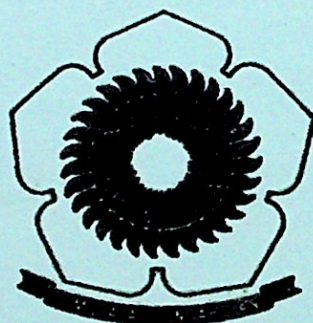


**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR AIR TANAH
MENGUNAKAN HAMBATAN LISTRIK
PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING**

Oleh

WIWIK ENDAH RAHAYU



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2005

**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR AIR TANAH
MENGUNAKAN HAMBATAN LISTRIK
PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING**



S
631.407

Rah

H

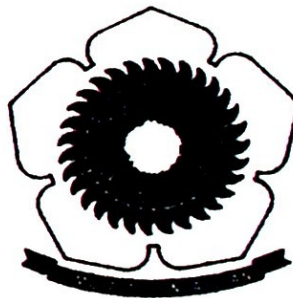
C057315

2003

12197/12979

Oleh

WIWIK ENDAH RAHAYU



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2005

SUMMARY

WIWIK ENDAH RAHAYU. The Design of soil Moisture Meter by Using Electrical Resistance at Podsolik Merah Kuning (Supervised by RAHMAD HARI PURNOMO and ENDO ARGO KUNCORO).

The research objective was to design the soil moisture meter which has characteristics of simple, cheap, has relatively quick response and good accuracy. This study was conducted at Soil and Water Conservation Engineering Laboratory, Agricultural Engineering Workshop, and Test Farm of Agricultural Faculty, Sriwijaya University, Indralaya from January to June 2005.

The method used in this study was engineering design consisting of design approach, equipment construction and field trial of the equipment. The equipment field trials were covering unplanted flat land, planted flat land, unplanted slope land and planted slope land.

The result showed that the electrical resistance was inversely proportional to soil water content. The smaller the electrical resistance, the higher was the soil water content. The highest soil water content with magnitude of 33,6 % was found at planted flat land, whereas the smallest soil water content with magnitude of 21,42 % was found at planted slope land. The mathematical models for the four land condition showed that electrical resistance was closely related to soil water content. This mathematical model had high validity with R^2 values in the range of 0,8055 to 0,917.

RINGKASAN

WIWIK ENDAH RAHAYU. Rancangan Alat Ukur Kadar Air Tanah Menggunakan Hambatan Listrik pada Tanah Podsolik Merah Kuning (Dibimbing oleh RAHMAD HARI PURNOMO dan ENDO ARGO KUNCORO).

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat pengukur kadar air tanah yang sederhana, murah, relatif cepat dan cukup teliti. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Konservasi Tanah dan Air, Bengkel Jurusan Teknologi Pertanian dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya mulai bulan Januari 2005 sampai dengan Juni 2005.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan teknik, yang terdiri dari tiga tahap yaitu pendekatan rancangan, pembuatan alat dan pengujian alat di lapangan. Pengujian alat di lapangan dilakukan pada empat kondisi tanah yaitu tanah datar tidak bervegetasi, tanah datar bervegetasi, tanah miring tidak bervegetasi dan tanah miring bervegetasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hambatan listrik berhubungan negatif dengan kadar air tanah. Hasil pengukuran pada keempat kondisi tanah menunjukkan bahwa semakin kecil hambatan listrik maka akan semakin besar kadar air tanah. Kadar air tanah yang terbesar terdapat pada tanah datar bervegetasi sebesar 33,6 %, sedangkan kadar air tanah terkecil terdapat pada tanah miring bervegetasi sebesar 21,42 %. Analisis matematik menunjukkan bahwa pada empat kondisi tanah hambatan listrik memiliki hubungan yang sangat erat dengan kadar air tanah yang ditunjukkan dengan R^2 sebesar 0,8055 sampai 0,917.

**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR AIR TANAH
MENGUNAKAN HAMBATAN LISTRIK
PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING**

Oleh

WIWIK ENDAH RAHAYU



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2005

Skripsi

**RANCANGAN ALAT UKUR KADAR AIR TANAH
MENGUNAKAN HAMBATAN LISTRIK
PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING**

Oleh

**WIWIK ENDAH RAHAYU
05013106023**

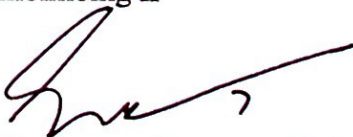
telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I



Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.

Pembimbing II

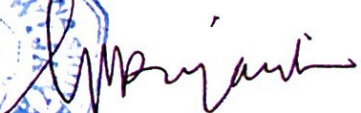


Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.

Indralaya, Juli 2005

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Plt Dekan,



Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S.


NIP. 131414570

Skripsi berjudul “ Rancangan Alat Ukur Kadar Air Tanah Menggunakan Hambatan Listrik pada Tanah Podsolik Merah Kuning” oleh Wiwik Endah Rahayu telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 21 Juli 2005.


Komisi Penguji

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---|
| 1. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si | Ketua | () |
| 2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. | Sekretaris | () |
| 3. Ir. R. Mursidi, M.Si. | Anggota | () |
| 4. Ir. Tri Wardani Widowati, M.P. | Anggota | () |

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian


Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.
NIP. 131875110

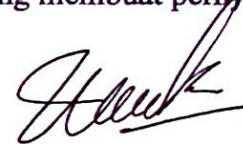
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Pertanian


Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.
NIP. 131477698

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data, informasi dan kalimat yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah benar hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, Juli 2005

Yang membuat pernyataan



Wiwik Endah Rahayu

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 28 November 1983 di Karang Endah Kecamatan Gelumbang, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Orang tua bernama Kusnandar dan Suyeti.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 1995 di SDN I Karang Endah Kabupaten Muara Enim, sekolah menengah pertama pada tahun 1998 di SMPN I Gelumbang Kabupaten Muara Enim dan sekolah menengah umum di SMUN I Gelumbang Kabupaten Muara Enim pada tahun 2001.

Pada bulan Juli 2001 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN).

Selama menempuh pendidikan, penulis aktif di Badan Wakaf dan Pengkajian Islam (BWPI) pada tahun 2002-2003 dan Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Sriwijaya sebagai bendahara pada tahun 2004-2005.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Rancangan Alat Ukur Kadar Air Tanah Menggunakan Hambatan Listrik Pada Tanah Podsolik Merah Kuning sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis sangat berterima kasih kepada Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si selaku pembimbing pertama dan Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku pembimbing kedua yang telah memberikan saran, pengarahan dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ingin penulis sampaikan kepada Bapak Ir. R. Mursidi, M.Si selaku penguji pertama dan Ibu Ir. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku penguji kedua yang telah bersedia menjadi penguji skripsi sehingga penyusunan skripsi dapat dilakukan dengan baik.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga penulis tujukan untuk orang tua dan teman-teman terdekat, khususnya kepada Nurul, Ajeng, Junior, Refika dan Rolita atas semua partisipasinya yang begitu besar selama penelitian berlangsung sehingga semua yang berat terasa ringan dan yang sulit menjadi mudah.

Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Hubungan Tanah dan Air.....	5
B. Sifat Air Sebagai Pengantar Listrik	6
C. Metode Penentuan Kadar Air	7
D. Penentuan Kadar Air Tanah	8
E. Prinsip Kerja Alat Ukur Kadar Air	9
F. Hubungan Sifat-sifat Fisik Tanah dengan Kadar Air Tanah	17
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	23
B. Bahan dan Alat	23
C. Metode Penelitian	23
D. Analisis Statistik	24
E. Cara Kerja	26



F. Pengamatan	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Kadar Air Tanah pada Beberapa Kondisi Tanah.....	30
B. Analisis Hubungan Kadar Air Tanah dengan Hambatan Listrik.....	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	41
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Hasil pengukuran kadar air pada tanah datar tidak bervegetasi.....	30
2 Hasil pengukuran kadar air pada tanah datar bervegetasi	32
3 Hasil pengukuran kadar air pada tanah miring tidak bervegetasi	34
4 Hasil pengukuran kadar air pada tanah miring bervegetasi	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Alat ukur kadar air tanah dengan hambatan Listrik	27
2 Grafik hubungan hambatan listrik (Mohm) dengan kadar air tanah (%) pada tanah datar tidak bervegetasi	30
3 Grafik hubungan hambatan listrik (Mohm) dengan kadar air tanah (%) pada tanah datar bervegetasi	32
4 Grafik hubungan hambatan listrik (Mohm) dengan kadar air tanah (%) pada tanah miring tidak bervegetasi.....	34
5 Grafik hubungan hambatan listrik (Mohm) dengan kadar air tanah (%) pada tanah miring bervegetasi.....	35
6 Tanah datar bervegetasi	49
7 Tanah miring tidak bervegetasi.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Gambar utuh alat ukur kadar air tanah dengan hambatan listrik	46
2 Gambar bagian alat ukur kadar air tanah dengan hambatan listrik.....	47
2 Gambar alat ukur kadar air tanah berbagai posisi pandang	48
4 Kondisi tanah pengukuran kadar air tanah di lapangan	49
5 Data hambatan listrik (Mohm) pada berbagai kondisi tanah	50
6 Data kadar air tanah pada beberapa kondisi tanah	51
7 Data suhu tanah pada beberapa kondisi tanah	52
8 Data <i>electrical conductivity</i> (Ec) pada beberapa kondisi tanah.....	53
9 Data pH tanah pada beberapa kondisi tanah	54
10 Perhitungan persamaan regresi linier pada tanah datar tidak bervegetasi.....	55
11 Perhitungan persamaan regresi linier pada tanah datar bervegetasi	56
12 Perhitungan persamaan regresi linier pada tanah miring tidak bervegetasi...	57
13 Perhitungan persamaan regresi linier pada tanah miring bervegetasi.....	58
14 Spesifikasi alat ukur kadar air tanah menggunakan hambatan listrik dan determinasi tanah pengukuran kadar air tanah	59

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makhluk hidup yang tinggal di atas permukaan bumi sangat tergantung pada tanah. Tanah merupakan komponen yang sangat penting untuk keberlangsungan kehidupan di alam ini. Tumbuh-tumbuhan memanfaatkan tanah sebagai tempat tumbuh dan pendukung kelangsungan hidupnya. Tanah juga merupakan tempat menyimpan air yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam melakukan segala aktivitas hidupnya (Hakim *et al.*, 1986).

Tanah merupakan hasil evolusi dan mempunyai susunan teratur serta unik yang terdiri dari lapisan-lapisan atau horison-horison yang berkembang secara genetik. Proses-proses penambahan, pengurangan, perubahan atau translokasi terjadi pada tanah. Tanaman dan hewan memperoleh lingkungan pada semua jenis tanah, menjadi bagian dari bahan organik. Karbon dalam bahan organik hilang dari tanah sebagai karbondioksida akibat perombakan (dekomposisi) oleh mikroba. Nitrogen diubah dari bentuk organik menjadi bentuk anorganik. Selanjutnya bahan organik merupakan bahan yang digunakan untuk translokasi dari satu tempat ke tempat yang lain dalam tanah dengan perantaraan air dan aktivitas hewan (Foth, 1984).

Tanah di permukaan bumi terbentuk secara langsung dan tidak langsung. Tanah akan terbentuk melalui proses pelapukan, baik secara fisik maupun kimia dibantu oleh pengaruh atmosfer, sehingga batu-batuan berdisintegrasi menghasilkan bahan induk lepas dan selanjutnya melalui proses-proses pedogenik berkembang menjadi tanah (Hakim *et al.*, 1986).

Unsur-unsur yang menyusun tanah adalah bahan padat, cair dan gas. Unsur-unsur padat dapat berupa partikel-partikel mineral, yang dapat berubah-ubah ukuran dan tingkatan hancuran mekanis dan kimiawinya, yaitu partikel-partikel tersebut meliputi kelompok-kelompok batu kerikil, pasir halus, lempung dan lumpur. Sisa-sisa tanaman dan binatang, terdiri dari daun-daunan segar yang jatuh, tunggul, jerami dan bagian-bagian tanaman yang tersisa serta berbagai bangkai binatang dan serangga, yang membusuk dan hancur menyatu dengan partikel-partikel mineral (Hilel, 1982).

Dua puluh lima persen komponen penyusun tanah terdiri dari air. Air tersebut terdiri dari air bebas dan air higroskopis. Air tersebut mengandung konsentrasi larutan garam-garam anorganik dan campuran-campuran atau senyawa-senyawa organik tertentu. Air yang terdapat pada tanah akan dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya (Hakim *et al.*, 1986).

Jenis tanah yang terdapat pada daerah tropik adalah tanah podsolik merah kuning. Tanah podsolik merah kuning adalah jenis tanah yang paling banyak terdapat di Indonesia. Menurut Soepraptoharjo (1974), lahan kering yang terdapat di Indonesia adalah 124 juta hektar dan dari luas tersebut tanah podsolik, meliputi 29,7 % dari luas lahan tersebut. Luas tanah podsolik merah kuning ini tersebar di Sumatra seluas 20,6 juta hektar (11,99 %), Irian Jaya 9,6 juta hektar (5,59 %), Kalimantan seluas 16,1 juta hektar (9,37 %), Sulawesi seluas 2 juta hektar (1,16 %) dan Jawa-Madura seluas 2,7 juta hektar (1,57 %).

Menurut Sedyarso (1980), tanah podsolik merah kuning jika mempunyai vegetasi yang tidak sesuai dan tekstur kasar akan menyebabkan daya menahan air, daya menahan erosi dan ketahanan terhadap pencucian yang rendah. Tanah yang

mempunyai sifat rendah menahan air menyebabkan kadar air yang terkandung di dalam tanah tersebut juga rendah.

Tanah podsolik merah kuning memiliki solum agak tebal (1-2 m). Batas horison nyata berwarna merah kuning, teksturnya lempung berpasir sampai lempung berliat dan struktur horison B gumpal, konsistensi gembur pada lapisan atas dan liat pada lapisan bawah, reaksi tanah sangat masam (pH sekitar 3,5-5,0), kandungan organik horison A kurang dari 100 % (Nad *et al.*, 1994).

Pengukuran kadar air tanah sangat penting dilakukan, terutama pada bidang pertanian. Dengan mengetahui kadar tanah dari suatu jenis tanah, dapat diketahui jenis tanaman yang sesuai untuk ditanam pada tanah tersebut. Tanaman dengan kebutuhan air yang tinggi akan sesuai pada tanah yang memiliki kadar air yang tinggi, begitupula sebaliknya (Hakim *et al.*, 1986).

Kadar air tanah berpengaruh terhadap tenaga pengolahan tanah. Menjelang musim kering kadar air tanah akan menurun, sehingga pada keadaan tersebut tahanan tanah akan meningkat yang selanjutnya akan mengurangi daya penetrasi alat untuk menembus tanah. Hal ini berarti dibutuhkan tenaga yang besar untuk menarik alat. Pada kadar air yang sangat rendah pengolahan tanah dapat mengubah struktur tanah yang berbongkah besar. Pengolahan tanah dapat meningkatkan nilai kadar air dari suatu tanah (Baver, 1972).

Menurut Hardjowigeno (1995) pada dasarnya terdapat dua prinsip untuk menentukan kadar air tanah, yaitu :

1. Jika kelembaban atau kadar air pada tanah meningkat, penggunaan konsumtif (evapotranspirasi) tergantung sepenuhnya pada kondisi iklim.

2. Jika kadar air tanah diketahui selama waktu yang diberikan, kadar air untuk waktu selanjutnya dapat dihitung dengan penambahan air (curah hujan efektif atau irigasi) dan pengurangan kehilangan air (penggunaan konsumtif) selama periode yang dilewati.

Kendala-kendala yang timbul dalam menentukan kadar air tanah adalah perbedaan tingkat kadar air tanah dari jenis tanah yang satu dengan tanah yang lain. Kadar air tanah pada kedalaman yang berbeda-beda akan menghasilkan kadar air tanah yang berbeda-beda pula, sehingga kadar air tanah tidak dapat ditentukan secara langsung. Perbedaan jenis tanah, kedalaman tanah, faktor iklim dan jenis vegetasi akan mempengaruhi kadar air suatu tanah (Hilel, 1982).

Kendala lain yang timbul dalam menerapkan metode penentuan kadar air tanah adalah membuat perkiraan nyata dari tingkat penggunaan konsumtif harian untuk tanaman yang sedang tumbuh. Menurut Gardner dan Calissendroff (1967), metode pengukuran kadar air tanah yang bersifat langsung dan tidak langsung. Belum terdapat metode pengukuran standar kadar air tanah yang digunakan secara umum dan tidak terdapat cara yang seragam untuk menghitung dan menyajikan hasil pengukuran-pengukuran kadar air tanah. Penentuan kadar air tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti themogravimetri, tahanan listrik, penyebaran neutron dan lain-lain.

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat untuk mengukur kadar air tanah yang sederhana, murah, relatif cepat dan cukup teliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Petunjuk Praktikum Fisika Dasar. Laboratorium Fisika Dasar. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Baver, L.D., W.H. Gardner dan W.R. Gardner. 1972. Soil Physics. Fourth Edition. Wiley Estern Limited. New Delhi.
- Brady, N.C. 1984. The Nature and Properties of Soils Ninth Editions Macmillan.
- Buckman, H.O., dan N.C. Brady. 1982. The Nature and Properties of Soil. Copyright The Mac Millan Company. *Diterjemahkan* oleh Soegiman. 1982. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Colman, E.A., dan T.M. Hendrick. 1949. Fibreglass Electrical Soil, Moisture Instrument. Soil Sci.67, 425-438.
- Foth, H.D. 1984. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hakim, N.M., N. Yusuf., A.M. Lubis, S.G. Nugroho., M.R. Saul., A. Diha., G.B. Hong. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanks, R.J., dan G.L. Ashcraft. 1980. Applied Soil Physics. Advance Series in Agricultural Sciences. 8, Springer Verlag, Berlin.
- Hardjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Mediatma Sarana Perkasa. Jakarta.
- Hariadi, I. 1990. Dasar-Dasar Teknik Listrik Arus Searah. Erlangga. Jakarta.
- Herudjito, D. 1980. Fisika Tanah. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hilel, D. 1982. Introduction to Soil Physics. Department of Plants and Soil Sciences. University of Massachusetts Armhest, Massachussetts.
- Indranada, H.K. 1989. Pengelolaan Kesuburan Tanah. PT. Bina aksara. Jakarta.
- Janict, J., R.W. Schery, F.W. Woods, V.W. Ruttan. 1981. Plant Science (An Introduction to World Crops). Third Edition. W.H Freeman and Company. San Fransisco.
- Kepner, R. A., R. Bainer dan E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery. Third Edition. AVI Publishing Company. Connecticut. USA.

- Mangkuatmodjo, S. 2004. Statistik Lanjutan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Marshall, C.E. 1931. Studies in the Degree of dispersion of Clays. II. The Influence of Cations on Degree of Dispersion. J. Soc. Chem. Ind. 50:457.
- Nad, D. A. dan S. Sargo. 1994. Tata Guna Tanah. Fakultas Pasca Sarjana. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Purwowidodo. 1982. Teknologi Mulsa. Dewaruci Press. Jakarta.
- Russel, E. W. 1934. The Interaction of Clay with Water and Organic Liquids as Measured by Specific Volume Changes and its Relation to the Phenomena of Crumb Formation In Soils. Phil. Trans. Roy. Soc. London.
- Saleh, S. 1996. Statistik Induktif. UPP AMP YKPN. Yogyakarta.
- Sediyarso, M. 1980. Mikrobiologi Tanah. Departemen Mikrobiologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Singer, M. J and D. N. Munns. 1987. Soil : An Introduction. Mac Millan Publishing Company, Inc. New York.
- Sinukaban. N. 1986. Dasar-dasar Konservasi Tanah dan Perencanaan Pertanian Konservasi. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soepardi. G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soesanto, R.H dan R.H. Purnomo. 1996. Pengantar Fisika Tanah. *Terjemahan* dari Hillel. D. 1982. Introduction to Soil Physics. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Soprptohardjo dan Ismangun. 1978. Soil Clasification in Indonesian. Ventr Agr. Res. Sta. Bogor.
- Srivastava, A.C. 1987. Teknik Instrumentasi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Supranto, J. 2001. Statistik Teori dan Aplikasi. Erlangga. Jakarta.
- Syaifudin, S. 1979. Konservasi Tanah dan Air. Pustaka Bandung. Bandung.
- Syarief, S. 1986. Kesuburan Tanah dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.