 5.3.7.



Gambar 5.3.6. Tanaman jagung umur 2 minggu yang diberi pupuk organik tanaman turi



Gambar 5.3.7. Tanaman jagung umur 4 minggu yang diberi pupuk organik tanaman turi dan kontrol



## BAB 6. PEMBAHASAN

### 6.1. Studi potensi turi sebagai penyedia nitrogen di lahan marginal

#### 6.1.1. Observasi Lapang

Terdapat 2 varietas turi yang ditemukan di Bantur, Donomulyo, Dampit, Karangploso dan Mojolangu. Jumlah populasi turi putih lebih banyak dibanding turi merah, hal ini disebabkan karena umumnya petani lebih menyukai turi putih. Beberapa alasan mereka menyukai turi putih adalah, pertumbuhan lebih cepat dan bunga yang dihasilkan lebih enak jika digunakan sayur.

Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman turi merah dan turi putih pada tabel 6.1.1.

Tabel 6.1.1. Rata-rata pertumbuhan tanaman turi merah dan turi putih.

Parameter	Turi Merah	Turi Putih
Berat kering akar (g/tan)	1.80	3.85
Jumlah bintil/tan.	33.34	56.65
Berat bintil (mg/tan)	58.74	60.25
Kandungan N/tan (%)	3.34	3.62

Dari tabel 6.1.1. dapat diketahui bahwa berat kering akar tanaman turi putih lebih berat 53.24 % dibanding berat kering akar turi merah, sedangkan jumlah bintil akar turi merah lebih rendah 41.15 % dibanding turi putih. Demikian pula dengan berat bintil akar turi merah lebih rendah 2.51 % , kandungan N lebih rendah 7.73 % dibanding turi putih.

Evans dan Dale (1993) mendapatkan pula bahwa pertumbuhan dan perkecambahan tanaman turi putih lebih cepat antara 10 hingga 30 % dibanding turi merah. Tinggi tanaman turi merah pada umur 23 minggu 70 hingga 80 cm, sedangkan tinggi tanaman turi putih pada umur yang sama antara 105 hingga 120 cm.

Brewbaker, James, Halliday dan Judy (1983) mengemukakan bahwa tanaman turi putih mempunyai tinggi tanaman hingga 10 m atau lebih, sedangkan turi merah hanya sekitar 7 m. Batang turi putih banyak digunakan sebagai bahan industri kertas, daun turi merah maupun putih dapat untuk pakan ternak, bunga daun dan ranting muda turi dapat dimakan, batang tua dapat digunakan bahan bangunan maupun kayu bakar (22 hingga 42 m<sup>3</sup>/ha/tahun), turi putih mempunyai bintil akar dengan ukuran yang relatif besar dibanding Sesbania lainnya, bisa hidup di tanah apa saja meskipun pada tanah yang marginal.

Berat kering akar tanaman turi merah lebih ringan dibandingkan berat kering akar tanaman turi putih. Rata-rata berat kering akar tanaman turi putih lebih berat sekitar 45 % dibanding berat kering akar tanaman turi merah. Hal ini sesuai dengan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti mendapatkan bahwa berat basah maupun berat kering akar tanaman turi merah lebih ringan dibanding berat kering akar turi putih.

Jumlah bintil akar turi merah di Bantur adalah 37.24 merupakan jumlah terbanyak dalam observasi ini, sedangkan di Mojolangu mempunyai jumlah bintil akar 29.78 merupakan jumlah bintil akar terkecil dalam observasi ini, perbedaan jumlah bintil akar di beberapa daerah observasi ini disebabkan kondisi lingkungan yang berbeda.

Bantur terletak di Kabupaten Malang, tepatnya di sebelah selatan kota Malang. Jenis tanah Aluvial dari bahan kapur yang dijumpai di daerah ini adalah tanah Aluvial kalsik, yaitu tanah Aluvial yang mengandung kapur pada penampang tanahnya. Tanah di Bantur mempunyai kapasitas infiltrasi agak lambat sampai lambat, stabilitas tanah kuat, drainase jarang. Permasalahan utama di daerah Bantur adalah masalah ketersediaan air terutama di musim kemarau. Umumnya sawah ditanami setahun sekali saat musim penghujan (Sudarto, Saefudin dan Yusron, 1988).

Kapasitas penggunaan lahan yang terbatas menyebabkan kesuburan semakin rendah, demikian juga dengan kandungan nitrogen tanah. Tanaman kacang-kacangan (kedelai) yang ditanam pada kondisi kekurangan air (30-50% Kapasitas Lapang) dan ketersediaan nitrogen terbatas (tanpa pemberian pupuk anorganik) akan meningkatkan aktivitas nodulasi (pembentukan bintil akar) dalam rangka penyediaan nitrogen bagi tanaman tersebut (Prihandarini, 1993).

Kondisi lingkungan di Bantur yang kekurangan air, semakin meningkatkan aktivitas pembentukan bintil akar tanaman turi, sehingga jumlah bintil akar turi di Bantur lebih tinggi dibanding jumlah bintil akar tanaman turi yang berada di Mojolangu.

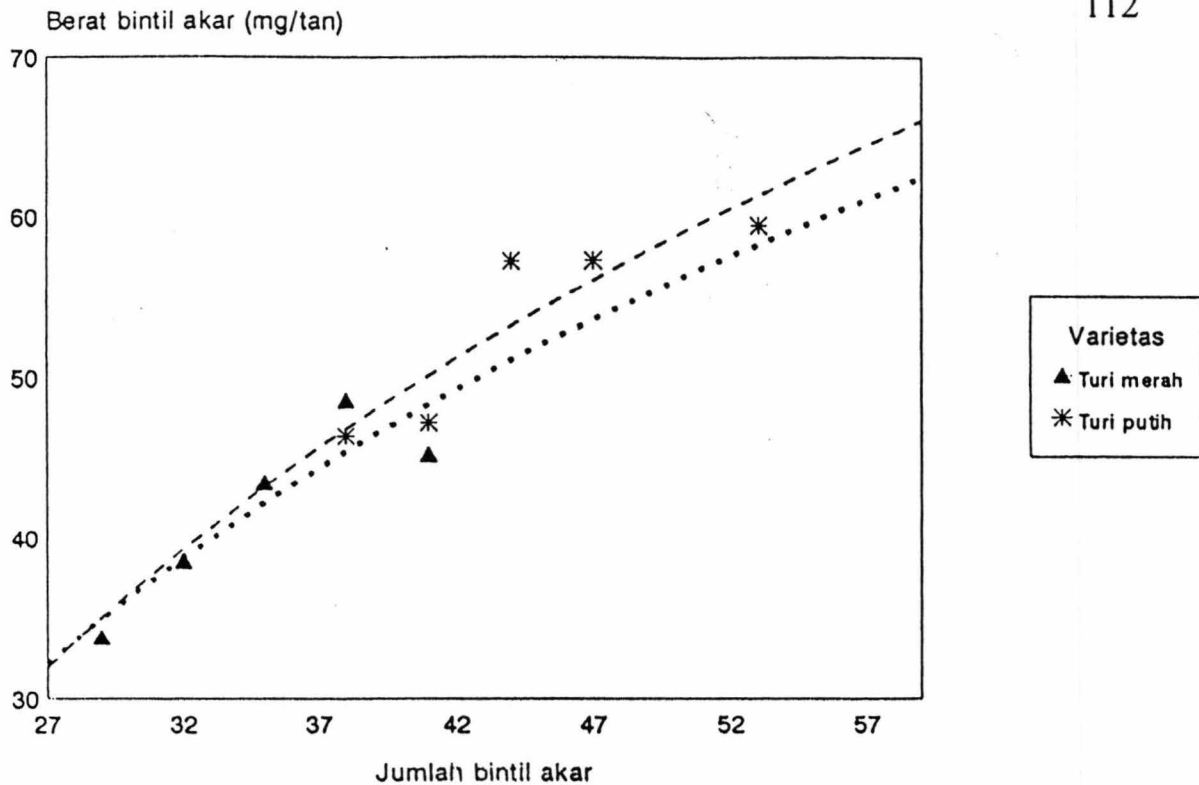
Kandungan nitrogen tanaman turi merah di Bantur dan Dampit (3.9 %) lebih tinggi dibanding kandungan nitrogen tanaman turi yang hidup di Mojolangu maupun Karangploso (2.5 % hingga 2.9 %). Hal ini sejalan dengan jumlah bintil akar yang terdapat dalam tanaman turi di masing-masing lokasi penelitian.

Semakin banyak jumlah bintil akar yang ada dalam tanaman turi akan meningkatkan kandungan nitrogen yang terdapat dalam tanaman tersebut. Hal ini dapat dilihat dari jumlah bintil akar turi merah yang hidup di daerah Bantur 37.24 buah mempunyai kandungan nitrogen 3.9 %, sedangkan jumlah bintil akar turi merah yang berada di daerah Mojolangu 29.78 buah mempunyai kandungan nitrogen hanya 2.5 %).

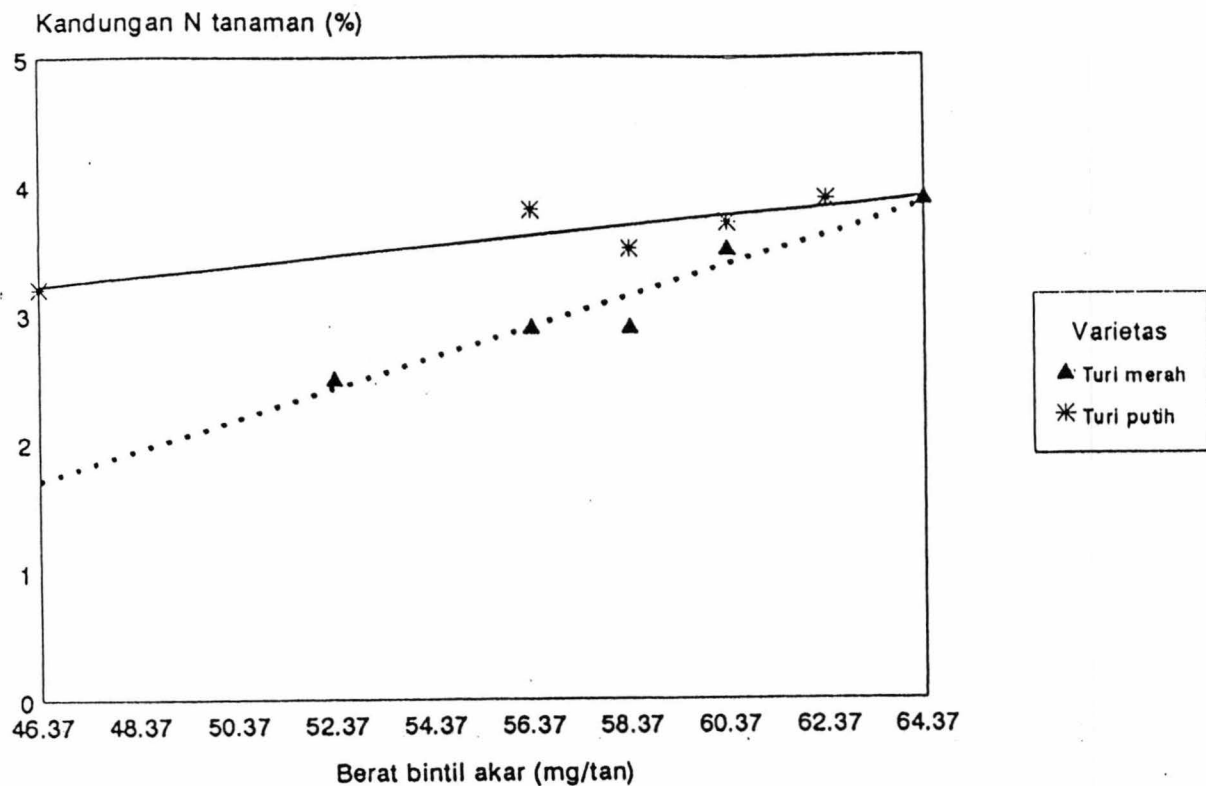
Peningkatan kandungan nitrogen dalam tanaman turi sejalan dengan peningkatan jumlah bintil akar yang terdapat di dalam turi tersebut dapat difahami karena proses pembentukan bintil akar adalah sejalan dengan adanya bakteri *Rhizobium* di dalam tanaman kacang-kacangan, dimana bakteri tersebut bersimbiosis dengan tanaman dan dapat mengambil  $N_2$  yang ada di udara secara langsung (Bergersen, 1980; Sitompul, 1991).

Jumlah bintil akar tanaman turi meningkat diikuti dengan peningkatan berat bintil akar tanaman turi, hubungan dua parameter tersebut dapat dilihat pada gambar 6.1.

Hubungan berat bintil akar dengan kandungan nitrogen tanaman turi merah maupun turi putih dapat dilihat pada gambar 6.2. Semakin meningkat berat bintil akan semakin meningkatkan kandungan nitrogen tanaman secara linier.



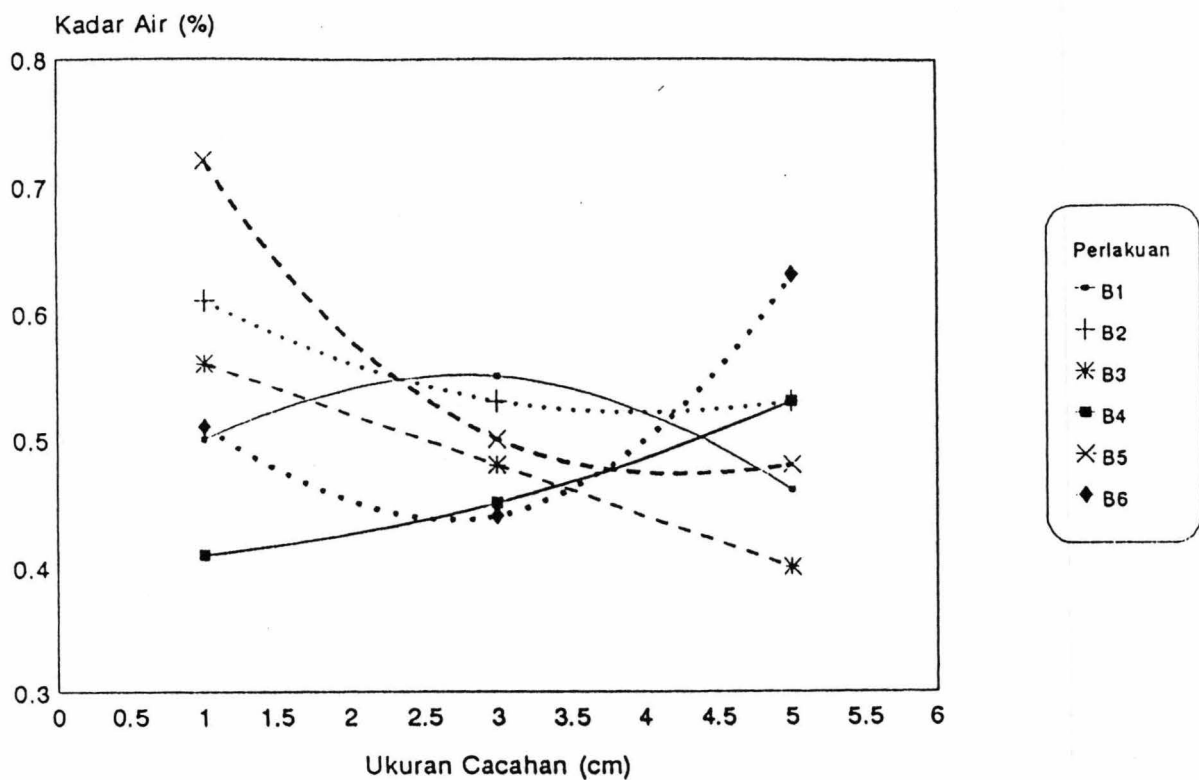
Gambar 6.1. Hubungan antara jumlah bintil akar dengan berat bintil akar tanaman turi



Gambar 6.2. Hubungan antara berat bintil akar dengan kandungan nitrogen tanaman turi.

### 6.1.2. Percobaan Dekomposisi bahan organik turi (seresah)

Campuran daun dan ranting turi merah menghasilkan nilai kadar air lebih tinggi dibanding perlakuan lain, sedangkan semakin besar ukuran cacahan tanaman turi akan meningkatkan kadar air. Perbedaan kadar air yang terdapat dalam bahan seresah yang diamati menunjukkan bahwa bahan campuran menyerap air lebih besar dibanding bahan seresah dari daun turi sehingga menghasilkan kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan macam bahan lainnya. Hubungan antara ukuran cacahan dengan kadar air bahan seresah ini dapat dijelaskan pada gambar 6.3 di bawah ini.



Gambar 6.3. Hubungan ukuran cacahan dengan kadar air bahan seresah

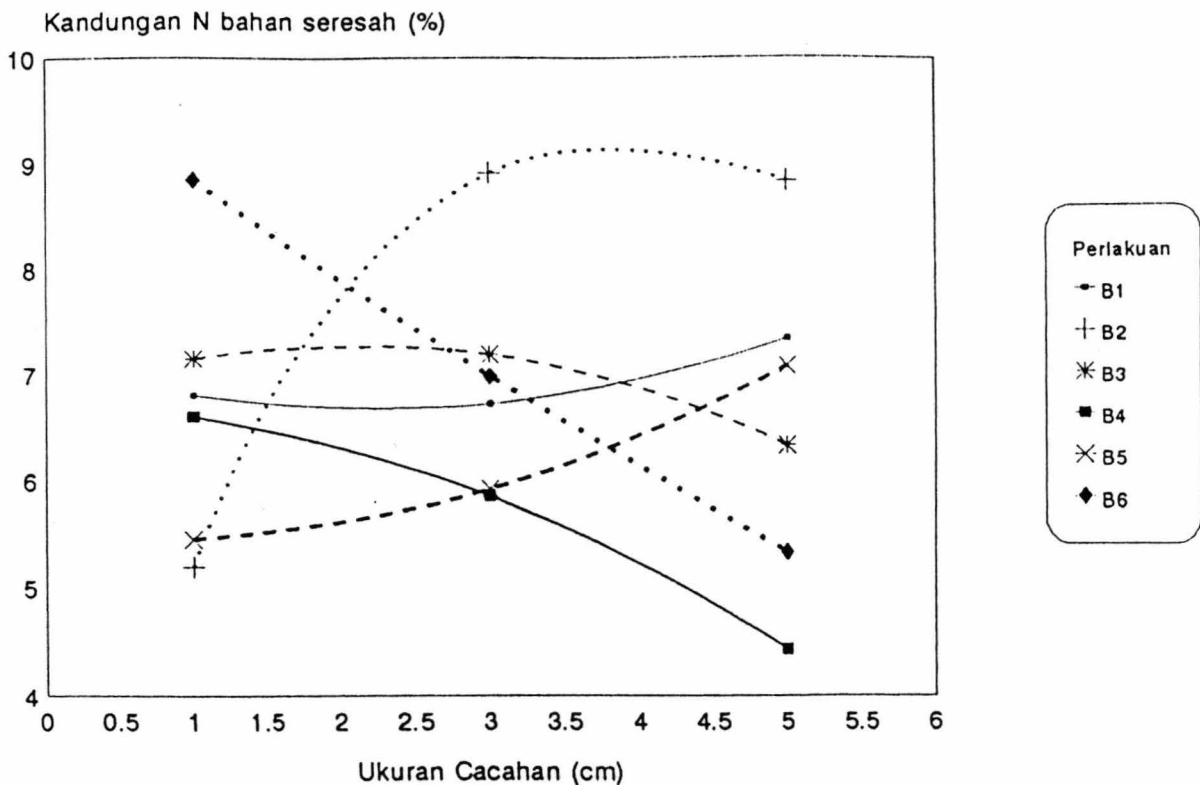
Kadar air yang rendah akan meningkatkan suhu, sehingga dapat mempercepat terjadinya proses dekomposisi. Mulyani *et.al.* (1991) mengemukakan bahwa proses dekomposisi dipengaruhi oleh kondisi suhu, kelembaban bahan dan lingkungan serta jenis bahan yang mengalami proses dekomposisi.

Daun turi putih dengan ukuran cacahan 1 cm menghasilkan kadar air rendah, hal ini disebabkan oleh proses penguapan air berjalan lebih cepat dibandingkan perlakuan yang lain. Cacahan 1 cm akan membuat permukaan daun turi lebih luas dibandingkan dengan cacahan 3 cm maupun cacahan 5 cm. Permukaan yang lebih luas mengakibatkan penguapan lebih banyak. Rata-rata kadar air bahan turi yang dicacah 1 cm adalah 47.8 % sedangkan kadar air bahan turi yang dicacah 3 cm dan 5 cm masing-masing 49.17 % dan 54 % .

Dekomposisi bahan organik yang paling sering digunakan dalam pengamatan adalah mineralisasi N dari bahan pangkasan yang diinkubasi dalam tanah. Cara ini nampaknya memberikan estimasi yang baik, tetapi seringkali dilakukan pada bahan pangkasan yang telah dikeringkan dan dicacah akan mengalami dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan bahan segar, karena meningkatnya luas permukaan bahan tanaman yang dapat diserang oleh mikroorganisme (Kachaka *et al.*, 1993).

Interaksi antara macam bahan dan ukuran dimana daun turi putih (B<sub>2</sub>) memiliki kandungan N lebih tinggi dibandingkan macam bahan lainnya. Selain bahan seresah, ternyata ukuran cacahan juga dapat mempengaruhi kandungan nitrogen bahan seresah. Hubungan ini dapat digambarkan pada gambar 6.4.

Macam bahan seresah dapat menentukan kandungan nitrogen tanaman. Daun mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dibanding bahan seresah lainnya, hal ini dapat diterangkan karena daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis, dimana fotosintesis akan berlangsung dengan baik apabila didukung oleh kandungan nitrogen, dengan demikian daun mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dari pada macam bahan lainnya.



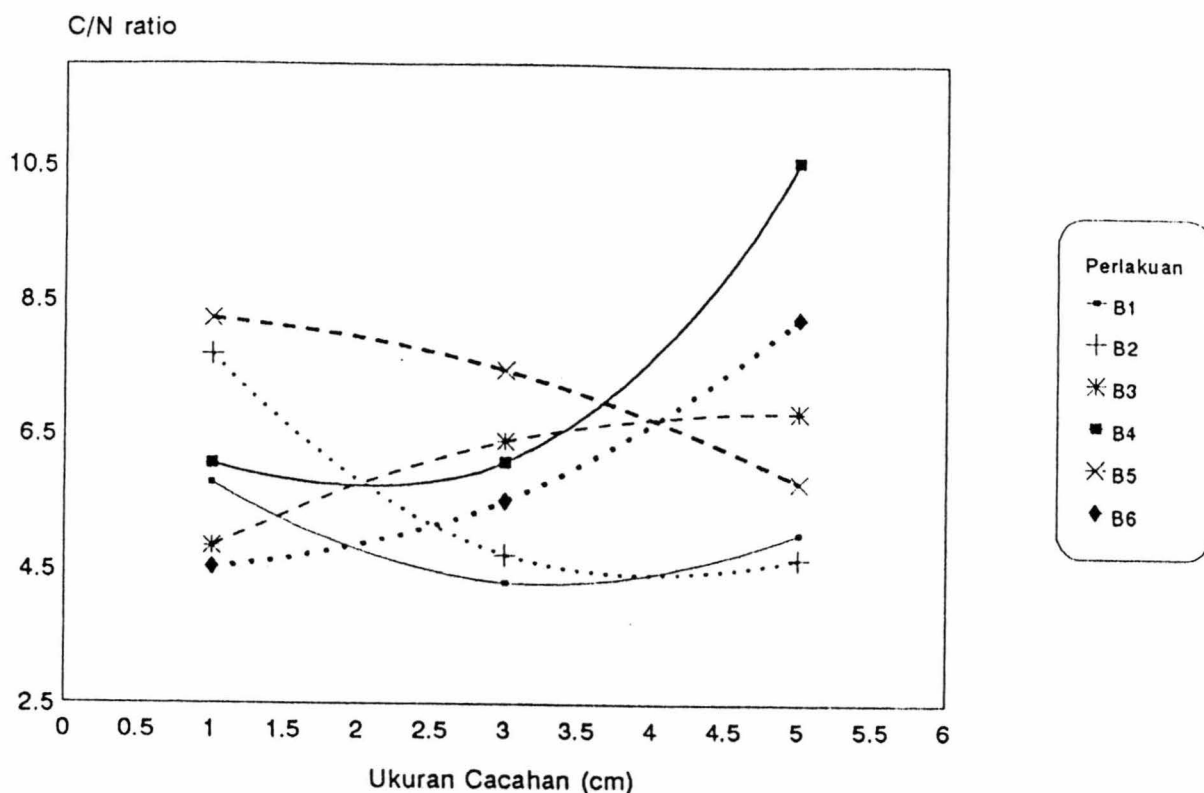
Gambar 6.4. Hubungan antara ukuran cacahan dengan kandungan nitrogen bahan seresah.

Pada kondisi tertentu, kualitas sisa tanaman menentukan kecepatan mineralisasi sisa tanaman itu sendiri. Kualitas sisa tanaman, merupakan



faktor yang kritikal dalam mempengaruhi dekomposisi dan pelepasan unsur hara (Costa *et al.*, 1990). Kandungan nitrogen yang terdapat pada sisa tanaman umumnya dinyatakan sebagai faktor penting yang mempengaruhi laju dekomposisi dan pelepasan unsur hara dari sisa tanaman (Nyamai, 1992).

C/N ratio akhir pada perlakuan daun turi merah dan daun turi putih yang dicacah 3 cm mempunyai C/N ratio rendah. Demikian pula dengan perlakuan campuran daun dan ranting turi putih dengan ukuran cacahan 1 cm. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara bahan turi dan ukuran cacahan, yang dapat dijelaskan pada gambar 6.5.



Gambar 6.5. Hubungan antara ukuran cacahan dengan C/N ratio bahan seresah.

Nitrogen merupakan kriteria yang lebih baik untuk prediksi laju dekomposisi sisa tanaman yang memiliki kandungan lignin tinggi (Camire *et al.*, 1991). Makin tinggi kandungan lignin makin lemah pengaruh kandungan N terhadap proses dekomposisi dan makin besar jumlah N yang ditahan dalam sisa tanaman selama proses dekomposisi (Berg dan Staaf, 1981).

## **6.2. Studi analisis pengembangan bintil akar turi menjadi Legin turi**

Bentuk permukaan koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah tidak beraturan, sedangkan bentuk permukaan koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih bundar. Perbedaan bentuk permukaan bakteri Rhizobium yang berasal dari turi merah dan turi putih akan menyebabkan perbedaan kecepatan tumbuh bintil akar tanaman. Jhonson (1991) mengemukakan bahwa permukaan bakteri Rhizobium pada suatu titik kontak dengan akar tanaman inang, dapat dianggap sebagai penentu proses awal pembentukan bintil akar.

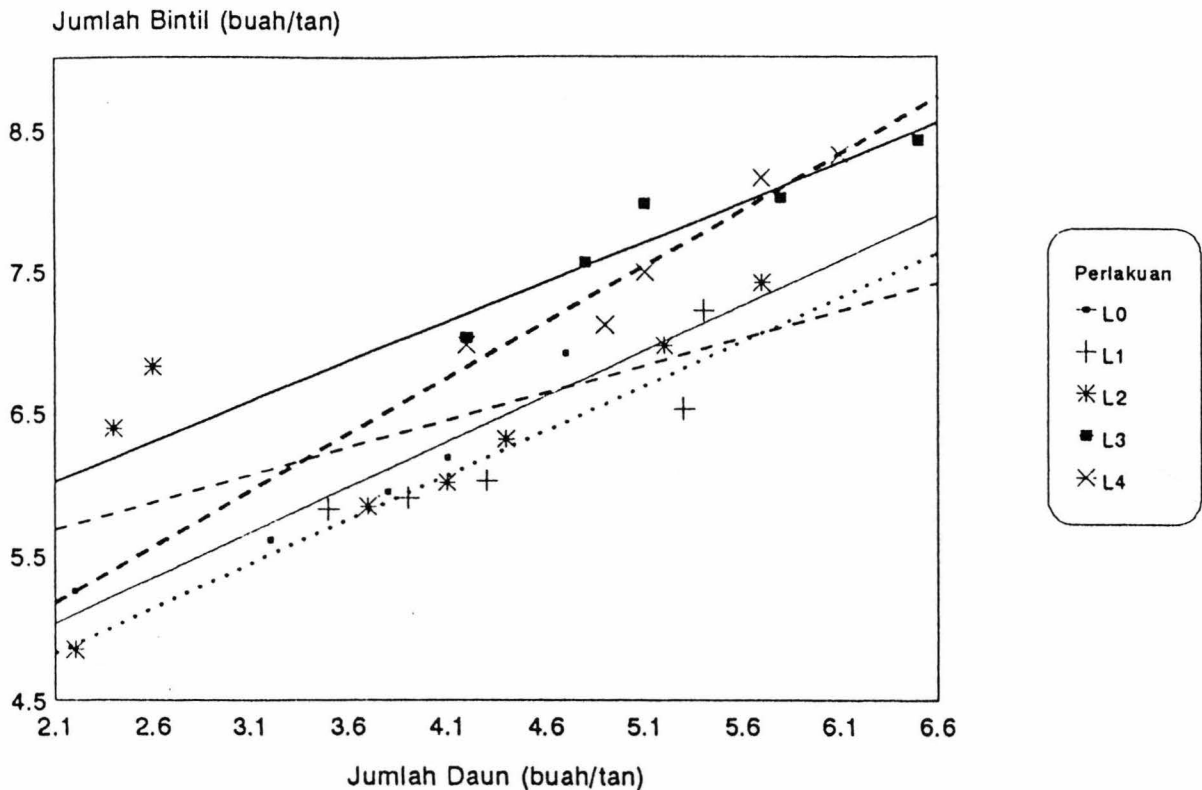
Warna koloni Rhizobium yang berasal dari turi merah agak kecoklatan, sedangkan warna koloni Rhizobium yang berasal dari turi putih adalah putih bersih dan kental. Somasegaran dan Hoben (1985) mengemukakan bahwa warna koloni bakteri Rhizobium berbeda-beda tergantung inang tempat tumbuhnya.

Sementara itu, Dwidjoseputro (1984) juga mengemukakan bahwa kebanyakan koloni bakteri itu berwarna keputihan atau kekuningan, akan

tetapi ada juga yang berwarna ke merah-merahan, coklat, jingga, biru, hijau, dan ungu.

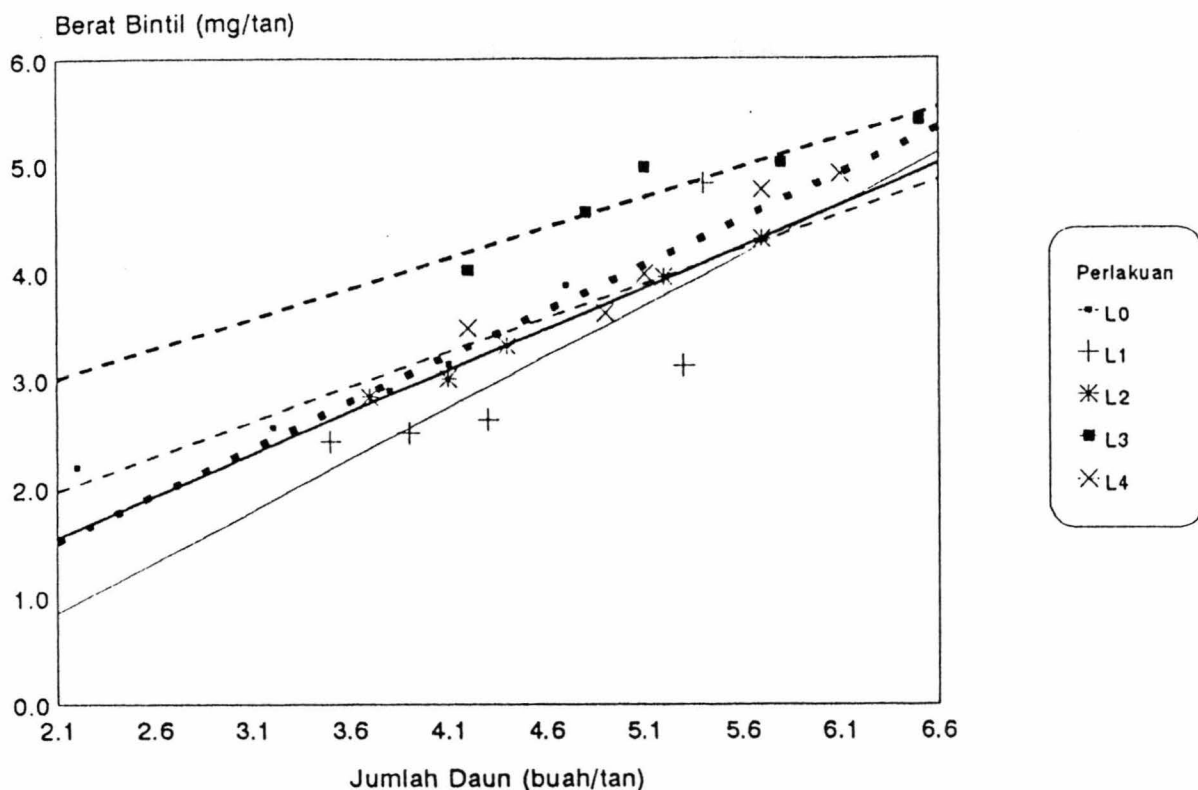
Kecepatan tumbuh koloni *Rhizobium* dari turi putih lebih cepat dibandingkan koloni *Rhizobium* yang berasal dari turi merah, sedangkan kepekatannya lebih pekat koloni *Rhizobium* dari turi merah dibandingkan dengan koloni dari *Rhizobium* turi putih. Kecepatan tumbuh koloni ditentukan oleh beberapa faktor, seperti jenis media tempat tumbuh, konsentrasi media, suhu, kelembaban. Somasegaran dan Hoben (1985) mengemukakan bahwa pertumbuhan bakteri *Rhizobium* bergantung pada potensi jenis bakteri *Rhizobium* tersebut dan faktor lingkungan, seperti jenis media, kesesuaian media dengan bakteri yang tumbuh, konsentrasi media dan suhu.

Pembuatan legin turi berasal dari isolat bakteri *Rhizobium* yang dikembangkan pada media pembawa. Legin turi L4 (isolat dari turi putih dengan media pasir, kompos dan arang) dan L3 (isolat dari turi putih dengan media gambut, kompos dan arang) meningkatkan panjang tanaman, jumlah daun, jumlah bintil akar, berat basah dan berat kering bintil akar tanaman turi yang ditanam pada tabung reaksi. Peningkatan jumlah daun dan jumlah bintil pada masing-masing perlakuan tidak sama. Dalam gambar 6.6. dijelaskan hubungan antara jumlah daun dengan jumlah bintil akar tanaman turi.



Gambar 6.6. Hubungan jumlah daun dengan jumlah bintil akar akibat pemberian beberapa jenis Legum Turi

Pemberian legum turi putih dapat meningkatkan berat basah bintil akar sebesar 39.56 % dibanding pemberian legum turi merah. Hal ini menunjukkan bahwa jenis bakteri *Rhizobium* mempunyai potensi yang tidak sama, demikian juga dengan lingkungan yang mempengaruhi. Hubungan antara jumlah daun tanaman turi dengan berat bintil akar dapat dijelaskan pada gambar 6.7.



Gambar 6.7. Hubungan jumlah daun dengan berat bintil akar akibat pemberian beberapa jenis Legum Turi.

*S. grandiflora* mempunyai ukuran bintil akar yang lebih besar dibanding *Sesbania* lainnya. Diantara *S. grandiflora*, varietas yang berbunga putih mempunyai bintil akar lebih besar dibanding yang berbunga merah. Jumlah bintil akar dan berat kering bintil akar turi juga lebih besar. Kandungan nitrogen tanaman turi juga tinggi yaitu sekitar 4.04 % pada umur 30 hst (Ghai *et al.*, 1993)

Pertumbuhan tanaman turi putih yang lebih cepat dibanding turi merah juga menyebabkan isolat yang dihasilkan lebih sedikit dan kecepatan pertumbuhannya lebih lambat. Evans (1993) juga mengatakan bahwa perkecambahan turi turi putih lebih cepat dibanding turi merah, demikian pula dengan pertumbuhannya.

### **6.3. Penelitian eksperimental (tahap 3)**

#### **6.3.1. Pengaruh tanah bekas ditanami turi terhadap kandungan nitrogen dalam tanaman dan potensi turi dalam memfiksasi nitrogen dari udara.**

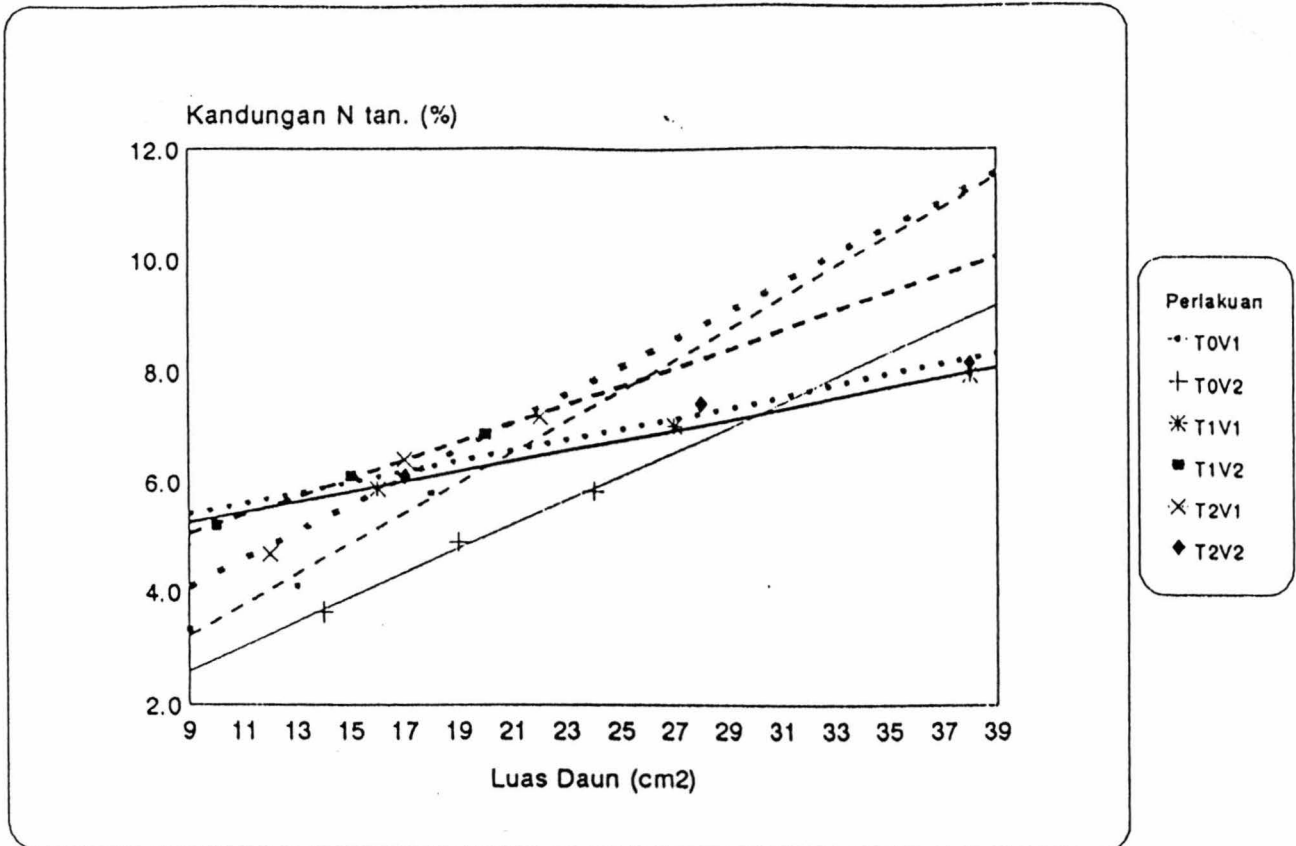
Interaksi antara perlakuan varietas turi dengan media tanah bekas ditanami turi menunjukkan pengaruh yang nyata. Penanaman turi putih pada tanah bekas ditanami turi putih ( $T_2V_2$ ) menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Demikian pula dengan kandungan nitrogen yang terdapat di dalam masing-masing tanaman turi. Lebih jelasnya hubungan luas daun dengan kandungan nitrogen tanaman dapat dijelaskan pada gambar 6.8.

Sarief (1985) menyatakan bila unsur-unsur nitrogen tersedia dalam jumlah yang cukup besar dapat mengakibatkan protein yang terbentuk lebih banyak dan daun-daun dapat tumbuh lebih besar, sehingga akan menaikkan aktifitas fotosintesis dan diduga lebarnya daun secara kasar sebanding dengan jumlah nitrogen yang diserap.

Peningkatan jumlah bintil akar diduga karena pengaruh pemakaian tanah bekas ditanami turi, sehingga *Rhizobium* yang terdapat pada tanah tersebut dapat membantu aktivitas fiksasi nitrogen dari udara. Penggunaan tanah bekas ditanami tanaman kacang-kacangan dapat meningkatkan dan mempercepat pembentukan bintil akar (Graham, 1981).

Jumlah bintil akar terbanyak terdapat pada penanaman turi merah maupun putih pada tanah bekas ditanami turi putih. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah bekas ditanami turi putih mempunyai bakteri *Rhizobium*

yang efektif sehingga dapat membantu tanaman turi merah maupun turi putih dalam proses pembentukan bintil dan jumlah bintil akar yang ada.



Gambar 6.8. Hubungan antara luas daun dengan kandungan nitrogen tanaman turi yang tumbuh pada tanah bekas ditanami turi

Berat basah bintil akar juga tinggi pada tanaman turi yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih. Pada tanah bekas ditanami turi merah, jumlah dan berat bintil akar turi merah lebih rendah dibanding yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih.

Peningkatan berat basah bintil akar pada tanaman turi yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih ini menunjukkan bahwa *Rhizobium* yang terdapat pada turi putih dapat bersimbiosis dengan tanaman turi merah,

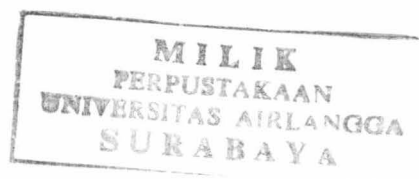
bahkan simbiosis tersebut (*Rhizobium turi* putih dengan tanaman turi merah) lebih bagus dibanding simbiosis antara tanaman turi merah dengan bakteri *Rhizobium* yang hidup pada turi merah.

Berat basah dan berat kering tanaman turi putih yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi putih dapat meningkat dibanding yang ditanam pada tanah biasa (kontrol). Demikian pula dengan berat basah dan berat kering tanaman turi merah yang ditanam pada tanah bekas ditanami turi merah menghasilkan berat yang lebih besar dibanding yang ditanam pada tanah biasa (kontrol).

Menurut Harjadi (1993), bahwa pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh penambahan berat kering dan ukuran yang tidak dapat balik. Pertumbuhan berat kering dan ukuran dari suatu organisme mencerminkan pertumbuhan protoplasma, yang terjadi karena ukuran maupun jumlah sel meningkat.

Terjadi interaksi antara penggunaan tanah bekas ditanami turi dengan varietas turi yang ditanam. Kandungan nitrogen turi merah yang ditanam pada tanah bekas turi merah dan turi putih yang ditanam pada tanah bekas turi putih meningkat dibanding kontrol. Demikian juga dengan turi merah yang ditanam pada tanah bekas turi putih.

Peningkatan jumlah bintil akar, berat bintil akar dan kandungan nitrogen tanaman turi, menunjukkan bahwa penggunaan tanah bekas ditanami turi baik turi merah maupun putih meningkatkan aktivitas *Rhizobium* baik pembentukan bintil maupun fiksasi nitrogen dari udara.





Prihandarini (1993) mendapatkan bahwa penggunaan tanah bekas ditanami kacang-kacangan dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanaman kedelai, jumlah dan berat bintil akar tanaman kedelai.

### **6.3.2. Kajian cara pemberian dan bahan hijauan tanaman turi putih (pupuk organik) untuk meningkatkan kesuburan lahan marginal (dengan menggunakan tanaman jagung sebagai tanaman indikator)**

Pemberian daun turi sebagai mulsa maupun yang dicampur dengan tanah dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung dibanding dengan kontrol dan pemberian ranting turi baik sebagai mulsa maupun yang dicampur dalam lapisan olah tanah.

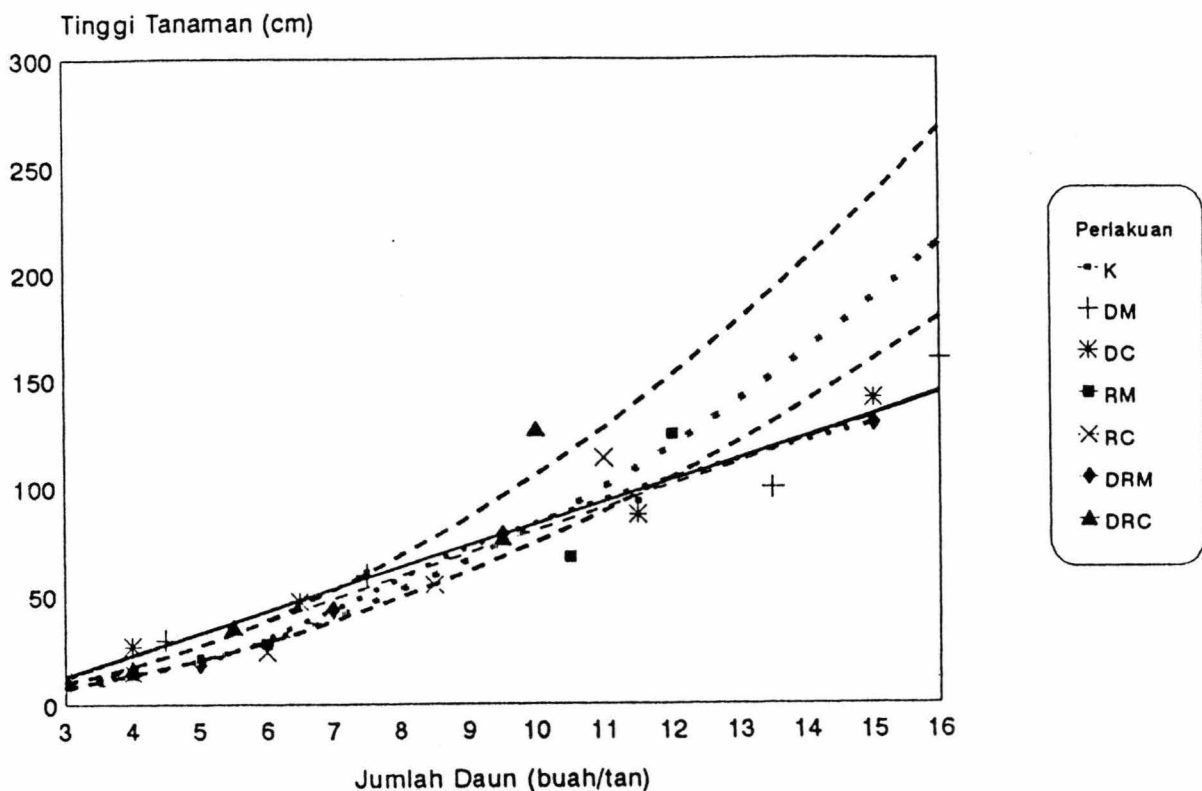
Peningkatan tinggi tanaman jagung pada pemberian mulsa daun turi ini menunjukkan potensi tanaman turi untuk digunakan sebagai pupuk organik adalah besar. Penggunaan bahan yang berbeda, antara daun dan ranting menunjukkan terjadinya perbedaan pada tinggi tanaman jagung. Hal ini menunjukkan bahwa bahan tanaman yang digunakan sebagai pupuk organik mempunyai tingkatan sebagai penyumbang bahan organik.

Salah satu alternatif sistem pertanian yang mungkin dapat diterapkan adalah penggunaan pangkasan pohon kacang-kacangan sebagai sumber unsur hara dan mulsa untuk meningkatkan kesuburan tanah, merawat kandungan air tanah, dan untuk pengendalian gulma (Kang *et al.*, 1995).

Penanaman pohon kacang-kacangan selama 8 tahun dengan sistem *Alley cropping* di Lampung dapat meningkatkan produktivitas tanah dan produksi pangan yang berkelanjutan pada Ultisol masam di Lampung Utara (Sitompul *et al.*, 1992). Pohon kacang-kacangan yang digunakan sebagai tanaman

pagar dalam sistem ini dapat menghasilkan pangkasan yang mengandung lebih dari 300 kg N/ha (Hairiah *et al.*, 1992).

Jumlah daun tanaman jagung meningkat dengan pemberian daun tanaman turi sebagai mulsa maupun dicampur pada lapisan olah tanah dibanding kontrol maupun pemberian ranting turi. Hubungan antara jumlah daun dengan tinggi tanaman jagung pada beberapa perlakuan pemberian pupuk organik dari tanaman turi dapat dijelaskan pada gambar 6.9.



Gambar 6.9. Hubungan jumlah daun dengan tinggi tanaman jagung yang diberi pupuk organik dari tanaman turi.

Pada kondisi tertentu, kualitas dan jenis sisa tanaman menentukan kecepatan dekomposisi sisa tanaman itu sendiri. Kualitas dan jenis sisa tanaman, merupakan faktor yang kritikal dalam mempengaruhi dekomposisi

dan pelepasan unsur hara. Faktor-faktor tersebut dipengaruhi juga oleh cara penempatan sisa tanaman, ditanamkan dalam tanah atau dihamparkan / dimulsakan (Costa *et al.*, 1990).

Suhu tanah mempengaruhi aktifitas jasad renik dalam tanah. Pada suhu dibawah 10°C aktifitas jasad renik akan berhenti. Aktifitas jasad renik ini berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi bahan organik. Tingkat aktifitas optimum bagi jasad hidup tanah terjadi pada suhu antara 18 - 30°C (Sarief, 1986 ; Singer dan Munns, 1987).

Diameter batang tanaman jagung dapat meningkat dengan pemberian pupuk organik dari daun turi baik sebagai mulsa maupun dicampur pada lapisan olah tanah. Pemberian campuran daun dan ranting turi sebagai mulsa maupun ditanamkan dapat meningkatkan diameter batang tanaman jagung, meskipun peningkatan tersebut tidak sebesar pada perlakuan pemberian daun turi sebagai mulsa.

Bahan yang digunakan sebagai pupuk organik menentukan kecepatan dekomposisi hal ini terbukti pada percobaan 5.1.2 dan percobaan ini (percobaan 5.3.2). Cara penempatan bahan akan mempengaruhi kelembaban tanah dan suhu tanah, yang akhirnya mempengaruhi aktifitas mikroorganisme dalam membantu proses dekomposisi.

Menurut Sarief (1986) bahwa suhu lapisan permukaan tanah mengalami perubahan selama 24 jam, sedangkan lapisan tanah olah tanah sampai kedalaman satu meter tidak banyak mengalami perubahan suhu. Perubahan suhu tanah ini tergantung pada banyaknya panas yang diterima dari matahari. Dari semua perlakuan yang diberikan ternyata pemberian bahan organik pada permukaan (sebagai mulsa) umumnya memberikan hasil

yang terbaik. Hal ini dapat dilihat pada data pengamatan yang telah diperoleh yaitu: tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, berat basah dan kering tongkol per tanaman, berat kering biji kering per tanaman.

Dilihat dari kejadian di atas menandakan bahwa proses berlangsungnya dekomposisi paling mudah terjadi pada permukaan tanah. Bila suhu di permukaan tanah mencapai angka optimum maka aktifitas mikroorganisme akan maksimum sehingga proses dekomposisinya juga cepat dan ketersediaan unsur hara menjadi cepat. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Aktifitas mikroorganisme dalam proses nitrifikasi akan optimum bila suhu tanah mencapai  $30^{\circ}\text{C}$ , jika suhu lebih dari  $40^{\circ}\text{C}$  maka aktivitas mikroorganisme dalam tanah berkurang bahkan terhenti sama sekali (Sarief, 1986; Singer dan Munns, 1987).

Suhu rata-rata permukaan tanah kedalaman 10 cm dari kantor Stasiun Klimatologi Karangploso terdapat pada lampiran 27. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses penelitian belum pernah mencapai suhu  $40^{\circ}\text{C}$  atau lebih. Foth (1994) juga mengemukakan bahwa laju kegiatan jasad renik dan penguraian bahan organik yang meningkat dengan suhu yang meningkat.

Pemberian pupuk organik dari tanaman turi terutama daun turi juga dapat meningkatkan produksi tanaman jagung melalui berat basah dan kering tongkol tanaman jagung dan berat kering biji per tanaman. Dari parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang tanaman jagung yang meningkat dengan pemberian bahan hijauan (pupuk organik) dari tanaman turi, maka dapat dikatakan pertumbuhan tanaman jagung lebih baik jika diberi pupuk organik dari tanaman turi. Peningkatan laju pertumbuhan rata-rata dapat mencapai 33.42 % .

Sedangkan parameter berat basah dan berat kering tongkol jagung dan berat biji per tanaman jagung juga meningkat dengan pemberian pupuk organik dari daun turi. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pupuk organik dari daun turi dapat meningkatkan produksi jagung 44.59 % dibanding dengan kontrol. Peningkatan laju pertumbuhan dan kenaikan hasil produksi jagung ini merupakan indikator bahwa tingkat kesuburan tanah akan meningkat dengan pemberian daun turi sebagai pupuk organik.

## BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian penelitian mulai dari observasi lapang, penelitian laboratorium hingga penelitian eksperimental, didapatkan dan ditemukan beberapa hal.

1. Varietas turi putih mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi dibanding turi merah sehingga turi putih lebih berpotensi menyumbangkan nitrogen ke lahan marginal.
2. Varietas turi putih lebih cepat terdekomposisi dibanding turi merah, sehingga lebih berpotensi menyuburkan lahan marginal.
3. Bintil akar turi putih maupun bintil akar turi merah yang efektif dapat dibuat legin turi.
4. Media pembawa campuran kompos, arang, dan gambut dengan perbandingan 1 : 1 : 1 menghasilkan legin turi yang terbaik.
5. Legin turi putih dan turi merah dapat meningkatkan jumlah dan berat bintil akar tanaman turi.
6. Tanah bekas ditanami turi putih maupun turi merah dapat meningkatkan kandungan nitrogen dalam tanaman turi putih maupun turi merah serta potensi turi dalam menambat nitrogen dari udara.
7. Daun turi putih yang diberikan sebagai mulsa dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanaman jagung dan meningkatkan kesuburan lahan marginal.

## Saran

1. Lahan marginal sebaiknya ditanami turi putih agar kandungan nitrogennya meningkat.
2. Pengembangan pupuk biologi dapat menggunakan legin turi
3. Pembuatan legin turi disarankan menggunakan media yang berasal dari campuran kompos, arang dan gambut.
4. Penggunaan pupuk organik di lahan marginal disarankan menggunakan daun turi yang diberikan sebagai mulsa.
5. Pembuatan legin turi masih perlu dikaji lebih dalam baik tentang jenis dan konsentrasi media yang digunakan dalam pembiakan isolat serta komposisi bahan media pembawa.
6. Perlu dilakukan penelitian tentang aplikasi penggunaan legin turi untuk tanaman kacang-kacangan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allison, F.E. 1973. **Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production**. Elsevier. Amsterdam. 157 p.
- Anderson, R.V.; D.C. Coleman and C.V. Cole. 1981. Effects of saprotrophic grazing on net mineralization. p.201-216. In: **Terrestrial Nitrogen Cycles : Processes, Ecosystem Strategies and Management Impacts**. (F.E. Clark and T. Rosswaal, Ed.). Ecological Bulletin. Stockholm.
- Anonimous. 1976. **Pedoman Inventarisasi Flora dan Ekosistem**. Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Kehutanan, Direktorat Perlindungan dan Pengawetan Alam. Jakarta. 216 hal.
- Anonimous. 1988. **Petunjuk Praktek Analisa Tanah. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur**. Balai Teknologi Pertanian Bedali, Lawang.
- Anonimous. 1990. **Laporan Pelaksanaan Studi Pengelolaan Tanah Dangkal dan Marginal Tahun 1988/1989**. Balai Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BTP-DAS) Solo. Surakarta.
- Anonimous. 1992. **Laporan Pelaksanaan Penelitian Pengelolaan Tanah Dangkal dan Marginal Tahun 1991/1992**. Balai Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BTP-DAS) Solo. Surakarta .
- Ayanaba and P.J. Dart. 1977. **Biological Nitrogen Fixation in Farming System of the Tropics**. John Wiley & Sons, New York. 278 p.
- Berg, B. and H.Staaf. 1981. Leaching, accumulation and release of nitrogen in decompositing forest litter p. 163-178. In: **Terrestrial Nitrogen Cycles: Processes, Ecosystem Strategies and Management Impacts**. (F.E. Clark and T. Rosswall, Ed.) Ecological Buletin Stockholm.



- Bergessen, F.J. 1980. Mechanisms Associated with The Fixation of Nitrogen in The Legume Root Nodule. p 233 - 248 In R.J. **Summerfield and A.H. Bunting, (Ed.) Advances in Legume Science.** Royal Botanic Garden, Kew, England.
- Beringer, J.E. 1983. The Rhizobium-plant interaction. p 9-18. In **Molecular Genetics at the Bacteria-Plant Interaction.** A, Puhler (Ed.) Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Brewbaker, J., James L., Jake Halliday and Judy Lyman. 1983. Nitrogen in Agriculture and Forestry. **NFTR.** 3: 152 - 157
- Brockwell, J. 1984. Environmental Interactions Influencing Innovative Practices in Legume Inoculation. **Aust. J. Agric. Res.** 37: 29 - 47.
- Camire, J. Feller, H. and Carter, J.E. 1991. Organic inputs, soil organic matter and functional soil organic compartments in low-activity clay soils in tropical zones. In. **Proceedings of an International Symposium organized by the Laboratory of Soil Fertility and Soil Biology.** International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Belgium.
- Chaturvedi, A.N. 1983. Biomass production on saline alkaline soils. **NFTR.** 1: 15-17
- Cosico, W.C. 1990. Studies on green manuring in the Philippines. Paper resented at seminar on "**The use of organic fertilizers in crop production, at Suweon, South Korea, 18-24 June 1990.** p. 5-7
- Costa, J. Akobundu, G and C.W. Agyakwa. 1990. An Analysis of Vegetation as a Resource in South-eastern In. **Soils Energy from Biomass.** Applied science publishers. London and NewYork. 289 p.
- Dart, P.J. 1974. The Infection process. **The Biological nitrogen fixation.** A **Quispel (Ed.)** North Holland, Amsterdam. 517 p.

- Dart, P.J. 1977. Infection and development of leguminous nodules. p. 343-352 **In A treatise on dinitrogen fixation**, section III. R.W.F. Hardy and W.S. Silver (Ed.) John Wiley & Sons, New York.
- Dutt.A.K., Urmila Pathania and Vijay Kumar. 1983. Growth of *Sesbania sesban* in Jammu - Tawi India. **NFTR**. 1: 22 - 24.
- Evans and Dale O. 1983. Search for seed of *Sesbania Grandiflora*. Departement of Agronomy and Soil Science, University of Hawaii. **NFTR**. 1: 43.
- Floate, M.J.S. 1981. Effects of grazing by large herbivores on nitrogen cycling in agricultural ecosystem p.585-601. **In: Terrestrial Nitrogen Cycles: Processes, Ecosystem Strategies and Management Impacts**. (F.E. Clark and T. Rosswall, Ed.) Ecological Buletin Stockholm.
- Foth. H.D. 1994. Dasar Ilmu Tanah. Erlangga. Jakarta. 386 hal.
- Ghai, S.K., Lalita Batra and D.L.N. Rao. 1993. Tree Type Sesbania Germplasm of CSSRI: **Some observations at Early Growth Stage in an Alkali Soil**. **Central Soil Research Institute**, Karnal. India. p. 25-27
- Giller, K.E. and Wilson, K.J. 1991. **Nitrogen Fixation Cropping Systems**. Departement of Microbiology. Wageningen Agricultural University. Wageningen, Netherlands. 313 p.
- Go Ban Hong. 1990. Syarat Tanah untuk Pemupukan Efektif dan Efisiensi. **Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk**. Cisarua, 12-13 November 1990. hal. 1-9
- Graham, T.L. 1981. Recognition in Rhizobium - Legume symbiosis. p.127-148. **In International review of Cytology.**, Sppl. 13, Biology of rhizobiaceae, K.L. Gilles and A.G. Atherly (eds). Academic Press, London.

- Gutteridge, R.C and Akkasaeng, R. 1993. Evaluation of Nitrogen Fixing Trees in Northeast Thailand. **NFTR**. 1: 11-13
- Habte, M. 1985. The influence of soil irradiation and mycorrhizal inoculation on nodulation and growth of *Sesbania grandiflora* var. N87. **NFTR**. 3: 42-58
- Hairiah, K. dan M. van Noordwijk. 1989. Root distribution of leguminous cover crops in the humid tropics and effects on subsequent maize crop. In J van der Heide (ed). **Nutrient Management for Food Crop Production in Tropical Farming Systems**. Proc. Symp. Malang, 19 - 24 Oct. 1987. Institute for Soil Fertility, Haren p. 157 - 169.
- Hairiah, K. 1992. Aluminium tolerance of *Mucuna*, a tropical leguminous cover crop. **thesis of PhD** on Institute for Soil Fertility Research (IB-DLO) in Haren, Netherland. 152 p
- Halliday, J. and Somasegaran, P. 1983. Nodulation, nitrogen fixation and *Rhizobium* strain affinities in the genus *Leucaena*. In: **Leucaena Research in the Asian Pasific Region**. IDRC, Ottawa. p 27 - 32.
- Handayanto, E., Nuraini, Y. and P. Purnomosidi. 1990. **A Comparison of Three Methods for Studying Decomposition Rate of Legume Residues and N Mineralization in an Ultisol Lampung**. Agriculture Faculty. Brawijaya University. Malang. 127 p.
- Hansen, E. H. and D.N. Munns. 1983. Screening of *Sesbania* species for NaCl tolerance. Departement of Land, **Air and Water Resources**, Hoagland Hall. University of California, USA. 47 p.
- Hartadi, S. dan Yutono. 1988. Pengujian Kualitas Inokulum Rhizobium. Dalam Syam, M., Ruhendi dan Widjono, A (eds.) **Risalah Penelitian Penambatan Nitrogen Secara Hayati pada Kacang-kacangan**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan LIPI. Bogor 30 - 31 Agustus 1988. hal 43 - 48.

- Haryati, U., Abdurachman, A., dan Setiani, C. 1993. Alternatif teknik konservasi tanah untuk lahan kering di DAS Jratuseluna. Dalam Abdurachman, A., Lubis, D., Prawiradipura, B.R. dan Hermawan, A. (eds). **Risalah Lokakarya Pelembagaan Penelitian dan Pengembangan sistem usahatani konservasi di lahan kering**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Salatiga 23 - 28 April 1993. hal 17 - 23.
- Haynes, R.J. 1986. The decomposition process : Mineralization, immobilization, humus formation and degradation In R.J. Haynes (eds) : **Mineral nitrogen in plant soil systems**. Physiological Ecology. A series of monograph, Text and Treatises. p. 33-41
- Hsieh, S.C and C.F. Hsieh. 1990. The User of Organic matter in Crop production. Paper presented at **Seminar on The Use of Organic Fertilizers** in Crop Production, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990. p. 72-77
- Huang, S.N. 1990. The use of organic fertilizer for agriculture production in Taiwan. Paper presented at seminar on "**The use of organic fertilizer** in crop production, at Suweon, South Korea, 18-24 June 1990. p. 52-59
- Imas, T., R.S. Hadioetomo, A.W. Gunawan dan Y. Setiadi. 1989. **Mikrobiologi Tanah II**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Perguruan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Bioteknologi. IPB. 192 hal.
- Ismail, I.G.; I. Malkadinata, and U. Gunara. 1989. Suplementasi pupuk organik dalam pengelolaan pola tanam di lahan kering ultisol. **Laporan Penelitian Pola Tanam**, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. hal. 182-192.
- Jacobs. L.W. 1990. Potential Hazards when Using Organic Materials as Fertilizers for Crop Production. Paper presented at **Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production**, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990. p. 7-14

- Jhonsons. A.W.B. 1991. Fiksasi nitrogen secara biologis, hal 235 - 271. In. Jean L. Marx (ed). *Revolusi Bioteknologi*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Jo, I.S. 1990. Effect of organic fertilizer on soil physical properties and plant growth, Paper presented at seminar on **The use of organic fertilizers in crop production**, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990. p. 15-27
- Kachaka, Vanlauwe and Mercetex. 1993. Decomposition and nitrogen mineralization of prunings of different quality. **Soil organic matter. Dynamics and Sustainability of tropical Agriculture** International Institute of Tropical Agriculture. Nigeria. p. 199 - 209.
- Kang, T.E., Habte, M. and T. Aziz. 1995. **Response of *Sisbania grandiflora* to inoculation of soil with vesicular-arbuscular mychorizal fungi**. *Appl. Environ. Microbiol.* 50 : 701 - 703.
- Karama, A.S. 1990. The Use of organic fertilizer in food crops production in Indonesia. Paper presented at seminar on **The use of organic fertilizers in crop production**, at Suweon, South Korea, 18- 4 June 1990. p. 27-37
- Kartono, G., Nurida, Supriadi, Djumali dan Hanafi. 1992. Peranan Kelembagaan dalam Alih Teknologi Usaha Konservasi di DAS Brantas. Dalam Hermawan, A., Djumali, Hardianto, R., dan Kartono, G. (eds). **Prosiding Seminar Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Konservasi di Lahan Kering DAS Jratunseluna dan Brantas**. Cipayung 10 - 11 Februari 1992. hal 25 - 44.
- KEPAS. 1988. Pendekatan Agro-ekosistem pada pola pertanian lahan kering. **Hasil penelitian di empat zone Agro-ekosistem lahan kering**. Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian dan Ford Foundation.

- Koshino, M. 1990. Present Status of Supply and Demand of Chemical Fertilizers and Organic Amendments in Japan. Paper presented at **Seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production**, at Suweon, South Korea, 18 - 24 June 1990. p. 42-49
- Mahesworo. 1989. **Tanaman pagar yang bermanfaat**. Penebar Swadaya. Jakarta. 27 hal.
- Mansyhuri, A.G. 1991. **Pengelolaan Tanaman, Tanah dan Air untuk Peningkatan Hasil Kedelai di Tanah Tegalan dan Sawah**. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang. 47 hal.
- Mulongloy, K. and I.O. Akobundu. 1985. Nitrogen uptake in lime mulch systems In B.T. Kang and Van der Heide (eds.) **Nitrogen Management in Farming Systems in Humid and Subhumid Tropics**. Proc. Symp. 23 - 26 October 1984. IITA. Ibadan, Nigeria. p. 109-127
- Nuraini, Y. 1990. Dekomposisi beberapa tanaman penutup tanah dan pengaruhnya terhadap sifat - sifat tanah serta pertumbuhan dan produksi jagung pada Ultisol Lampung. **(thesis)** Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor. 120 hal.
- Nyamai 1992. Organic Nitrogen, Phosphorus and Sulfur in Soils. **Energy from Biomass**. Applied Science Publishers. London and New York. 289 p.
- Pallo, F.J.P. 1993. Evolution of organic matter in some soils under shifting cultivation practices in Burkina Faso. In **Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture**. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Ibadan. Nigeria. p. 109 - 120.
- Park, Y.D. 1990. Utilization of organic wastes as a fertilizer in Korea. Paper presented at **seminar on The Use of Organic Fertilizers in Crop Production at Suweon**, South Korea, 18-24 June 1990. p. 82-89

- Pasaribu, S.N., Sumarno, Supriati, Saraswati, Sutjipto dan Karama. 1989. **Penelitian Inokulasi Rhizobium di Indonesia**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 257 hal.
- Paul, E.A. and Clark, F.E. 1989. **Soil Microbiology and Biochemistry**. academic Press, Inc., San Diego, California. 273 p.
- Prihandarini, R. 1993. Penyediaan air dan rhizobium pada tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) varietas wilis. **Tesis Pasca Sarjana (S-2)**. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. KPK Universitas Brawijaya. 159 hal.
- Rachman,U., Haryati, U. dan Abdurachman, A. 1991. Respon petani terhadap penanaman legume pohon/semak dalam sistem pertanaman lorong. Dalam Soelaeman *et al.* (Eds.). Risalah **Seminar Hasil penelitian Pertanian lahan kering dan konservasi tanah di Kabupaten Semarang dan Boyolali**. P3HTA. Badan Litbang Pertanian. p. 27 - 39.
- Rao, S. 1977. **Soil Microrganisms and plant growth**. Mohan Primlani (ed). Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi. 237 p.
- Rochayati, S. M. dan Adiningsih, S. 1990. **Penelitian efisiensi pupuk di lahan sawah**. **Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat**. Bogor. 167 hal.
- Roughley, R.J., 1982. Production and Control of Legumes Inoculants. pp 193 - 209. **In** Vincent, J.M (Ed). **Nitrogen Fixation in Legumes**. Academic Press, Australia.
- Sandy, I.M., 1985. Republik Indonesia, Geografi Regional. FMIPA. UI. Jakarta
- Sarief. W.T. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buanan. Bandung 182 hal.



- Sembiring, H., Thamrin, M., Farid, A., Kartono, G., Rachman, A., dan Sukmana, S. 1989. Pengaruh Bentuk Teras Bangku Terhadap Erosi dan Produktivitas Tanah Aquic Tropudalf di Srimulyo, Malang. Dalam Risalah Diskusi Ilmiah dan Hasil Penelitian . **Pertanian Lahan Kering dan Konservasi di Daerah Aliran Sungai**. Batu, Malang, 1 - 3 Maret 1989. hal 12 - 18.
- Singer, M.J. and Munns. D.N. 1987. **Soils**. Company Advision of Macmillan. Inc. USA. 327 p.
- Siswomartono, D. 1989. **Ensiklopedi Konservasi Sumberdaya**. (Terjemahan Buku Soil Conservation Society of America, 1986. Resource Conservation Glossary. Third Edition). Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sitompul, S.M. 1989. Nitrogen fixation and water stress in faba bean (*vicia faba* L.). **Thesis** submitted to the University of Adelaide for the degree of Doctor of Philosophy. Departement of Agronomy, Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide. 367 p.
- Sitompul, S.M. 1991. **Biokimia Tanaman**, Metabolisme Nitrogen. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 92 hal.
- Soeleman, Y., Setiani, C., Pramono, J. 1992. Status dan prospek pengembangan sistem usahatani konservasi lahan kering. Dalam Prosiding Seminar **Penelitian dan Pengembangan Sistem usahatani konservasi di lahan kering DAS Jratunseluna dan Brantas** Cipayung, 10 - 11 Februari 1992. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air. hal. 159 -188.
- Somasegaran, P. and Hoben, H.J. 1985. **Methods in legume - rhizobium technology**. Departement of Agronomy and Soil Science. University of Hawaii Niftal. Project and MIRCEN (Microbiological Resources Center). Hawai. 378p.



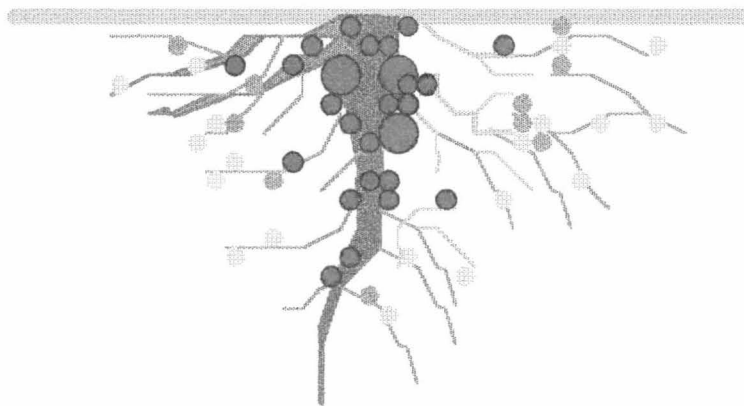
- Sparling, G.P. and Ross, D.J. 1993. Biochemical methods to estimate soil microbial biomass : Current developments and applications. **In Soil Organic Matter Dinamics and Sustainability of Tropical Agriculture**. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Ibadan. Nigeria. p. 21 - 38.
- Sudarto, Saefudin. A., dan Yusron. 1988. **Pemetaan Agro-ekosistem lahan kering contoh Wilayah Kerja Balai Penyuluh Pertanian (WKBPP)**. Kelompok Penelitian Agro-ekosistem (KEPAS). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan The Ford Foundation. Bogor. hal. 141 - 171.
- Susilawati,S., Paimin dan Kosasih, S. 1993. **Pendekatan Pengelolaan tanah dangkal dan marginal**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Proyek Penelitian dan Penyelamatan Hutan Tanah dan Air. Salatiga.
- Swift, M.J., O.W. Heal dan J.M. Anderson. 1992. **Decomposition of terrestrial ecosystems**. Blackwell, Oxford. 172p
- Syarifuddin. K., Rasyid Marzuki dan Ibrahim Manwan. 1990. Penggunaan pupuk organik pada tanaman pangan. **Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk**. Cisarua 12 - 13 November 1990. hal. 118-137
- Steenis, V.C.G.G.J. 1987. **Flora untuk sekolah Indonesia**. Pradnya Paramita. Jakarta. 217 hal.
- Swift, M.J., Kang, B.T., Mulongloy, K. and Woomer, P. 1991. Organic Management for sustainable soil fertility in tropical cropping systems. **In** Elliot, C.R., Latham, M. and Dumanski, J. (eds) **Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World**. Vol. 2 : Technical Papers. IBSRAM. Proceedings No.12. Bangkok. Thailand: IBSRAM.
- Utomo, W.H. 1989. Pengaruh cover crop pada pola tanam tanaman jagung-kedelai. **Seminar Hasil Penelitian Proyek Pengelolaan N Pada Tanah Tropika Basah**. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 78 hal.

- Utomo, W.H. and S. Setijono. 1985. Legume cover crops for red-yellow podsollic soil. In: **Nutrient Management for Food Crop Production in Tropical Farming Systems.** (J. van der Heide, ed.). FP Universitas Brawijaya Malang. p.205-208.
- Wetselaar, R., Mulyani, Hadiwahyono, Prawira, Sumantri dan A.M. Damdam. 1984. Deep Point-Placed Urea in a Flooded Soil: **Research Result in West Java.** Makalah disampaikan dalam The Workshop on Urea Deep Placement Technology. AARD-IFDC Spec. Publ. SP - Dec. p. 17-23
- Yutono, 1985. Inokulasi rhizobium pada Kedelai dalam **Kedelai.** Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hal 217 - 230.







## Lampiran 1. Cara Perhitungan Jumlah dan Berat bintil akar turi (Anonymous, 1987).

### a. Jumlah Bintil akar

Ada beberapa metode perhitungan jumlah bintil akar, hal ini tergantung dari kondisi tanaman yang diamati. Jika tanaman semusim, perhitungan jumlah bintil akar dilakukan dengan cara menghitung semua bintil yang ada, tetapi hal ini bergantung pada tujuan penelitian. Pada tanaman tahunan, jumlah bintil akar yang diamati adalah bintil akar yang efektif. Bintil akar yang efektif ukurannya relatif besar, bila dibelah terdapat cairan yang berwarna merah muda hingga merah. Letak bintil akar efektif biasanya pada akar tunggang dari tanaman tersebut. Untuk jelasnya bisa diilustrasikan sebagai berikut.



Keterangan :

-  : Akar tunggang
-  : Akar Lateral
-  : Bintil akar efektif 1
-  : Bintil akar efektif 2
-  : Bintil akar tidak efektif 1
-  : Bintil akar tidak efektif 2

### b. Berat Bintil akar

Berat bintil akar yang ditimbang adalah berat bintil yang telah dihitung jumlah bintil akarnya (a)

## Lampiran 2. Analisis tanah dan tanaman.

Pada dasarnya cara kerja analisis tanah dan tanaman, perbedaannya hanya pada persiapan sampelnya saja. Jika analisis tanah, sampel yang digunakan dioven hingga kering pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$ , sedangkan sampel tanaman hanya dioven pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ .

### 2.1. Analisis kandungan nitrogen tanaman (*Kjeldahl*), (Anonymous, 1988)

Cara Kerja :

Ada tiga tingkatan yaitu distruksi, distilasi dan titrasi.

#### 1. Distruksi (untuk melepas ikatan-ikatan yang mengandung N)

- (a) 0,5 gram contoh tanaman ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 25 ml
- (b) ditambah 1,9 gram campuran Se,  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- (c) kemudian ditambah 5 - 6 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pa
- (d) kemudian digoyangkan perlahan-lahan agar semua terbasahi oleh  $\text{H}_2\text{SO}_4$  secara merata, ditambah 5 tetes parafin.
- (e) dipanaskan/distruksi dalam kamar asap dengan api kecil, kemudian secara perlahan-lahan api diperbesar sampai cairan itu jernih atau putih kehijau-hijauan dan dinginkan

#### 2. Distilasi

- (f) Setelah (e), ditambah air sebanyak kira-kira 50 ml, kemudian digoyangkan dengan mesin pengocok hingga bercampur kemudian dipindahkan isi labu ke dalam labu distilasi, dengan memperhatikan bahan cairan tidak melebihi setengah dari isi labu
- (g) kemudian ditambahkan 5 ml  $\text{NaOH}$  50%

- (h) distilasi dimulai, hasilnya ditampung dalam erlenmeyer 125 ml yang telah berisi campuran 10 ml  $H_3BO_3$  4% dan 5 tetes indikator Conway. Isi distilat kira-kira 100 ml

### 3. Titrasi

- (i) distilat dititrasi dengan HCl yang telah dibakukan sampai terjadi perubahan warna dari hijau ke merah muda  
 (j) dilakukan juga penetapan blanko

Perhitungan :

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{\text{isi HCl (contoh blanko)} \times N \text{ HCl} \times 14 \times 100}{\text{bobot tanaman (mg)}}$$

### 2.2. Analisis kandungan bahan organik dalam tanah (Anonymous, 1988)

Cara Kerja :

- (a) tanah ditimbang sebanyak 1 gram, dan dimasukkan dalam erlenmeyer  
 (b) ditambah 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  1 N, digoyangkan sampai merata  
 (c) ditambah 10 ml  $H_2SO_4$  pa., dibiarkan dingin selama 20 menit  
 (d) ditambah 5 ml  $H_3PO_4$ , 1 ml defnilamin hingga volume larutan menjadi 50 ml  
 (e) larutan tersebut diambil sebanyak 5 ml, dimasukkan dalam erlenmeyer 50 ml kemudian ditambah 15 ml air bebas ion  
 (f) membuat blanko, caranya seperti di atas hanya tanpa tanah  
 (g) larutan blanko dititrasi dengan larutan ferro sulfat 1 N terlebih dahulu, baru kemudian larutan sampel

Perhitungan :

Dalam penetapan kadar organik (C) metode Walkley dan Black (metode volumetrics). Nilainya 77 % kebenarannya, dihitung dengan metode pembakaran yang nilainya 100 % kebenarannya :

Analisisnya disebut analisis quantitative volumetrics acidimetrics.

Rumus kadar organik (C)

% B.O tanah : (C) 100/58 %

% C : (B - A). N Ferro sulfat. 3 x 100/77

Dimana : B = mgrek blanko

A = mgrek Baku/sampel

$$100/77 = \frac{\text{(C) dari Walkey \& Black}}{\text{(C) dari Demstedt}}$$

3 = dari 1 ml 1N  $K_2Cr_2O_7$  = 3 mg C

100/58 = dari rata-rata C dalam B.O 58 %

Pembuatan Bahan :

(a)  $K_2Cr_2O_7$  1 N :

menimbang 49.54 gram  $K_2Cr_2O_7$ , kemudian dilarutkan dalam air bebas ion dan diencerkan hingga 1000 ml

(b) penunjukan definilamin :

menimbang 0.5 gram definilamin dan dilarutkan dalam 20 ml air bebas ion dan ditambahkan 100 ml  $H_2SO_4$  pa.

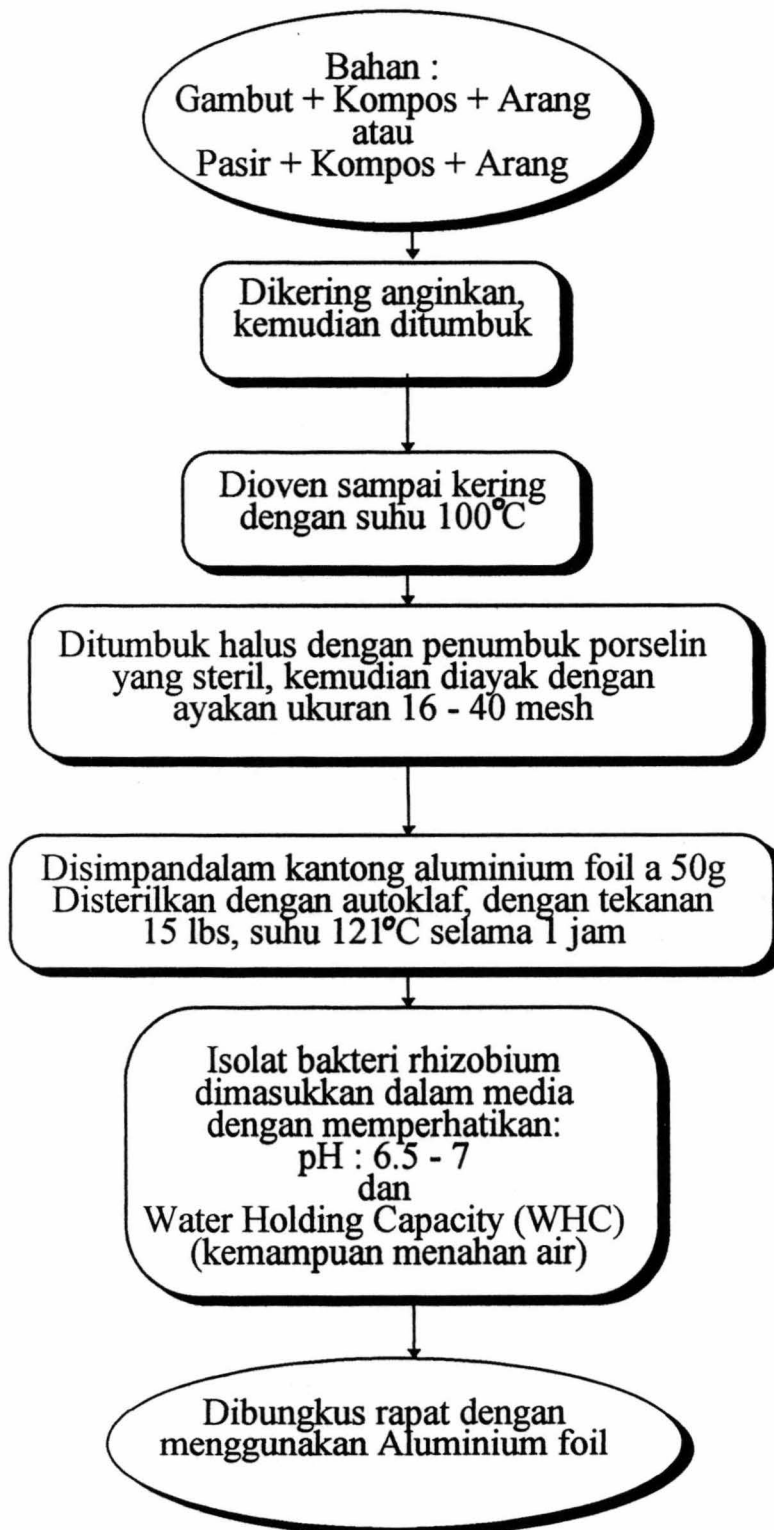
(c) larutan ferro sulfat 1 N :

menimbang 278 gram Fe, dilarutkan dalam 800 ml air bebas ion yang mengandung 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pa., kemudian diencerkan hingga 1000 ml.

**Lampiran 3. Sifat sifat rhizobium (Somasegaran, 1985)**

	Uji	Karakteristik	Kontra indikasi
A.	Morfologi dan Pewarnaan	Bentuk tongkat pendek - medium biasanya 1 - 3 $\mu\text{m}$ , muda, sering dijumpai butir butir polimer dari hidroksi butirat. Tanpa endospora Gram negatif	Kokus, bentuk batang yang panjang, bentuk rantai panjang, berendospora, Gram positif
B.	Pembiakan		
	(1) Tumbuh pada agar ragi Mannitol pada 25 - 28 C	Terbatas pertumbuhan selama 24 jam pertumbuhan cukup banyak setelah 3 - 5 hari, tidak berwarna atau putih, berlendir : <i>Rhizobium trifolii</i> , <i>R. leguminosarum</i> , <i>R. phaseoli</i> <i>R. meliloti</i> dan beberapa rhizobium kacang hijau. Sedikit pertumbuhan setelah 5 hari, sedikit sampai sedang pertumbuhan setelah 10 hari, tidak berwarna, putih atau kadang-kadang pink, sedikit berlendir : <i>R. lupini</i> , <i>R. japonicum</i> , <i>Lotus rhizobium</i> , rhizobium kacang hijau, <i>R. bainesti</i> (berwarna pink)	Tumbuh baik setelah 1 - 2 hari, warna selain dari putih
	(2) Pertumbuhan Agar pada Merah Kongo Ragi Mannitol pada 26 - 28 C	Biasanya koloni <i>Rhizobium</i> menyerap sedikit sekali warna ini. Dengan demikian koloni tetap tidak berwarna atau sedikit pink ( <i>Rhizobium meliloti</i> )	Menyerap cukup banyak zat warna
	(3) Pertumbuhan dan perubahan pH pada Agar gluko pepton, setelah 2 hari pada 30 °C	Pertumbuhan <i>Rhizobium</i> sangat terbatas dan hanya sedikit perubahan pH	Tumbuh baik dan perubahan pH cukup menyolok
	(4) Perubahan di dalam susu litmus pada 26 °C	Perubahan sedikit atau tidak ada ke arah masam atau basa, zone (serum) yang jelas kadang kadang juga terbentuk	Pertumbuhan cepat dan terjadi perubahan
C.	Kemampuan membentuk nodul	Dapat membentuk nodul dalam keadaan secara bakte teriologi terkontrol	
D.	Serologi	Aglutination baik flagella dan atau somatik dengan dengan antisera <i>Rhizobium</i> pada pengenceran 1/200 atau kurang. Perlu dicatat bahwa reaksi silang antara <i>Agrobacterium</i> dengan <i>R. meliloti</i> dapat terjadi	
E.	Sensitivitas terhadap bakteriofag	Spesifikasi dan batasan yang sama dengan D	



**Lampiran 4. Pembuatan Media Pembawa**

**Lampiran 5. Analisis tanah di lokasi penelitian.**

Sifat tanah	Lokasi penelitian				
	Bantur	Donomulyo	Dampit	Mojolangu	Karangploso
Derajat keasaman (pH)					
- H <sub>2</sub> O	7.3 N	8.1 B	6.7 N	6.5 N	6.8 N
- HCl	5.7 N	6.9 N-B	5.4 N	5.5 N	5.5 N
Bahan organik tanah					
- C organik (%)	1.12 R	0.39 SR	1.7 R	2.2 R	2.1 R
- N total (%)	0.17 R	0.07 SR	0.19 R	0.2 R	0.2 R
- C/N ratio	6.6	9.75	9	9.20	9.55
- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	11.5 R	28.00 T	12.5 R	12.0 R	11.5 R
Susunan kation tanah					
- K (me/100 gr)	1.32 T	1.78 T	1.45 T	0.91 S	0.98 S
- Ca (me/100 gr)	5.75 S	9.6 T	3.25 R	3.45 R	3.35 R
- Na (me/100 gr)	0.12 T	0.10 T	0.17 T	0.15 T	0.16 T
- KTK (me/100 gr)	22.5 T	23.50 T	23.75 T	21.85 T	22.37 T
Bentuk lahan	gelombang	gelombang	gelombang	datar	datar
Tinggi Tempat (m dpl)	200-300	300-500	300-500	400-500	500-700

A : Asam  
 N : Netral  
 B : Basa  
 R : Rendah  
 S : Sedang  
 T : Tinggi  
 SR: Sangat Rendah

**Lampiran 5a. Kriteria Penilaian Sifat-sifat Kimia Tanah (Staf Pusat Penelitian Tanah, 1983)**

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	< 1.00	1.00 - 2.00	2.01 - 3.00	3.01 - 5.00	> 5.00
N (%)	< 0.10	0.10 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.75	> 0.75
C/N	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100 g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray 1 (ppm)	< 10	10 - 15	16 - 25	26 - 35	> 35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	< 10	10 - 25	26 - 45	46 - 60	> 60
K <sub>2</sub> O HCl 25 % (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40
Susunan Kation					
K (me/100 g)	< 0.1	0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	0.6 - 1.0	> 1.0
Na (me/100 g)	< 0.1	0.1 - 0.3	0.4 - 0.7	0.8 - 1.0	> 1.0
Mg (me/100 g)	< 0.4	0.4 - 1.0	1.1 - 2.0	2.1 - 8.0	> 8.0
Ca (me/100 g)	< 2.0	2 - 5	6 - 10	11 - 20	> 20
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20 - 35	36 - 50	51 - 70	> 70
Kejenuhan Aluminium (%)	< 10	10 - 20	21 - 30	31 - 60	> 60

	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H <sub>2</sub> O	< 4.5	4.5 - 5.5	5.6 - 6.5	6.6 - 7.5	7.6 - 8.5	> 8.5

### Lampiran 5b. Padanan Nama Tanah

No	DUDAL Suprptocharjo (1957-1961)	MODIFIKASI (1978-1982)	FAO / UNESCO (1974)	USDA - SOIL TAXONOMY (1975)
1.	Aluvial	Aluvial	Fluvisol	Entisol
2.	Andosol Brown Podsolik	Andosol	Andosol	Inceptisol
3.	Brown Forest Soil	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
4.	Grumusol	Grumusol	Vertisol	Vertisol
5.	Latosol	Kambisol Latosol	Cambisol Nitosol	Inceptisol Ultisol
6.	Litosol	Lateritik Litosol	Ferralsol Lithosol	Oxisol Entisol (Lithic S-S)
7.	Mediteran	Mediteran	Luvisol	Alfisol /Inceptisol
8.	Organosol	Organosol	Histosol	Histosol
9.	Podsol	Podsol	Podsol	Spodosol
10.	Podsolik Merah Kuning	Podsolik	Acrisol	Ultisol
11.	Podsolik Coklat	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
12.	Podsolik Coklat Kekelabuan	Podsolik	Acrisol	Ultisol
13.	Regosol	Regosol	Regosol	Entisol
14.	Renzina	Renzina	Renzina	Rendol
15.	Renzina	Ranker	Ranker	
16.	Berglei Glei Humus Glei Humus Rendah Hidromorf Kelabu Aluvial Hidromorf	Gleisol Gleisol Humik Gleisol Podsolik Gleik Gleisol Hidrin	Acrisol Gleik	
17.	Planosol	Planosol Arenosol	Planosol	Aqualf S.O.

### Lampiran 6. Analisis Ragam Kadar Air Pengamatan 1

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0.317	0.018	2.32*	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	0.034	0.017	2.09	3.26	5.25
Bahan (B)	5	0.072	0.014	1.81	2.48	3.58
U X B	10	0.211	0.021	2.63*	2.10	2.86
Galat	36	0.289	0.008			
Total	53	0.606				

### Pengamatan 2

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0.290	0.017	2.36*	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	0.014	0.007	1.00	3.26	5.25
Bahan (B)	5	0.029	0.006	0.86	2.48	3.58
U X B	10	0.247	0.025	3.42*	2.10	2.86
Galat	36	0.260	0.007			
Total	53	0.550				

### Pengamatan 3

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0.026	0.002	1.01	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	0.008	0.004	2.79	3.26	5.25
Bahan (B)	5	0.005	0.001	0.50	2.48	3.58
U X B	10	0.013	0.001	0.50	2.10	2.86
Galat	36	0.054	0.002			
Total	53	0.080				

### Lampiran 7. Analisis Ragam Kandungan Nitrogen Awal

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	46.289	2.723	9.554**	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	1.164	0.582	2.042	3.26	5.25
Bahan (B)	5	24.035	4.807	16.867*	2.48	3.58
U X B	10	21.091	2.109	7.400*	2.10	2.86
Galat	36	10.289	0.285			
Total	53	56.578				

### Akhir (3 msp)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	84.966	2.723	6.024**	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	2.825	1.412	9.761**	3.26	5.25
Bahan (B)	5	24.348	4.867	10.768**	2.48	3.58
U X B	10	56.793	5.679	12.564**	2.10	2.86
Galat	36	16.279	0.452			
Total	53	101.245				

### Lampiran 8. Analisis Ragam Kandungan C Awal

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	391.732	23.043	6.89**	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	29.350	14.647	4.38*	3.26	5.25
Bahan (B)	5	189.696	37.939	11.34**	2.48	3.58
U X B	10	172.689	17.269	5.16**	2.10	2.86
Galat	36	120.367	3.344			
Total	53	512.099				

### Akhir (3 msp)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	558.237	32.837	5.79**	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	38.808	19.404	3.42*	3.26	5.25
Bahan (B)	5	552.917	10.053	1.77*	2.48	3.58
U X B	10	166.512	16.651	2.94*	2.10	2.86
Galat	36	204.138	5.671			
Total	53	762.375				

**Lampiran 9. Analisis Ragam C/N ratio****Awal**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	222.593	13.094	2.92**	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	36.593	18.296	4.08*	3.26	5.25
Bahan (B)	5	83.926	16.782	6.42**	2.48	3.58
U X B	10	102.074	10.207	2.28*	2.10	2.86
Galat	36	161.333	4.481			
Total	53	383.926				

**Akhir (3 msp)**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	316.315	18.607	2.11*	1.93	2.54
Ukuran (U)	2	28.259	14.129	3.57*	3.26	5.25
Bahan (B)	5	99.870	19.974	5.04*	2.48	3.58
U X B	10	88.185	8.819	2.23*	2.10	2.86
Galat	36	142.666				
Total	53	458.981				

**Lampiran 10. Analisis Ragam Panjang Tanaman Turi****15 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	17.620	2.517	4.429**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	5.587	5.587	9.836**	4.49	8.58
Legin (L)	3	8.961	2.987	5.259**	3.24	5.29
V X L	3	3.073	1.024	1.802	3.24	5.29
Galat	16	9.094	0.568			
Total	23	26.714				

**18 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	17.620	2.517	4.325**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	2.884	2.884	4.955*	4.49	8.58
Legin (L)	3	12.959	4.319	7.421**	3.24	5.29
V X L	3	0.042	0.014	0.024	3.24	5.29
Galat	16	9.309	0.582			
Total	23	25.195				

**21 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	16.704	2.386	6.329**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	5.714	5.714	15.156**	4.49	8.58
Legin (L)	3	10.485	3.495	9.270**	3.24	5.29
V X L	3	0.505	0.168	0.447	3.24	5.29
Galat	16	6.032	0.377			
Total	23	22.737				

**24 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	18.27	2.61	4.75**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	2.78	2.78	5.06*	4.49	8.58
Legin (L)	3	11.87	3.96	7.21**	3.24	5.29
V X L	3	3.62	1.21	2.19	3.24	5.29
Galat	16	8.79	0.549			
Total	23	27.06				

**27 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	23.27	3.32	4.20**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	5.37	5.37	6.80*	4.49	8.58
Legin (L)	3	12.83	4.28	5.41**	3.24	5.29
V X L	3	5.07	1.69	2.14	3.24	5.29
Galat	16	12.57	0.79			
Total	23	35.84				



**Lampiran 11. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Turi****15 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	9.87	1.41	5.22**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	1.37	1.37	5.07*	4.49	8.58
Legin (L)	3	6.45	2.15	7.96**	3.24	5.29
V X L	3	2.05	0.68	2.51	3.24	5.29
Galat	16	4.32	0.27			
Total	23					

**18 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	12.37	1.77	4.31**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	1.59	1.59	3.88	4.49	8.58
Legin (L)	3	8.42	2.81	6.85**	3.24	5.29
V X L	3	2.36	0.79	1.92	3.24	5.29
Galat	16	6.57	0.41			
Total	23					

**21 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	11.406	1.663	4.085**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	0.003	0.003	0.007	4.49	8.58
Legin (L)	3	10.507	3.502	8.780**	3.24	5.29
V X L	3	0.898	0.299	0.750	3.24	5.29
Galat	16	9.094	0.399			
Total	23	17.791				

**24 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	12.174	1.739	2.800*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	0.490	0.490	0.789	4.49	8.58
Legin (L)	3	8.348	2.782	4.479*	3.24	5.29
V X L	3	2.335	0.778	1.253	3.24	5.29
Galat	16	9.941	0.621			
Total	23	22.115				

**27 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	17.346	2.478	6.409***	2.66	4.03
V	1	1.421	1.421	3.672	4.49	8.58
L	3	15.742	5.247	13.571***	3.24	5.29
V X L	3	0.183	0.061	0.158	3.24	5.29
Galat	16	6.186	0.387			
Total	23	23.533				

**Lampiran 12. Analisis Ragam Jumlah Bintil Akar Turi****15 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	13.759	1.966	4.003*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	1.555	1.555	3.167	4.49	8.58
Legin (L)	3	5.923	1.974	4.021*	3.24	5.29
V X L	3	6.281	2.094	4.264*	3.24	5.29
Galat	16	7.846	0.491			
Total	23	21.605				

**18 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	19.97	2.85	3.14*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	4.67	4.67	5.13*	4.49	8.58
Legin (L)	3	11.42	3.81	4.18*	3.24	5.29
V X L	3	3.88	1.29	1.42	3.24	5.29
Galat	16	14.63	0.91			
Total	23					

**21 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	19.568	2.795	3.566*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	3.987	3.987	5.085*	4.49	8.58
Legin (L)	3	9.875	3.292	4.199*	3.24	5.29
V X L	3	5.706	1.902	2.426	3.24	5.29
Galat	16	12.548	0.784			
Total	23	32.116				

**24 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	22.84	3.26	2.94*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	3.97	3.97	3.58	4.49	8.58
Legin (L)	3	13.67	4.56	4.11*	3.24	5.29
V X L	3	5.20	1.73	1.56	3.24	5.29
Galat	16	17.69	1.11			
Total	23					

**27 hst**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	12.398	1.771	4.46**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	1.953	1.953	4.919*	4.49	8.58
Legin (L)	3	8.957	2.986	7.521**	3.24	5.29
V X L	3	1.488	0.496	1.249	3.24	5.29
Galat	16	6.352	0.397			
Total	23					

**Lampiran 13. Analisis Ragam Berat Bintil Akar Turi****15 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	41.625	5.946	6.250**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	2.042	2.042	2.130	4.49	8.58
Legin (L)	3	38.792	12.950	13.493**	3.24	5.29
V X L	3	0.792	0.264	0.275	3.24	5.29
Galat	16	15.333	0.958			
Total	23	56.333				

**18 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	39.56	5.65	3.31*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	6.13	6.13	3.58	4.49	8.58
Legin (L)	3	19.37	6.46	3.78*	3.24	5.29
V X L	3	14.06	4.69	2.74	3.24	5.29
Galat	16	27.38	1.71			
Total	23					

**21 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	40.666	5.809	8.202**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	1.500	1.500	2.118	4.49	8.58
Legin (L)	3	37.333	12.444	17.569*	3.24	5.29
V X L	3	1.833	0.611	0.863	3.24	5.29
Galat	16	11.333	0.703			
Total	23	52.000				

**24 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	57.89	8.27	3.46*	2.66	4.03
Varietas (V)	1	11.23	11.23	4.70*	4.49	8.58
Legin (L)	3	28.79	9.60	4.02*	3.24	5.29
V X L	3	17.87	5.96	2.49	3.24	5.29
Galat	16	38.22	2.39			
Total	23					

**27 hst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	55.167	7.881	5.114**	2.66	4.03
Varietas (V)	1	0.667	0.667	0.432	4.49	8.58
Legin (L)	3	52.167	17.389	11.279**	3.24	5.29
V X L	3	2.333	0.778	0.505	3.24	5.29
Galat	16	24.667	1.542			
Total	23	79.833				

**Lampiran 14. Analisis Tinggi Tanaman****3 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	208.331	41.666	4.106*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	1.868	1.868	0.184	4.75	9.33
Varietas (V)	2	56.921	28.460	2.805	3.88	6.93
T x V	2	119.541	59.770	5.889*	3.88	6.93
Galat	12	121.776	10.148			
Total	17	330.104				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	257.166	51.433	5.723**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	44.500	44.500	4.952*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	2.333	1.167	0.129	3.88	6.93
T X V	2	100.333	50.167	5.583*	3.88	6.93
Galat	12	107.837	8.986			
Total	17	12.169				

**7 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	54609.77	10921.95	4.507*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	10760.22	10760.22	4.441	4.75	9.33
Varietas (V)	2	13264.77	6632.38	2.737	3.88	6.93
T X V	2	40584.77	20292.38	8.374**	3.88	6.93
Galat	12	29078.00	2423.16			
Total	17	83687.77				

**Lampiran 15. Analisis Jumlah daun****3 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	14.384	2.876	2.56	3.11	5.06
Tanah (T)	1	3.820	5.490	5.49*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	4.621	2.310	2.06	3.88	6.93
T X V	2	5.843	7.921	3.87**	3.88	6.93
Galat	12	13.486	1.123			
Total	17	27.871				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	417.942	83.588	7.44**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	103.388	103.388	7.89*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	124.777	62.388	3.21	3.88	6.93
T X V	2	189.777	64.388	5.43*	3.88	6.93
Galat	12	138.666	11.222			
Total	17	556.608				

**7 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	1147.166	229.433	3.61*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	76.055	76.055	1.20	4.75	9.33
Varietas (V)	2	725.333	362.667	6.77*	3.88	6.93
T X V	2	345.777	172.888	3.93*	3.88	6.93
Galat	12	663.333	53.611			
Total	17	1810.499				

**Lampiran 16. Analisis Luas Daun****3 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	263.931	52.786	4.82*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	42.320	42.320	1.97	4.75	9.33
Varietas (V)	2	21.387	10.693	0.27	3.88	6.93
T X V	2	200.223	100.111	3.89*	3.88	6.93
Galat	12	272.466	28.372			
Total	17	536.397				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	155.817	31.163	3.42	3.11	5.06
Tanah (T)	1	1.280	1.280	0.17	4.75	9.33
Varietas (V)	2	84.974	42.487	5.64*	3.88	6.93
T X V	2	69.563	34.782	4.62*	3.88	6.93
Galat	12	90.340	7.528			
Total	17	246.157				

**7 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	257.177	51.435	3.69*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	56.008	56.008	4.02	4.75	9.33
Varietas (V)	2	3.201	1.600	0.04	3.88	6.93
T X V	2	197.967	68.983	4.95*	3.88	6.93
Galat	2	167.113	13.926			
Total	17	424.291				

**Lampiran 17. Analisis Ragam Jumlah bintil akar****3 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	266.769	51.353	7.86**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	77.293	77.293	9.30**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	48.004	24.002	3.04	3.88	6.93
T X V	2	141.471	70.735	8.15**	3.88	6.93
Galat	12	115.573	8.964			
Total	17	382.342				

**5 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	1.258	0.251	4.44*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.480	0.480	8.47*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.665	0.332	5.87*	3.88	6.93
T X V	2	0.113	0.056	1.00	3.88	6.93
Galat	12	0.680	0.056			
Total	17	1.939				

**7 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	3.051	0.610	3.72*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.986	0.986	6.01*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	1.874	0.937	5.71*	3.88	6.93
T X V	2	0.191	0.095	0.57	3.88	6.93
Galat	12	1.967	0.164			
Total	17					



**Lampiran 18. Analisis Ragam Berat Basah Bintil Akar****5 mst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	151.427	30.285	4.467*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	108.834	108.834	16.050**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	37.044	18.522	2.732	3.88	6.93
T X V	2	5.549	2.774	0.16	3.88	6.93
Galat	12	81.348	6.779			
Total	17	232.776				

**7 mst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	1.574	0.314	12.56**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.317	0.317	12.66**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.780	0.390	15.57**	3.88	6.93
T X V	2	0.476	0.238	9.51**	3.88	6.93
Galat	12	0.300	0.025			
Total	17	1.875				

**Lampiran 19. Analisis Ragam Berat Kering Bintil Akar****3 mst.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0.051	0.010	1.67	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.016	0.016	2.67	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.013	0.006	1.00	3.88	6.93
T X V	2	0.022	0.011	1.83	3.88	6.93
Galat	12	0.067	0.006			
Total	17	0.133				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0.092	0.018	5.40**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.036	0.036	10.62**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.043	0.021	6.30*	3.88	6.93
T X V	2	0.012	0.006	1.88	3.88	6.93
Galat	12	0.041	0.003			
Total	17	0.133				

**7 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0.215	0.043	27.93**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.088	0.088	57.11**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.058	0.029	18.92**	3.88	6.93
T X V	2	0.069	0.034	22.35**	3.88	6.93
Galat	12	0.018	0.001			
Total	17	0.234				

**11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	13.447	2.689	7.91**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	4.464	4.464	13.13**	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.056	0.028	0.08	3.88	6.93
T X V	2	8.927	4.463	13.13**	3.88	6.93
Galat	12	4.086	0.340			
Total	17	17.533				

**Lampiran 20. Analisa Ragam Berat Basah Tanaman****11 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	616.086	123.217	3.35*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	6.242	6.242	0.16	4.75	9.33
Varietas (V)	2	226.990	113.495	3.09	3.88	6.93
T X V	2	382.854	191.427	5.21*	3.88	6.93
Galat	12	441.233	36.769			
Total	17	1057.320				

**13 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	30854.907	15170.981	7.56**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	2611.717	2611.717	1.68	4.75	9.33
Varietas (V)	2	5489.728	2744.864	1.71	3.88	6.93
T X V	2	22753.461	11376.730	5.36*	3.88	6.93
Galat	12	26407.370	2167.280			
Total	17	57262.278				

**Lampiran 21. Analisis Ragam Berat Kering Turi****11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	179.789	55.957	7.30**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.005	0.005	0.06	4.75	9.33
Varietas (V)	2	78.361	37.180	5.19*	3.88	6.93
T X V	2	101.423	55.711	7.05**	3.88	6.93
Galat	12	87.460	7.288			
Total	17	227.249				

**13 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	85.928	17.185	2.64	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.020	0.020	3.07	4.75	9.33
Varietas (V)	2	14.865	7.432	1.14	3.88	6.93
T X V	2	71.042	35.521	5.46*	3.88	6.93
Galat	12	78.076	6.506			
Total	17	164.005				

**Lampiran 22. Analisis Ragam Kandungan N tan.turi****5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	0.4639	0.0927	3.42*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.1335	0.1335	4.92*	4.75	9.33
Varietas (V)	2	0.0922	0.0461	1.70	3.88	6.93
T X V	2	0.2382	0.1191	4.39*	3.88	6.93
Galat	12	0.3253	0.0271			
Total	17	0.7892				

**7 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	4.328	0.866	4.84*	3.11	5.06
Tanah (T)	1	0.306	0.306	1.71	4.75	9.33
Varietas (V)	2	2.875	1.438	8.03**	3.88	6.93
T X V	2	1.147	0.574	3.20	3.88	6.93
Galat	12	2.154	0.179			
Total	17					

**11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	9.893	1.979	5.19**	3.11	5.06
Tanah (T)	1	1.967	1.967	4.64	4.75	9.33
Varietas (V)	2	3.872	1.936	5.08*	3.88	6.93
T X V	2	4.054	2.027	5.32*	3.88	6.93
Galat	12	4.578	0.381			
Total	17	14.471				

**Lampiran 23. Analisis Ragam tinggi tanaman jagung****3 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	1010.96	505.48	1.96	3.88	6.93
Perlakuan	6	4864.89	810.82	3.14*	3.00	4.82
Galat	12	3102.92	258.58			
Total	20	8982.77				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	150.00	79.00	0.35	3.88	6.93
Perlakuan	6	1333.33	2222.22	9.87**	3.00	4.82
Galat	12	2701.83	225.15			
Total	20	16035.17				

**7 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	1434.13	717.06	2.17	3.88	6.93
Perlakuan	6	17583.24	2930.54	8.86**	3.00	4.82
Galat	12	3970.20	330.85			
Total	20	22987.57				

**9 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	823.41	411.70	0.82	3.88	6.93
Perlakuan	6	18795.63	3132.60	6.23**	3.00	4.82
Galat	12	6030.26	502.52			
Total	20	25649.30				

**11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	1026.50	513.25	1.07	3.88	6.93
Perlakuan	6	15746.50	2664.42	5.46**	3.00	4.82
Galat	12	5772.67	481.06			
Total	20	22545.67				

**Lampiran 24. Analisis Ragam jumlah daun jagung****3 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0.13	0.06	0.18	3.88	6.93
Perlakuan	6	6.85	1.14	3.14*	3.00	4.82
Galat	12	4.37	0.36			
Total	20	11.35				

**5 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	3.74	1.87	3.47	3.88	6.93
Perlakuan	6	10.74	1.79	3.31*	3.00	4.82
Galat	12	6.43	0.54			
Total	20	20.91				

**7 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0.13	0.06	0.18	3.88	6.93
Perlakuan	6	6.85	1.14	3.14*	3.00	4.82
Galat	12	4.37	0.36			
Total	20	11.35				

**9 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	14.60	7.30	2.71	3.88	6.93
Perlakuan	6	93.28	15.55	5.78**	3.00	4.82
Galat	12	32.30	2.69			
Total	20	140.18				

**11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	12.87	6.44	2.17	3.88	6.93
Perlakuan	6	72.53	12.09	4.07*	3.00	4.82
Galat	12	35.68	2.97			
Total	20					

**Lampiran 25. Analisis Ragam diameter batang jagung****3 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	43.98	21.99	1.78	3.88	6.93
Perlakuan	6	287.40	44.57	3.60*	3.00	4.82
Galat	12	148.39	12.37			
Total	20	415.80				

**5 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	54.94	27.47	3.29	3.88	6.93
Perlakuan	6	165.45	27.58	3.31*	3.00	4.82
Galat	12	100.05	8.34			
Total	20	320.44				

**7 MST**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	45.47	22.73	3.80	3.88	6.93
Perlakuan	6	206.68	34.45	5.75**	3.00	4.82
Galat	12	71.89	5.99			
Total	20	324.03				

**9 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	39.25	19.63	3.12	3.88	6.93
Perlakuan	6	121.47	20.24	3.22*	3.00	4.82
Galat	12	75.43	6.29			
Total	20	236.15				

**11 MST.**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	36.57	18.285	3.08	3.88	6.93
Perlakuan	6	137.49	22.915	3.86*	3.00	4.82
Galat	12	71.23	5.936			
Total	20	245.29				

**Lampiran 26. Analisis Ragam berat basah tongkol jagung**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	33.32	16.66	2.97	3.88	6.93
Perlakuan	6	107.00	17.83	3.18*	3.00	4.82
Galat	12	67.30	5.61			
Total	20	207.62				

**Lampiran 27. Analisis Ragam berat kering tongkol jagung**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	670.41	335.20	0.13	3.88	6.93
Perlakuan	6	61330.52	10221.75	4.04*	3.00	4.82
Galat	12	30340.31	2528.36			
Total	20	92341.24				

**Lampiran 28. Analisis Ragam berat kering biji jagung/tanaman**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	826.97	413.48	0.31	3.88	6.93
Perlakuan	6	48880.41	8146.74	0.05**	3.00	4.82
Galat	12	16147.27	1345.61			
Total	20	65854.65				

\* : nyata

\*\* : sangat nyata



**Lampiran 29. Data iklim lokasi penelitian di Malang '95/'96.**

<b>1995</b>	<b>Jan</b>	<b>Peb</b>	<b>Mrt</b>	<b>Apr</b>	<b>Mei</b>	<b>Jun</b>
Hujan (mm)	440	395	142	210	125	110
RH (%)	83	84	84	81	77	79
Suhu(°C)	23.3	23	23.2	23.3	23.1	23.4
Penyinaran (%)	44	30	27	54	57	56
	<b>Jul</b>	<b>Agt</b>	<b>Sep</b>	<b>Okt</b>	<b>Nop</b>	<b>Des</b>
Hujan (mm)	6	-	21	176	325	133
RH (%)	77	75	70	70	81	85
Suhu (°C)	22.1	23.4	23	24.2	23.5	23
Penyinaran (%)	75	83	34	77	48	54

<b>1996</b>	<b>Jan</b>	<b>Peb</b>	<b>Mrt</b>	<b>Apr</b>	<b>Mei</b>	<b>Jun</b>
Hujan (mm)	100	95	52	84	55	85
RH (%)	73	64	44	57	37	69
Suhu (°C)	24.5	25	24.7	25.6	25.9	24.3
Penyinaran (%)	79	71	57	72	79	65
	<b>Jul</b>	<b>Agt</b>	<b>Sep</b>	<b>Okt</b>	<b>Nop</b>	<b>Des</b>
Hujan (mm)	21	3	19	124	225	235
RH (%)	78	64	66	69	78	87
Suhu (°C)	23.5	24.3	24.8	24.7	22.8	23.7
Penyinaran (%)	82	83	57	68	67	72

(Badan Meteorologi dan Geofisika, Stasiun Karang Ploso Malang)