

PENGARUH PENGAPURAN TERHADAP PERTUMBUHAN  
DAN PRODUKSI BAHAN KERING PADA LEGUM  
*Stylosanthes guyanensis*

SKRIPSI

OLEH

J A M I L A

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada

Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin

JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

UJUNG PANDANG

1 9 9 7

## RINGKASAN

JAMILA (93 06 172). "PENGARUH PENGAPURAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAHAN KERING PADA LEGUM *Stylosanthes guyanensis*" (Dibawah bimbingan DR. Ir. MUHAMMAD RUSDY, M.Agr dan Ir. BUDIMAN, MS).

Penelitian lapangan dilakukan di Perumahan Dosen UNHAS Tamalanrea blok BG 34, dari bulan Juni sampai September 1997.

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Mengetahui sampai sejauh mana pengaruh pemberian beberapa jenis kapur terhadap pertumbuhan dan produksi bahan kering legum *Stylosanthes guyanensis*. 2) Untuk mengetahui hubungan antara pH tanah, kadar kalsium dengan pertumbuhan dan produksi bahan kering legum Stylo.

Adapun perlakuan penelitian adalah :

- A = Perlakuan tanpa pemberian kapur (kontrol)
- B = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  per pot  $\equiv$  1250 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$
- C = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  per pot  $\equiv$  2500 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$
- D = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaHPO}_4$  per pot  $\equiv$  1250 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$
- E = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaHPO}_4$  per pot  $\equiv$  2500 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$
- F = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaSO}_4$  per pot  $\equiv$  1250 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$
- G = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaSO}_4$  per pot  $\equiv$  2500 kg  $\text{CaCO}_3/\text{Ha}$

Parameter yang diukur adalah pH tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, produksi bahan kering dan kadar kalsium tanaman.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa tinggi tanaman, jumlah daun dan produksi bahan kering sangat ditentukan oleh keasaman tanah, dimana pH tanah yang netral sangat baik pengaruhnya terhadap ketiga parameter tersebut. Produksi berat kering tanaman legum *Stylosanthes guyanensis* lebih dipengaruhi oleh pH tanah daripada kadar kalsium tanaman dan respon *Stylosanthes guyanensis* terhadap pengapuran tergantung dari jenis kapur yang diberikan.

Judul Skripsi : Pengaruh Pengapuran Terhadap Pertumbuhan  
Dan Produksi Bahan Kering Pada Legum  
*Stylosanthes guyanensis*

Nama : J a m i l a

Nomor pokok : 93 06 172

Skripsi Telah Diperiksa  
dan Disetujui Oleh :

DR. Ir. Muhammad Rusdy, M.Agr

Pembimbing Utama

Ir. Budiman, M.S

Pembimbing Anggota

Mengetahui :

DR. Ir. Thamrin Idris, M.S

D e k a n



DR. Ir. H. Syamsuddin Hasan, M.Sc

Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 12 Desember 1997

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, dengan penuh hormat penulis ucapkan banyak terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak DR.Ir.Muhammad Rusdy, M.Agr. sebagai pembimbing utama dan Bapak Ir. Budiman, M.S. sebagai pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktu dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta petunjuk sejak awal penelitian hingga penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada Bapak Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf dosen dan karyawan, atas segala asuhan dan bimbingan selama penulis mengikuti pendidikan.

Rasa terima kasih penulis sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan dan seperguruan khususnya kepada rekan sepenelitian mahasiswa peternakan dan sahabat-sahabat tercinta yang senantiasa memberikan bantuan serta dorongan yang sangat berguna dari awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Dengan rendah hati penulis mempersembahkan skripsi ini kepada Ayahanda dan Ibunda yang penulis sayangi yang selalu mencurahkan perhatian dan memberikan bantuannya kepada penulis baik moril maupun materil dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala jerih payah yang telah diberikan selama ini, begitu pula kepada kakak dan adik-adikku yang terkasih.

Pada kesempatan ini penulis belum dapat memberikan sesuatu yang lebih berharga kepada semua pihak yang telah banyak membantu, kecuali ucapan terima kasih yang tulus, semoga jerih payah yang diberikan mendapat berkat dari Allah, SWT. A m i n.

Ujung Pandang, Desember 1997

J A M I L A

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
PENDAHULUAN .....	1
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
<i>Stylosanthes guyanensis</i> .....	4
Kalsium dan Peranannya Terhadap Tanah .....	5
Pengaruh Kalsium Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman .....	9
METODELOGI PENELITIAN .....	
Waktu dan Tempat .....	14
Materi Penelitian .....	14
Metode Penelitian .....	15
Pelaksanaan Kegiatan .....	16
Pengamatan .....	16
Pengolahan Data .....	17
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
Pengaruh Pengapuran Terhadap Pertumbuhan Tanaman .....	18
Pengaruh Pengapuran Terhadap Produksi Bahan Kering Tanaman .....	21

KESIMPULAN DAN SARAN .....	25
Kesimpulan .....	25
Saran .....	25
DAFTAR PUSTAKA .....	26
LAMPIRAN .....	28
RIWAYAT HIDUP .....	35

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Kapur Pada Level Kalsium yang Berbeda Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan pH Tanah .....	18
2.	Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Kapur Pada Level Kalsium yang Berbeda Terhadap pH Tanah, Kadar Kalsium Tanaman dan Produksi Bahan Kering Tanaman .....	21
<u>Lampiran</u>		
1.	Hasil Analisis Tanah Sebelum Diberi Kapur pada Awal Penelitian dan Sesudah Diberi Kapur pada Akhir Penelitian .....	28
2.	Data Pengamatan Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm) Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	29
3.	Sidik Ragam Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	29
4.	Data Pengamatan Jumlah Helaian (lembar) Daun Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	30
5.	Sidik Ragam Jumlah Helaian (lembar) Daun Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	30
6.	Hasil Analisa Kadar Kalsium Tanaman Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	31
7.	Sidik Ragam Kadar Kalsium Tanaman Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	31
8.	Hasil Analisa Produksi Bahan Kering Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	32
9.	Sidik Ragam Produksi Bahan Kering Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	32
10.	Data Pengamatan Produksi Bahan Kering Tanaman Pada Pemberian Berbagai Macam Kapur .....	33
11.	Tata Letak Penelitian Pengaruh Pengapuran Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bahan Kering Pada Legum <i>Stylosanthes guyanensis</i> .....	34



## PENDAHULUAN



### Latar Belakang

Disamping gramineae, leguminosae mendapat tempat penting selaku makanan hijau untuk ternak herbivora. Famili leguminosae mempunyai banyak sifat-sifat baik selaku bahan makanan seperti; susunan zat-zat makanannya sangat baik. Dari semua hijauan, leguminosalah yang tertinggi kadar proteinnya. Kadar Ca lebih tinggi dibandingkan pada rumput, demikian juga kadar fosfornya. Disamping itu daun-daunan leguminosa umumnya digemari banyak hewan ternak. Jadi jika dibandingkan dengan rumput, maka leguminosa mempunyai nilai yang lebih baik, yakni kadar protein, mineral dan palatabilitasnya. Walaupun demikian leguminosa tidak dijadikan sebagai pakan ternak yang utama karena ketersediaannya yang terbatas, umumnya hanya pada musim hujan produksinya cukup tinggi sedangkan pada musim kemarau sebaliknya.

Ketersediaan leguminosa yang terbatas mendorong para peternak/produsen mengantisipasi penanaman leguminosa supaya hasilnya dapat lebih tinggi. Salah satu faktor produksi yang dapat meningkatkan produktivitas adalah unsur hara yang cukup dan ketersediaan pH tanah yang sesuai untuk tanaman.

Tanah dengan nilai pH rendah yang menempati sebagian besar tanah tropis basah dapat menghambat pertumbuhan tanaman di daerah tersebut. Oleh karena itu sebelum digunakan, masalah kemasamannya harus dikendalikan lebih dahulu. Pengapuran merupakan suatu cara pengendalian kemasaman tanah (Nyakpa, Lubis, Pulung, Amrah, Munawar, Go Ban Hong, Nurhajati, 1988).

Pengapuran pada tanah masam selain dapat mempengaruhi sifat kimia dan dapat mendorong kehidupan jasad renik tanah juga dapat mempengaruhi sifat fisik tanah (Soepardi, 1994). Disamping itu Loneregan dan Dowling (1975) menjelaskan bahwa produktivitas tanaman leguminosa dipengaruhi oleh faktor adanya nodul dalam tanah yang bergantung pada ketersediaan kalsium dan pH tanah.

Terdapat berbagai jenis kapur yang apabila diberikan pada tanah dapat menyebabkan reaksi tanah yang berbeda-beda dari asam sampai basa. Pemberian kalsium berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan juga kadar kalsium tanaman.

#### Permasalahan

Masalah yang timbul adalah berapa pH optimum untuk pertumbuhan dan produksi legum Stylosanthes guyanensis dan apakah pH tanah atau kadar kalsium tanaman yang lebih berperan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman tersebut.

## Hipotesa

Pemberian berbagai macam kapur dengan dosis yang berbeda, akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pH tanah, kadar kalsium tanaman, pertumbuhan dan produksi bahan kering legum Stylosanthes guyanensis

## Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan : 1) Mengetahui sampai sejauh mana pengaruh pemberian beberapa jenis bahan kapur terhadap pertumbuhan dan produksi bahan kering legum Stylosantes guyanensis. 2) Untuk mengetahui hubungan antara pH dan kadar kalsium dengan pertumbuhan dan produksi bahan kering legum Stylo.

Kegunaan yang diharapkan pada penelitian ini agar dapat memberikan informasi praktis bagi peternak serta menjadi bahan perbandingan pada percobaan selanjutnya.

## TINJAUAN PUSTAKA



### Stylosanthes guyanensis

Stylosanthes guyanensis atau Townsville stylo berasal dari daerah tropik di Amerika Selatan, merupakan legum semusim yang berdaun banyak dengan tinggi 60 cm atau lebih dan bervariasi tumbuhnya dari tegak sampai merayap. Batang-batanganya bercabang, berserat dan umumnya tidak berbulu. Daun-daunnya berwarna hijau meruncing, dengan 4 - 6 tulang daun yang nyata. Legum ini dapat hidup pada tanah didaerah tropik dan sub tropik yang bercurah hujan 635 mm sampai 1780 mm per tahun. Tahan kering tetapi tidak tahan kejutan beku dan genangan air. Dapat hidup pada bermacam-macam tanah yang tidak begitu subur dan berpasir (Reksohadiprodo, 1994).

Skerman, Cameron dan Riveros (1988) menyatakan bahwa Stylosanthes guyanensis merupakan legum yang bercabang banyak dengan panjang tangkai bisa mencapai 1 m. Daunnya trifoliat berbentuk elips dengan panjang 5 - 55 mm dan lebar 7 - 13 mm. Bunganya berwarna kuning dan bijinya kuning kecoklatan dengan panjang 1,75 mm.

Stylosanthes guyanensis setiap tangkai berdaun tiga helai. Sedangkan sistem perakarannya kuat masuk jauh kedalam tanah, sehingga tahan terhadap kekeringan.

Leguminosa ini mudah beradaptasi, dapat tumbuh baik di daerah kering maupun basah. Di tanah yang miskinpun ia bisa tumbuh, tahan terhadap tanah asam tetapi tak tahan terhadap naungan (Anonymous, 1985).

Terry (1994) menyatakan bahwa legum yang telah digunakan baik pada sistem pertanaman tunggal atau campuran untuk menghambat pertumbuhan alang-alang diantaranya adalah Stylosanthes guyanensis. Dikatakan pula bahwa injakan pada waktu pemotongan legum merupakan alternatif yang praktis untuk menghambat pertumbuhan alang-alang, selain itu dapat meningkatkan produktivitas tanah.

#### Kalsium dan Peranannya Terhadap Tanah

Tanah merupakan media tumbuh tanaman yang berfungsi sebagai tempat tumbuh akar, air dan udara serta sumber unsur hara yang secara keseluruhan sangat berperan di dalam pertumbuhan yang baik bagi tanaman (Hardjowigeno, 1992).

Kalsium merupakan unsur hara yang esensial dalam tanah yang berupa batuan pasir dan mineral-mineral tanah (Tisdale dan Nelson, 1983). Pada umumnya dikelompokkan menjadi : a) Ca yang terdapat dalam mineral tanah, misalnya gabbro, basalt, diabas; b)  $\text{CaCO}_3$  yang merupakan sumber kalsium yang penting dalam tanah; c) garam-garam sederhana, termasuk ion  $\text{Ca}^{+2}$  yang biasanya dominan dalam tanah dan berkeseimbangan dengan ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan ion bikarbonat

( $\text{HCO}_3^-$ ), kalsium fosfat terutama dalam bentuk apatit, kalsium sulfat yang umumnya penting dalam tanah kering; dan d) Ca yang dapat dipertukarkan (Russel, 1988).

Kalsium yang diberikan kedalam tanah terutama dalam bentuk kapur yang merupakan oksida, hidroksida, atau karbonat dari Ca dan Mg. Pada umumnya Ca diberikan dalam bentuk bubuk kapur, disamping itu juga dipakai sebagai superfosfat, gipsum, kalsium sianida dan kalsium nitrat (Tisdale dan Nelson, 1983). Kalsium yang diberikan ke tanah mempunyai 2 tujuan yaitu menambah unsur hara Ca dan meningkatkan pH tanah. Ca yang berasal dari bahan kapur akan mengalami reaksi dengan karbon dioksida dan koloid tanah. Bahan ini berpengaruh terhadap : a) sifat kimia tanah; b) sifat fisika; dan c) aktivitas biologi tanah (Malherba, 1962; Buckman dan Brady, 1982).

Faktor-faktor yang menentukan tersedianya Ca dalam tanah adalah : a) jumlah Ca dapat ditukar; b) tingkat kejenuhan kompleks serapan; c) tipe dan jumlah koloid tanah; dan d) sifat-sifat ion lain dalam kompleks serapan (Tisdale dan Nelson, 1983).

Perubahan-perubahan kimia yang akan terjadi di dalam tanah, bila dilakukan pengapuran pada tanah masam, antara lain: 1) menurunnya konsentrasi ion-ion H; 2) bertambahnya konsentrasi ion-ion OH; 3) kelarutan ion-ion Al, Fe dan Mn

akan berkurang; 4) ketersediaan P dan Mo akan naik; 5) Ca dan Mg yang dapat dipertukarkan akan naik; 6) persentase kejenuhan basa akan meningkat; 7) Ketersediaan beberapa unsur hara mikro menurun (Buckman dan Brady, 1982).

Beberapa reaksi kimia yang akan terjadi di dalam tanah sebagai efek dari pengapuran, umumnya adalah reaksi penetralan tanah masam. Tisdale dan Nelson (1983) mengemukakan beberapa macam reaksi penetralan oleh bahan kapur, yaitu penetralan dari bahan kapur : (1)  $\text{CaO}$ ; (2)  $\text{Ca(OH)}_2$ ; (3)  $\text{CaCO}_3$ ; (4)  $\text{CaMg(CO}_3)_2$  dan (5)  $\text{CaSiO}_3$ . Mekanisme penetralan digambarkan oleh reaksi penggantian ion-ion Ca dan Mg.

Buckman dan Brady (1982) mengatakan bahwa pengertian kapur mencakup semua persenyawaan Ca dan Mg yang dapat dipakai untuk menaikkan pH tanah serta mengurangi unsur yang dapat menyebabkan kemasaman tanah pada tanah bereaksi masam adalah ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{Al}^{+++}$  yang terdapat dalam larutan tanah, sedang menurut Pairunan (1985) bahwa selain ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{Al}^{+++}$ , asam organik juga merupakan sumber kemasaman tanah.

Menurut Soepardi (1994), pengapuran pada tanah masam dapat merangsang kegiatan jasad renik tanah dan dengan demikian meningkatkan arti dari bahan organik dan bakteri yang simbiotik maupun yang nonsimbiotik dirangsang oleh pemberian kapur.

Jasad renik tanah sebagian aktifitasnya berlangsung pada reaksi tanah. Sebagai contoh, adalah bakteri yang turut dalam proses nitrifikasi tidak aktif pada tanah-tanah yang mempunyai pH kurang dari 5,5. Azobatik tidak mengfiksasi nitrogen jika pH tanah kurang dari 5,5 (Russel, 1988).

Menurut Soepardi (1994) pengapuran ditujukan untuk menaikkan pH tanah, sedangkan pH tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui ketersediaan unsur hara yang ada dalam tanah.

Belerang yang diberikan ke tanah untuk 2 tujuan yaitu: menambah hara S tanah dan menurunkan pH tanah. Bentuk S dalam tanah merupakan hal yang penting dalam peranannya sebagai hara tanaman. Seringkali tanaman mengalami kekurangan unsur ini walaupun jumlah totalnya sangat besar di dalam tanah. Terdapat tiga sumber S di alam yaitu: a) mineral tanah seperti gipsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), pirit ( $\text{FeS}$ ), epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), spalerite ( $\text{ZnS}$ ), chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) dan kobaltite ( $\text{CaAsS}$ ) b) gas belerang dalam atmosfer dan c) S yang terikat secara organik dan anorganik (Jackson, 1962).

Buckman dan Brady (1982) menyatakan, bahwa makin tinggi kadar ion  $\text{H}^+$  di dalam tanah, semakin asam tanah tersebut. Di dalam tanah selain  $\text{H}^+$  dan ion-ion lain ditemukan pula ion  $\text{OH}^-$ , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya  $\text{H}^+$ . Pada tanah-tanah yang asam, jumlah



ion  $H^+$  lebih tinggi daripada ion  $OH^-$ , sedangkan pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ . Bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$ , maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai  $pH = 7$ .

#### Pengaruh Kalsium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Kalsium penting untuk tanaman. Kalsium merupakan bagian dari semua sel tanaman. Di dalam tanaman ia bersifat immobil. Ia tidak bergerak dari daun-daun tua ke daun-daun muda sehingga mutlak selama siklus hidup tanaman yang bersangkutan. Defisiensi kalsium jarang dijumpai karena sukar dilihat dengan mata telanjang hingga defisiensinya mencapai tingkat yang kritis (Indranada, 1994).

Bagi tanaman, kalsium bertugas merangsang pembentukan bulu-bulu akar, mengeraskan batang tanaman sekaligus merangsang pembentukan biji (Lingga, 1993). Selanjutnya dikatakan bahwa kekurangan kalsium pada tanaman dicirikan oleh daun-daun muda dimana tepi-tepi daun terjadi klorosis yang lambat laun menjalar diantara tulang-tulang daun, kuncup-kuncup muda mati, perakarannya kurang sempurna malah sering salah bentuk. Akibatnya kalau ada daun yang muncul maka warnanya akan berubah dan di beberapa tempat pada helai daun jaringannya mati.

Kalsium sebagian besar terdapat dalam daun dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella pada dinding sel. Selain itu terdapat juga pada batang, berpengaruh baik pada

pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar. Kesimpulannya, kalsium terdapat pada tanaman yang banyak mengandung protein, ada hubungannya dalam pembuatan protein atau bagian yang aktif dari tanaman, dapat menetralkan asam-asam organik yang dihasilkan pada metabolisme (Mulyani, 1994).

Tisdale dan Nelson (1983) mengemukakan bahwa pH tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman berada antara pH 6,0 sampai 7,0 karena ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman umumnya tinggi. Bila pH dinaikkan di atas kisaran ini, maka beberapa unsur mikro seperti ferrum (Fe) dan Mangan (Mn) menjadi kurang tersedia bahkan dapat mencapai titik kritis, sehingga dapat mengakibatkan tanaman kekurangan unsur-unsur tersebut. Sebaliknya apabila pH tanah menurun jauh dari kisaran itu maka beberapa unsur seperti aluminium (Al), ferrum (Fe) dan mangan (Mn) akan larut dalam jumlah yang besar sehingga dapat meracuni tanaman serta beberapa unsur yang dibutuhkan tanaman seperti fosfor menjadi tidak tersedia.

Pada umumnya pertumbuhan tanaman berhubungan erat dengan kemasaman tanah. Beberapa tanaman dapat tumbuh dengan baik bila pH tanah berkisar diantara pH optimumnya. Hubungan antara pH tanah dengan pertumbuhan tanaman erat kaitannya dengan unsur yang tersedia dan bersifat racun (Sukandar, 1980). Apabila tanah yang tersedia mempunyai pH yang lebih rendah dari kisaran optimum bagi tanaman, maka dapat dilakukan usaha untuk menaikkan pH tanah tersebut dengan pengapuran.

Pengapuran pada tanah yang bereaksi masam hingga mencapai kondisi normal akan merubah kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. Pada keadaan pH netral jumlah fosfat yang tersedia bagi tanaman akan meningkat, sedangkan kelarutan unsur Al, Fe dan Mn akan berkurang sehingga berada dalam tingkat yang tidak meracuni tanaman, dengan demikian pertumbuhan tanaman akan lebih baik (Tisdale dan Nelson, 1983)

Keuntungan yang diperoleh tanaman dari pemberian kapur adalah, selain pengaruhnya terhadap reaksi tanah, fisik dan biologi tanah, juga berpengaruh langsung terhadap kadar kalsium dan magnesium sebagai sumber hara yang diperlukan dalam proses pertumbuhannya (Soepardi, 1994).

Lingga (1993), menyatakan bahwa ada beberapa keuntungan bila tanah asam diberi kapur, yaitu : 1. Struktur tanah menjadi baik dan dampaknya kehidupan mikroorganisme dalam tanah lebih giat, dengan demikian daya melapuk bahan organik menjadi humus berjalan lebih cepat. 2. Kelarutan zat-zat yang sifatnya meracuni tanaman jadi menurun dan unsur lain tak banyak yang terbuang. 3. Yang penting kita leluasa menanam segala jenis tanaman disitu.

Menurut Soepardi (1994), kemasaman tanah menentukan keadaan pertumbuhan tanaman karena kemasaman mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur hara serta adanya unsur-unsur yang beracun, selain itu juga mempengaruhi kegiatan jasad mikro dalam tanah.

Pertumbuhan dan perkembangan akar yang membaik akibat perbaikan beberapa sifat dan ciri tanah dengan pengapuran memungkinkan serapan hara dan bobot kering meningkat dengan pesat (Nyakpa dkk, 1988). Selanjutnya dinyatakan bahwa, kalsium juga penting dalam pembentukan dan peningkatan kandungan protein dalam mitohondria.

Pada umumnya tanah-tanah yang cocok untuk tanaman pangan juga dapat ditumbuhi oleh tanaman legum walaupun tanpa pemeliharaan yang baik. Di tanah yang subur dan mengandung kapur hasilnya akan sangat memuaskan. Hanya pada tanah yang banyak mengandung pasir kuarsa pertumbuhannya kurang baik, kecuali jika diberikan pupuk. pH tanah yang baik 7,0 tetapi pada pH 4,5 legum masih dapat tumbuh dan menghasilkan. Pemberian kapur 2 sampai 4 ton per Ha pada tanah dengan pH di bawah 5,5, pada umumnya dapat menaikkan hasil (Anonymous, 1985).

Departemen Pertanian (1977) menyatakan bahwa kebutuhan unsur kalsium pada legum cukup besar, terutama untuk pembentukan polong. Diterangkan oleh Nyakpa, dkk (1988) bahwa bagi tanaman legum, kalsium sangat dibutuhkan. Unsur kalsium pada tanaman ini menyebabkan terjadinya "pop", yaitu polong kosong karena buah tidak dapat berkembang. Dengan demikian salah satu cara yang dapat ditempuh untuk dapat meningkatkan produksi legum adalah dengan penambahan unsur kalsium sampai batas tertentu.

Legum menghendaki tanah yang gembur dengan pH sekitar 6 - 6,5 untuk dapat tumbuh dan berproduksi optimal. Tanah-tanah yang ringan ataupun yang berat dapat juga digunakan bagi pertanaman legum, asal saja jangan terlalu miskin dan padat (Somaatmadja, 1982). Kesanggupan legum tropis untuk tumbuh dengan baik pada tanah yang rendah kadar kalsiumnya disebabkan karena keunggulannya mengekstraksi kalsium didalam tanah (Humphreys, 1981).

Pada tanah yang mempunyai derajat kemasaman rendah, pengapuran dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil legum (Departemen Pertanian, 1977). Pengapuran merupakan suatu cara yang baik untuk menyediakan unsur kalsium, disamping fungsi utamanya untuk menaikkan pH tanah hingga tingkat yang dikehendaki dan mengurangi atau meniadakan keracunan Al.

Dikatakan oleh Nyakpa, dkk (1988), bahwa jaringan penyimpan yang tumbuh didalam tanah seperti legum atau kacang-kacangan harus menyerap kalsium dari tanah secara langsung. Departemen Pertanian (1977) melaporkan bahwa kebutuhan unsur hara kalsium pada kacang-kacangan adalah besar, terutama untuk pembentukan polong.

## METODELOGI PENELITIAN



### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap, yang berlangsung dari bulan Juni 1997 sampai September 1997.

Tahap pertama yang merupakan penelitian lapangan dilakukan di Perumahan Dosen Tamalanrea blok BG No 34, Tamalanrea Ujung Pandang, sedangkan tahap kedua berupa analisa bahan kering dan analisa kalsium tanaman dilakukan di laboratorium Bahan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Analisa tanah dilakukan di laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.

### Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stylosanthes guyanensis varietas humilis sebagai legum yang akan diteliti kadar kalsium, pertumbuhan dan produksi bahan keringnya pada berbagai jenis kalsium yaitu dolomit atau  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ,  $\text{CaHPO}_4$  dan  $\text{CaSO}_4$ . Tanah yang digunakan adalah tanah tekstur liat dengan pH 6,5.

Selain bahan tersebut diatas digunakan pula alat-alat, pot sebagai media tanam, timbangan, pH meter (pengukur pH), meteran, gunting dan alat tulis menulis.

### Metode Penelitian

Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan pada setiap perlakuan. Tiap pot terdiri dari lima tanaman. Tata letak percobaan dapat dilihat pada lampiran 7. Perlakuan penelitian adalah sebagai berikut :

- A = Perlakuan tanpa pemberian kapur (kontrol)
- B = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  per pot  $\equiv 1250 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$
- C = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  per pot  $\equiv 2500 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$
- D = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaHPO}_4$  per pot  $\equiv 1250 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$
- E = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaHPO}_4$  per pot  $\equiv 2500 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$
- F = Perlakuan 2,65 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaSO}_4$  per pot  $\equiv 1250 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$
- G = Perlakuan 5,30 g/pot Ca yang diberikan dalam bentuk  $\text{CaSO}_4$  per pot  $\equiv 2500 \text{ kg CaCO}_3/\text{Ha}$

### Pelaksanaan Kegiatan

Tanah yang akan digunakan pada penelitian sebelumnya dibersihkan dan diayak untuk mengeluarkan sisa-sisa tanaman dan material lainnya seperti sampah dan batu-batuan yang ada. Semua pot yang berisi tanah diberi kapur sesuai dengan perlakuan kemudian diadakan pengacakan. Pemberian kapur dilaksanakan dua hari sebelum penanaman. Untuk mempercepat reaksi kapur dengan tanah maka dilakukan penyiraman setiap hari dengan kadar yang sama pada setiap perlakuan. Pemberantasan gulma yang tumbuh didalam pot, dilakukan sejak awal karena dengan adanya gulma dapat terjadi persaingan dalam menyerap kandungan unsur hara tanah.

### Pengamatan

Hal-hal yang diamati dan diukur selama berlangsungnya penelitian adalah sebagai berikut :

1. pH tanah diukur pada setiap pot, yang diamati sekali dalam dua minggu.
2. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang di atas permukaan tanah sampai titik tumbuh teratas dan diamati sekali seminggu.
3. Jumlah daun, dihitung semua daun yang terbentuk dan diamati sekali dalam seminggu.
4. Produksi bahan kering dan kadar kalsium tanaman, masing-masing dianalisa di Laboratorium Bahan Makanan Ternak setelah tanaman berumur 70 hari.



### Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan diolah secara statistik dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji kontras (Scheffe Test) untuk mengetahui perbedaan antara tiap perlakuan (Gaspersz, 1991), model statistiknya adalah :

$$Y_{ij} = u_i + \sigma_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

dimana :

- $Y_{ij}$  = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j
- $u_i$  = Nilai tengah pengamatan
- $\sigma_i$  = Pengaruh aditif dari perlakuan ke-i
- $\beta_j$  = Pengaruh aditif dari kelompok ke-j
- $\epsilon_{ij}$  = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i pada kelompok ke-j.



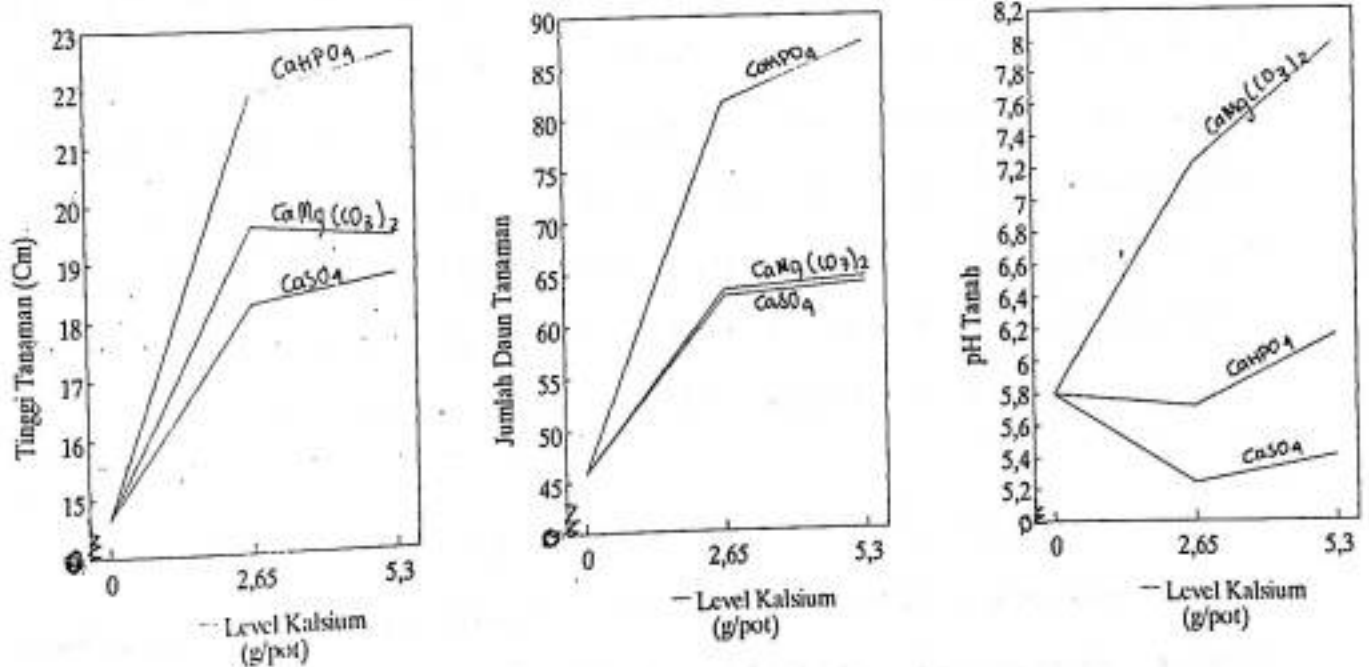
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Pengapuran Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengaruh pemberian beberapa jenis kapur terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan pH tanah dapat dilihat pada gambar 1 a, b dan c.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengapuran memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman ( $P < 0,05$ ) sedangkan pengaruh pengapuran terhadap jumlah daun berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (tabel lampiran 3 dan 5).

Gambar 1 a, b dan c : Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Kapur Pada Level Kalsium yang Berbeda Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan pH Tanah.



Pada gambar 1a dan b dapat dilihat bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun paling tinggi/banyak akibat pemberian  $\text{CaHPO}_4$  dan sebaliknya paling rendah/sedikit dengan pemberian  $\text{CaSO}_4$ .

Dari grafik keasaman tanah pada gambar 1c terlihat bahwa pemberian  $\text{CaHPO}_4$  menyebabkan pH tanah menjadi netral, pemberian  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  menyebabkan tanah menjadi basa dan pemberian  $\text{CaSO}_4$  menyebabkan tanah menjadi asam. Tingginya tanaman dan banyaknya jumlah daun akibat pemberian  $\text{CaHPO}_4$  sedangkan rendahnya tanaman dan sedikitnya jumlah daun akibat pemberian  $\text{CaSO}_4$  menunjukkan bahwa tingginya tanaman dan jumlah daun sangat cepat bertambah pada pH netral dan paling lambat bertambah pada pH asam. Tingginya pertumbuhan Stylo pada pH netral mungkin disebabkan karena ketersediaan unsur hara yang lebih banyak terdapat pada pH netral. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sukandar (1980), bahwa pada umumnya pertumbuhan tanaman berhubungan erat dengan kemasaman tanah. Tanaman akan tumbuh dengan baik bila pH tanah berkisar diantara pH optimumnya. Hubungan antara pH dengan pertumbuhan tanaman erat kaitannya dengan unsur yang tersedia dan adanya unsur bersifat racun. Disamping itu juga mempengaruhi kegiatan mikroorganisme tanah.

Untuk memperoleh pertumbuhan tanaman yang lebih baik, tanaman memerlukan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang. Menurut Soepardi (1994), kemasaman tanah

menentukan pertumbuhan tanaman karena kemasaman mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur hara dan adanya unsur-unsur yang beracun, selain itu juga mempengaruhi kegiatan jasad mikroorganisme didalam tanah.

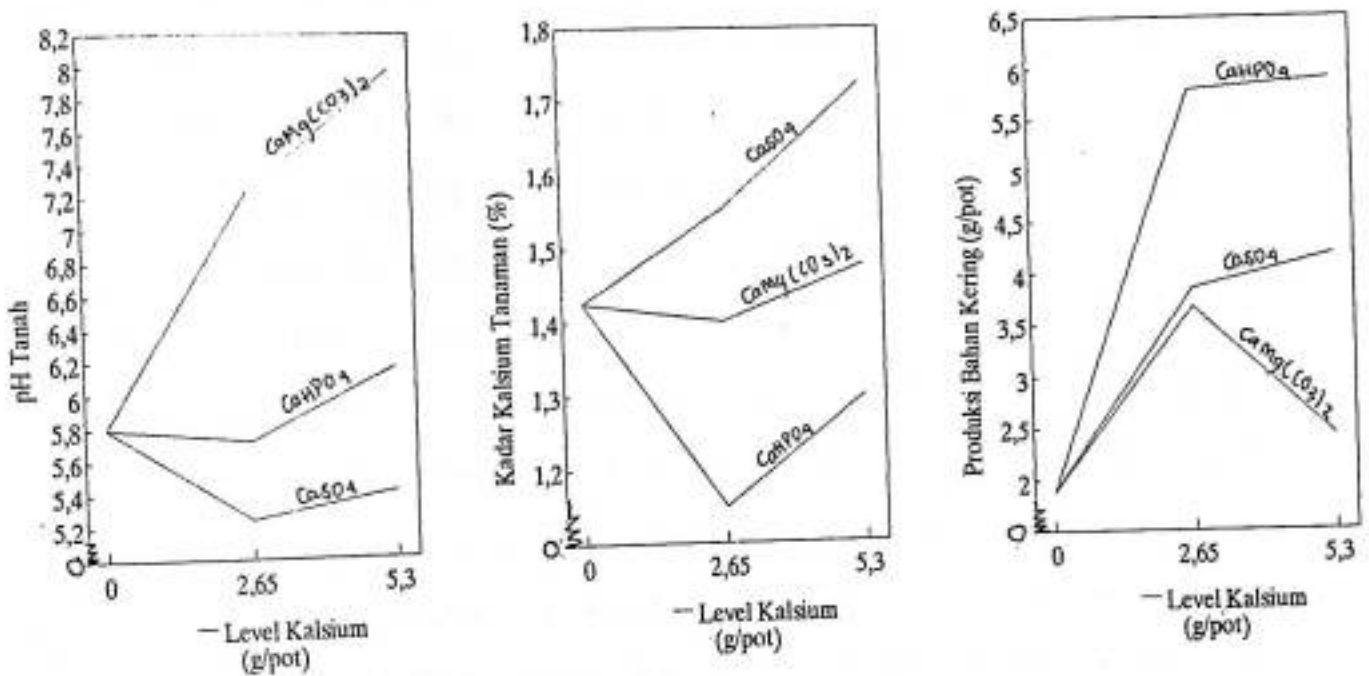
Uji kontras menunjukkan bahwa pemberian berbagai macam kapur dibandingkan dengan kontrol (A Vs B,C,D,E,F,G) berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan pengapuran  $\text{CaHPO}_4$  dengan dosis yang berbeda (D Vs E) tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) pada tinggi tanaman dan jumlah daun. (Tabel lampiran 3 dan 5).

Dari hasil uji tersebut diatas tampak bahwa dengan pemberian bahan kapur kedalam tanah merangsang tersedianya unsur-unsur lain yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Tisdale dan Nelson (1993) menyatakan, bahwa pengapuran pada tanah yang beraksi masam hingga mencapai kondisi normal akan merubah kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. Pada keadaan netral jumlah fosfat yang tersedia bagi tanaman akan meningkat, sedangkan kelarutan unsur Al, Fe dan Mn akan berkurang sehingga berada dalam tingkat yang tidak meracuni tanaman, dengan demikian pertumbuhan tanaman akan lebih baik.

Pengaruh Pengapuran Terhadap Produksi Bahan Kering Tanaman

Hubungan antara perlakuan dengan pH tanah, kadar kalsium tanaman dan produksi bahan kering dapat dilihat pada gambar 2 a, b dan c.

Gambar 2 a,b dan c : Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Kapur Pada Level Kalsium yang Berbeda Terhadap pH Tanah, Kadar Kalsium Tanaman dan Produksi Bahan Kering Tanaman.



Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengapuran memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap produksi bahan kering legum *Stylosanthes guyanensis*, sedangkan pengapuran menunjukkan bahwa produksi bahan kering akibat pengapuran dibandingkan dengan kontrol (A Vs B,C,D,E,F,G) berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Pemberian kapur  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  dibanding  $\text{CaHPO}_4$  (B,C Vs D,E) dan  $\text{CaHPO}_4$  dibanding  $\text{CaSO}_4$  (D,E Vs F,G) memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap produksi

bahan kering *Stylosanthes guyanensis* tetapi pada pemberian  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  dibanding  $\text{CaSO}_4$  (B,C Vs F,G) dan  $\text{CaHPO}_4$  dengan dosis yang berbeda (D Vs E) tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap produksi bahan kering *Stylosanthes guyanensis* (Tabel lampiran 7 dan 9).

Dari gambar 2 terlihat bahwa produksi bahan kering yang tertinggi diperoleh pada pemberian kapur  $\text{CaHPO}_4$  dimana dengan pemberian  $\text{CaHPO}_4$  menyebabkan pH tanah menjadi netral sedangkan dengan pemberian  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  dengan dosis tinggi yang menyebabkan tanah menjadi basa menghasilkan produksi bahan kering yang terendah. Dari gambar tersebut disimpulkan bahwa legum *Stylosanthe guyanensis* paling cocok tumbuh pada tanah pH netral kemudian pada tanah pH asam, dan yang paling jelek pada pH basa. Hal ini sejalan dengan pendapat Anonymous (1985) bahwa legum *Stylosanthes guyanensis* mudah beradaptasi, dapat tumbuh dengan baik didaerah kering maupun basah dan tahan terhadap tanah asam. Somaatmadja (1982) menyatakan bahwa umumnya legum menghendaki tanah yang gembur dengan pH sekitar 6 - 6,5 untuk dapat tumbuh dan berproduksi optimal.

Tingginya produksi bahan kering *Stylosanthes guyanensis* pada tanah pH netral disamping disebabkan karena ketersediaan unsur hara yang lebih besar juga mungkin disebabkan karena banyaknya akar yang dihasilkan untuk penyerapan air dan unsur hara dari dalam tanah. Nyakpa dkk (1988) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan akar

yang membaik akibat perbaikan beberapa sifat dan ciri tanah dengan pengapuran memungkinkan serapan hara lebih besar dan bobot kering meningkat dengan pesat.

Peningkatan pH tanah sampai pada keadaan basa, menyebabkan produksi berat kering menurun mungkin akibat kelarutan Al yang meningkat, sehingga akar tidak dapat berkembang dengan baik dan terjadi keracunan pada tanaman. Menurut Tisdale dan Nelson (1983), bahwa pH tanah yang sesuai untuk tanaman berada antara pH 6,0 sampai 7,0 karena ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman umumnya tinggi. Bila pH dinaikkan diatas kisaran ini, maka beberapa unsur mikro seperti ferrum (Fe) dan mangan (Mn) menjadi kurang tersedia bahkan dapat mencapai titik kritis, sehingga dapat mengakibatkan tanaman kekurangan unsur-unsur tersebut. Sebaliknya apabila pH tanah menurun jauh dari kisaran itu maka beberapa unsur seperti aluminium (Al), ferrum (Fe) dan mangan (Mn) akan larut dalam jumlah yang besar sehingga dapat meracuni tanaman serta beberapa unsur yang dibutuhkan tanaman seperti fosfor menjadi tidak tersedia. Disamping itu keracunan Al juga menyebabkan kekurangan Ca dan P. Sebagai akibat dari semua ini, pertumbuhan tanaman terganggu dan produksi tanaman menurun. Untuk menanggulangi persoalan diatas penambahan bahan kapur dengan berbagai dosis dapat memperbaiki komponen produksi.

Pada gambar 2 terlihat pula bahwa peningkatan produksi bahan kering tidak selalu diikuti kenaikan kadar kalsium tanaman. Pada pemberian  $\text{CaHPO}_4$  yang menghasilkan bahan kering tertinggi, justru mengandung kadar kalsium tanaman paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pH tanah lebih berpengaruh terhadap produksi bahan kering *Stylosanthes guyanensis* daripada kadar kalsium tanaman.

Kesanggupan *Stylosanthes guyanensis* menghasilkan bahan kering yang tinggi pada kandungan kadar kalsium tanaman yang rendah berarti bahwa untuk menghasilkan bahan kering yang tinggi, tidak diperlukan kadar kalsium yang tinggi. Hal ini mungkin disebabkan karena kesanggupan tanaman ini untuk menjalankan fungsi metabolismenya dengan baik tanpa kadar kalsium yang tinggi.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan yang dikemukakan oleh Humphreys (1981), bahwa kesanggupan legum tropis untuk tumbuh dengan baik pada tanah yang rendah kadar kalsiumnya disebabkan karena keunggulannya mengekstraksi kalsium didalam tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada pH tanah netral dimana ketersediaan unsur kalsium lebih besar, kadar kalsium tanaman justru menurun. Ini menunjukkan bahwa *Stylosanthes guyanensis* tidak superior mengekstraksi kalsium dari dalam tanah, dan untuk bertumbuh tidak membutuhkan kadar kalsium yang tinggi.



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pengapuran terhadap pertumbuhan dan produksi bahan kering pada legum *Stylosanthes guyanensis* maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tinggi tanaman, jumlah daun dan produksi bahan kering sangat ditentukan oleh keasaman tanah, dimana pH tanah yang netral sangat baik pengaruhnya terhadap ketiga parameter tersebut.
2. Produksi berat kering tanaman legum *Stylosanthes guyanensis* lebih dipengaruhi oleh pH tanah daripada kadar kalsium tanaman.
3. Respon *Stylosanthes guyanensis* terhadap pengapuran tergantung dari jenis kapur yang diberikan.

### Saran

Oleh karena percobaan yang dilakukan ini barulah percobaan pot dengan batas waktu yang terasa cukup singkat maka disarankan adanya pengujian lapangan dengan waktu percobaan yang lebih panjang. Dengan demikian pengaruh pengapuran pada legum dapat berlangsung lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1985. Hijauan Makanan Ternak Potong, Kerja dan Perah. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1982. The Nature and Properties of Soil. Sixth Ed. The McMillan Com. New York.
- Departemen Pertanian. 1977. Bercocok Tanam Padi, Palawija Dan Sayur-Sayuran. Badan Pengendalian Bimas. Jakarta.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Rancangan Percobaan. Penerbit Armico Bandung.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. PT. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Humphreys, L.R. 1981. A Guide To a Better Pastures for The Tropics and Subtropics. Published by Wright Stephenson and Co. Pty, Ptd, Australia.
- Indranada, H.K. 1994. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Jackson, M.L. 1962. Soil Chemical Analysis. Third Printing Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Lingga, P. 1993. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- Loneragan, J.F., and Dowling, E.J. 1975. The Interaction of Calcium and Hydrogen Ion in The Nodulation of Subterranean Clover.
- Malherba. 1962. Soil Fertility. Fourth Ed. Oxford University. Press. New York-London.
- Mulyani, M. 1994. Pupuk dan Cara Pemupukan. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Nurhajati, H, Y. Nyakpa, A.M. Lubis, Sutopo, R. Saul, A. Diha, Go Ban Hong, Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Nyakpa, M.Y., A.M. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, Go Ban Hong dan Nurhajati Hakim. 1988. Kesuburan Tanah. Badan Kerjasama Ilmu Tanah. BKS. PT. Yusaid Wuae Project.

- Pairunan, A.K., J.L. Nanere, Arifin, S.S. Samosir, R. Tangkaisari, L. Mace, B. Ibrahim, H. Asmadi. 1995. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Tiumur.
- Reksohadiprodjo, S. 1994. Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik. Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Russel, E.J. 1988. Soil Condition and Plant Growth. Longman Group Limited. London.
- Skerman, P.J., Cameron D.G. and F. Riveros. 1988. Tropical Forage Legum. 2nd Revised and Expanded. F.A.O. of The United Nation Rome.
- Soepardi, G. 1994. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Somaatmadja, Sadikin. 1982. Pemuliaan Kacang Tanah. Panitia Penyelenggara Latihan Kacang-Kacangan. Bogor.
- Sukandar. 1980. Pedoman Pemupukan Beberapa Komoditi Perkebunan. Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Terry, P.J. 1994. Weed Managemt for Devolving Countries. Food and Agriculture Organization of The United Nation, Rome.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1983. Soil Fertility and Fertilizer. McMillan Publishing Co, New York.