



**ANALISIS SIFAT FISIK TANAH PADA AREAL BEKAS  
TEBANGAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI (HTI)  
KABUPATEN GORONTALO UTARA  
PROVINSI GORONTALO**

**ANALYSIS OF THE NATURE OF THE PHYSICAL LAND IN  
THE LAND CLEARING AREA OF THE WOODLAND PLANT  
INDUSTRY (HTI) NORTH GORONTALO DISTRICT OF  
GORONTALO PROVINCE**

**Dian Puspaningrum, Murni Djabar**

Universitas Gorontalo,

E-mail: [mamakembar170212@gmail.com](mailto:mamakembar170212@gmail.com), [murnidjabar@yahoo.co.id](mailto:murnidjabar@yahoo.co.id)

**Abstrak**

Tanah sebagai suatu sistem yang dinamis, tanah dapat berubah keadaannya dari waktu ke waktu, sesuai sifat-sifatnya yang meliputi sifat fisik, sifat kimia dan sifat mekanis, serta keadaan lingkungan yang keseluruhan menentukan produktifitas tanah. Pola penggunaan lahan mempengaruhi sifat dari tanah terutama sifat fisik suatu tanah, karena penggunaan atau pengolahan tanah dapat mengakibatkan terputusnya sistem kapiler tanah dan rusaknya batas-batas horizon tanah yang menimbulkan kemunduran sifat-sifat fisik tanah dan kimia, seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik. Pembukaan areal yang dilakukan pada kawasan Hutan Tanaman Industri (HTI) secara tidak langsung mempengaruhi sifat fisik pada tanah. Alasan ini yang menjadi tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui sifat fisik tanah pada areal bekas tebangan Hutan Tanaman Industri (HTI).

Penelitian ini terbagi atas 2 (dua), yaitu kegiatan pengambilan sampel di lapangan dan pengujian sampel di laboratorium. Pengambilan sampel di lapangan menggunakan metode purposive sampling. Sedangkan uji sampel yang dilakukan di laboratorium untuk menentukan tekstur tanah, laju permeabilitas, berat volume tanah, warna tanah, stabilitas struktur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna tanah areal bekas tebangan didominasi oleh warna orange dengan kriteria kelas tekstur tanah liat, untuk kawasan hutan alam didominasi oleh warna coklat dengan kriteria kelas tekstur tanah lempung berliat, dan untuk areal penanaman tanaman jaboro umur 4 tahun didominasi oleh warna coklat dengan kriteria kelas tekstur tanah lempung berliat. Kelas permeabilitas setiap kawasan berkisar mulai dari kriteria kelas agak lambat sampai dengan kelas agak cepat.

**Kata Kunci** : Hutan Tanaman Industri, areal bekas tebangan, sifat fisik tanah.

### Abstract

The ground as a system that dynamic, the ground can be turned off than time to time, according to its properties which includes the physical properties, the chemical nature and the nature of mechanical, as well as the state of the environment that productivity a whole determine the ground. A pattern of land use affects the traits of land especially the physical properties of a soil, because the use of or cultivation of the land can result in a system of capillaries on the dotted ground and the breakdown of the limits of the horizon the ground which gives rise to a setback the physical properties of soil and chemical, as forfeited to the element of the disturbances and organic matter. The opening of the woodland plant industry (HTI) indirectly affects the physical properties on the ground.

Reason this is research objectives, which is to know the true nature of the physical land in the land clearing areal woodland plant industry (HTI). This research is divided into two (2), activities in the field of the sample collection and testing the sample in the laboratory. The sample collection in the field in a purposive sampling. While the sample done in a laboratory to determine soil texture, the permeability, the heavy volume, a color of soil, the stability of a structure.

The result showed that a color of soil the area of land clearing dominated by the orange color criteria class texture clay, to be the area of natural forest dominated by a shade of brown with class criteria soil texture loam clays, and to the acreage the planting of crops jabon the age of 4 years is dominated by a shade of brown with class criteria soil texture loam clays. Permeability class each area ranged ranging from class criteria rather slow until with the class rather fast.

**Keywords :** Woodland Plant Industry, land clearing, nature of the physical land.

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Tanah merupakan suatu sistem yang dinamis, tersusun dari empat bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Bahan-bahan penyusun tersebut masing-masing berbeda komposisinya untuk setiap jenis tanah, kadar air, dan perlakuan terhadap tanah. Sebagai suatu sistem yang dinamis, tanah dapat berubah keadaannya dari waktu ke waktu, sesuai sifat-sifatnya yang meliputi sifat fisik, sifat kimia dan sifat mekanis, serta keadaan lingkungan yang keseluruhan menentukan produktifitas tanah.

Penggunaan lahan (*land use*) diartikan sebagai bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya. Tipe-tipe penggunaan lahan yang dikenal adalah perladangan, perkebunan, sawah, hutan, padang rumput, pemukiman, dan salah satunya adalah penggunaan lahan untuk pembukaan areal Hutan Tanaman Industri (HTI).

Pola penggunaan lahan mempengaruhi sifat dari tanah terutama sifat fisik suatu tanah, karena penggunaan atau pengolahan tanah dapat mengakibatkan terputusnya sistem kapiler tanah dan rusaknya batas-batas horizon tanah yang menimbulkan kemunduran sifat-sifat fisik tanah dan kimia, seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik. Memburuknya sifat fisik yang tercermin dalam kapasitas infiltrasi dan kemampuan menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi dan berkurangnya kemantapan agregat yang pada akhirnya menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman menurun.

Pembukaan areal yang dilakukan pada kawasan Hutan Tanaman Industri (HTI) secara tidak langsung mempengaruhi sifat fisik pada tanah. Kegiatan ini dimulai dengan melakukan penebangan tegakan yang ada pada areal lahan yang

akan dibuka. Hasil tebangan kemudian diangkut menggunakan alat berat keluar dari areal tersebut. Kegiatan penebangan dan penggunaan alat berat ini tentu saja sangat mempengaruhi sifat fisik tanah pada areal yang akan dibuka oleh pihak pengelola Hutan Tanaman Industri (HTI).

### **B. Rumusan Masalah**

Pembukaan areal hutan yang dilakukan oleh pihak perusahaan pengelola Hutan Tanaman Industri dengan cara menebang pohon dan menggunakan alat berat, merupakan bentuk intervensi langsung yang dilakukan terhadap kondisi sifat fisik tanah sebelum adanya perlakuan. Alasan ini yang mendasari penelitian ini dilakukan, yaitu untuk mengetahui sifat fisik tanah pada areal bekas tebangan Hutan Tanaman Industri (HTI).

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah pada areal bekas tebangan Hutan Tanaman Industri (HTI) Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai dengan bulan Mei 2017. Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu :

- 1) Penelitian di lapangan untuk pengambilan sampel tanah yang dilakukan pada areal bekas tebangan HTI setelah kegiatan Land Clearing Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo.
- 2) Analisis sampel tanah yang dilakukan di Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

### **B. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian antara lain linggis, bor tanah, meteran, cutter, abney level, ring sampel, palu, kamera, serta alat laboratorium. Sedangkan bahan yang digunakan baik untuk kepentingan penelitian di lapangan maupun laboratorium adalah sampel tanah, karet gelang, label, alat tulis menulis, kantung plastik, serta bahan-bahan yang digunakan di laboratorium.

### **C. Pengambilan Data**

Adapun teknik pengambilan sampel tanah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel tanah di lapangan dilakukan pada kedalaman antara 0-30 cm dan 31-61 cm yang diukur dari lapisan permukaan.
2. Permukaan tanah tempat pengambilan sampel tanah diratakan terlebih dahulu.
3. Mengambil tanah utuh dengan menggunakan cincin/ring sampel.
4. Sampel tanah diambil dengan cara cincin/ring sampel ditekan tegak lurus pada permukaan tanah dengan hati-hati dan tidak boleh goyang sampai cincin tersebut masuk kedalam tanah.
5. Setelah diperoleh sampel tanah dalam ring sampel, sampel dan ring tersebut dibungkus dengan plastik, kemudian diikat menggunakan karet gelang agar tanah tetap utuh.
6. Cincin/ring sampel yang berisi sampel tanah tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut.

### **D. Analisis Laboratorium**

Analisis laboratorium yang dilakukan meliputi analisis untuk mengetahui tekstur tanah, warna tanah, *Bulk Density & Particle Density*, ruang pori tanah dan permeabilitas.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengambilansampel tanah dilakukan pada 3 (tiga) titik, masing-masing mewakili lokasi sebelum dilakukan kegiatan *mechanic land clearing* (pembersihan lahan secara mekanis), lokasi setelah dilakukan kegiatan *mechanic land clearing* (pembersihan lahan secara mekanis), dan lokasi penanaman dengan umur tanaman jabon 4 tahun. Masing-masing titik lokasi diambil 3 (tiga) sampel tanah yang mewakili setiap lapisan yaitu lapisan pertama dengan kedalaman 0 – 30 cm, lapisan kedua dengan kedalaman 30 – 60 cm, dan lapisan ketiga dengan kedalaman 60 – 90 cm. Setiap sampel tanah di uji laboratorium untuk mengetahui sifat fisik setiap perwakilan sampel tanah tersebut.

#### A. Warna Tanah

Hasil uji laboratorium untuk analisa warna tanah setiap sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Hasil Analisis Warna Tanah Pada Setiap Sampel Tanah.

No	Kode Sampel	Jenis Sampel	Warna Tanah	Keterangan
1	A1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Orange	Areal Land Clearing
2	A2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Orange	
3	A3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Yellow Orange	
4	B1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Brown	Hutan Sekunder
5	B2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Brown	
6	B3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Dull Brown	
7	C1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Dark Brown	Penanaman Jabon Umur 4 tahun
8	C2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Brown	
9	C3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Brown	

Warna tanah merupakan indikator kondisi iklim tanah berkembang atau asal bahan induknya, tetapi pada kondisi tertentu warna tanah sering pula digunakan sebagai indikator kesuburan tanah atau produktivitas lahan. Secara umum dapat dikatakan bahwa makin gelap warna tanah berarti makin tinggi kandungan bahan organik didalamnya. Sebaliknya, warna tanah yang semakin terang menandakan intensitas pelindian unsur-unsur hara semakin intensif.

Iklim hangat akan menghasilkan tanah-tanah yang berwarna merah, khususnya jika yang berdrainase baik. Warna tanah yang terang kerap kali

merupakan hasil intensifnya pelindian unsur besi dari tanah, yang umumnya bersamaan dengan hilangnya berbagai unsur hara, sehingga tanah berwarna terang sering dikaitkan dengan rendahnya produktivitas.(Hanafiah, 2005).

Berdasarkan tabel 2 diatas bahwa, pada tanah bekas land clearing dengan menggunakan alat berat warna tanah masuk dalam kategori tanah yang berwarna terang atau kemerahan.Sedangkan pada tanah yang telah ditanami tanaman jabon selama 4 tahun dapat dilihat terjadi perubahan warna tanah yaitu menjadi lebih gelap. Hal ini membuktikan, walaupun pada saat proses land clearing tanah menjadi kehilangan sebagian unsur hara dan mengalami pemadatan, namun setelah dilakukan penanaman maka secara bertahap tanah pada lahan tersebut mulai mengalami perbaikan unsur hara sehingga kondisi tersebut mampu menunjang pertumbuhan tanaman jabon yang ada.

### B. Tekstur Tanah

Hasil analisis laboratorium untuk uji tekstur tanah pada setiap sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Hasil Analisis Tekstur Tanah Pada Setiap Sampel Tanah

No	Kode Sampel	Jenis Sampel	Kelas Tekstur Tanah	Keterangan
1	A1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Liat	Areal Land Clearing
2	A2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Lempung Berliat	
3	A3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Liat	
4	B1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Liat	Hutan Sekunder
5	B2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Lempung Berliat	
6	B3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Lempung Berliat	
7	C1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	Lempung Berliat	Penanaman Jabon Umur 4 tahun
8	C2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	Lempung Berliat	
9	C3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	Lempung Berliat	

Berdasarkan tabel 3 maka dapat diketahui bahwa pada areal land clearing tanah didominasi oleh kelas tekstur liat. Hal ini berarti pada areal land clearing tekstur tanahnya halus dan memiliki lebih banyak pori-pori mikro. Kondisi ini menggambarkan akar sulit untuk berpenetrasi serta air dan udara yang melalui tanah sulit bersirkulasi, akan tetapi air tidak mudah hilang dari tanah. Pada tanah yang sudah dilakukan penanaman tanaman jabon terjadi perubahan tekstur tanah menjadi lempung berliat.

Tanah yang masuk dalam kelas tekstur berlempung adalah tanah yang bertekstur sedang tetapi halus,yang mengindikasikan ketersediaan nutrisi tanah

optimum bagi tanaman. Kondisi ini menggambarkan bahwa, dengan adanya penanaman tanaman jabon maka dapat memperbaiki tekstur tanah akibat perlakuan pembukaan lahan secara mekanis dan bersifat *destructive* yaitu dengan menebang pohon.

### C. Bulk Density (BD) dan Particle Density (PD)

*Bulk Density* merupakan petunjuk kepadatan tanah sedangkan *Particle Density* merupakan petunjuk kerapatan jenis partikel tanah. Makin padat suatu tanah makin tinggi *bulk density*, yang berarti makin sulit meneruskan air atau atau ditembus akar tanaman. (Hardjowigeno, 2003). Informasi tentang berat BD dan PD pada suatu tanah penting untuk menghitung kebutuhan pupuk atau air untuk tiap hektar tanah yang didasarkan pada berat tanah per hektar. Dengan mengetahui nilai BD dan PD tanah, maka dapat juga diketahui besarnya porositas tanah.

Hasil analisis laboratorium untuk nilai *Bulk Density* (BD) dan *Particle Density* (PD) setiap sampel tanah pada masing-masing lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Analisis Bulk Density dan Particle Density Tanah Pada Setiap Sampel Tanah

No	Kode Sampel	Jenis Sampel	Bulk Density (BD) (gr/cm <sup>3</sup> )	Particle Density (PD) (gr/cm <sup>3</sup> )	Keterangan
1	A1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	0.15	0.23	Areal Land Clearing
2	A2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	0.16	0.24	
3	A3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	0.19	0.29	
4	B1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	0.19	0.26	Hutan Sekunder
5	B2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	0.21	0.28	
6	B3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	0.21	0.28	
7	C1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	0.16	0.23	Penanaman Jabon Umur 4 tahun
8	C2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	0.19	0.26	
9	C3	Kedalaman tanah 60 -90 cm	0.17	0.24	

### D. Porositas dan Permeabilitas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara sehingga merupakan indikator drainase dan aerasi tanah. (Hanafiah, 2005). Tanah yang

poreus berarti tanah yang cukup memiliki ruang pori untuk pergerakan air dan udara secara leluasa.

Tanah yang bertekstur lempung merupakan komposisi yang ideal karena ketersediaan air, udara dan nutrisi yang optimum untuk pertumbuhan tanaman. Tanah bertekstur lempung dengan poreus sedang mempunyai daya ikat air yang cukup kuat sehingga sebagian air akan tertahan, sedangkan air dan udara akan lebih leluasa untuk keluar masuk melalui pori-pori tanah.

Tabel 4. Hasil Analisis Ruang Pori dan Permeabilitas Tanah Pada Setiap Sampel Tanah

No	Jenis Sampel	Ruang Pori (%)	Permeabilitas (cm/jam)	Ket
1	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	15	1.9	Areal Land Clearing
2	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	16	0	
3	Kedalaman tanah 60 - 90 cm	19	0.62	
4	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	19	14.26	Hutan Sekunder
5	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	21	1.49	
6	Kedalaman tanah 60 - 90 cm	21	3.58	
7	Kedalaman tanah 0 - 30 cm	16	0.45	Penanaman Jabon Umur 4 tahun
8	Kedalaman tanah 30 - 60 cm	19	1.45	
9	Kedalaman tanah 60 - 90 cm	17	9.65	

Permeabilitas adalah kecepatan aliran massa air yang melalui pori-pori tanah. Berdasarkan tabel 5, untuk tanah yang berada pada areal land clearing yang memiliki kelas tekstur tanah liat, permeabilitasnya masuk dalam kategori kelas agak lambat dan sedang. Sedangkan pada contoh tanah lahan yang telah ditanami tanaman jabon dan memiliki kelas tekstur tanah lempung berliat, tingkat permeabilitasnya masuk dalam kategori kelas sedang dan agak cepat. Perubahan tingkat permeabilitas ini menunjukkan bahwa ada perbaikan struktur tanah pada lahan yang telah melalui pembersihan lahan secara mekanis, kemudian ditanami tanaman jabon selama kurang lebih 4 tahun. Dengan adanya kegiatan penanaman tanaman jabon maka kondisi tanah yang awalnya mengalami pemadatan dan kehilangan unsur hara akibat penggunaan alat berat pada kegiatan pembukaan lahan, seiring dengan waktu struktur tanahnya mulai menunjukkan perbaikan sehingga dapat memberikan kondisi yang optimum bagi pertumbuhan tanaman jabon itu sendiri.

Perusahaan HTI yang ada di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo, memanfaatkan kawasan hutan sekunder yang tidak produktif untuk ditanami tanaman jabon dengan tujuan produksi. Tujuan utama pembangunan Hutan Tanaman Industri di Kabupaten Gorontalo Utara adalah menghasilkan

kayu pertukangan, dengan tujuan akhir adalah menghasilkan produksi kayu lapis (plywood) yang akan ditampung oleh Industri sendiri. Sejalan dengan tujuan tersebut, pihak perusahaan mengharapkan kawasan hutan yang tidak produktif tadi dan telah ditetapkan sebagai lahan siap tanam untuk tanaman jabon dapat memberikan kondisi tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman jabon tersebut.

Berdasarkan hasil uji laboratorium untuk sifat fisik tanah secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa, dengan adanya kegiatan penanaman tanaman jabon secara berangsur dapat memperbaiki sifat fisik tanah, terutama pada sifat tekstur tanah serta tingkat porositas dan permeabilitas tanah pada kawasan hutan yang sebelumnya merupakan hutan yang tidak produktif lagi. Sehingga dengan masuknya HTI di Kabupaten Gorontalo diharapkan dapat memberikan manfaat, tidak hanya manfaat secara ekonomi pada pihak perusahaan, pemerintah setempat, dan masyarakat sekitar kawasan hutan, tetapi juga dapat memberikan manfaat peningkatan nilai ekologi terhadap kawasan hutan yang ada

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil penelitian sifat fisik tanah pada areal bekas tebangan di kawasan HTI adalah sebagai berikut :

1. Warna tanah areal bekas tebangan didominasi oleh warna orange dengan untuk kawasan hutan alam didominasi oleh warna coklat dengan dan untuk areal penanaman tanaman jabon umur 4 tahun didominasi oleh warna coklat dengan.
2. Kriteria kelas tekstur areal bekas tebangan didominasi oleh jenis tanah liat, untuk kawasan hutan alam didominasi oleh kriteria kelas tekstur tanah lempung berliat, dan untuk areal penanaman tanaman jabon umur 4 tahun didominasi oleh kriteria kelas tekstur tanah lempung berliat.
3. Kelas porositas dan permeabilitas tanah pada areal land clearing masuk dalam kriteria agak lambat sampai sedang, sedangkan pada tanah yang telah ditanami jabon selama 4 tahun masuk dalam kriteria kelas sedang sampai dengan agak cepat.
4. Kegiatan penanaman tanaman jabon secara berangsur dapat memperbaiki sifat fisik tanah, terutama pada sifat tekstur tanah serta tingkat porositas dan permeabilitas tanah pada kawasan hutan yang sebelumnya merupakan hutan yang tidak produktif lagi.

### **B. Saran**

Kedepannya diharapkan dilakukan penelitian lanjutan tentang hubungan antara sifat fisik tanah dengan intersepsi akar tanaman jabon. Sehingga dapat diperoleh informasi yang lengkap untuk menunjang pengelolaan yang lebih baik kedepannya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anna K, Pairunan, dkk. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur. Ujung Pandang.
- Arifin, M. 2002. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Arsyad, S. 1989. *Korservasi tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.

- Baver, W.H. Gardner dan W.R. Gardner. 1972. *Soil Physics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Chundawat, B.S. dan Gautam, S.K. 1993. *Textbook of Agroforestry*. Oxford dan IBH Publishing, P.U.LTD. New Delhi.
- Darmawijaya, J.E. 1997. *Klasifikasi Tanah, Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ending, D.B. dan Rahayuning, T. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Foth, D. Henry. 1995. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hanafiah, Kemas Ali. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Indranada, K. Dan Henry. 1985. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. PT. Bina Aksara. Jakarta.
- Pairunan, A.K., J.L. Nanere, Arifin, S.S.R., Samosir, R. Tangkaisari, J.R., Lolopua, B., Ibrahim dan Asmadi, H. 1985. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Indonesia Timur, Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Poerwidodo. 1991. *Gatra Tanah dalam Pengembangan Hutan Tanaman di Indonesia*. CV. Rajawali. Jakarta.
- Sarief, E.S. 1980. *Beberapa Masalah Pengawetan Tanah dan Air*. Bagian Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sinukaban, N dan Rahman. 1982. *Selektifitas Erosi sebagai Akibat Sistem Pengolahan Tanah dan Tanaman*. Kongres Nasional Ilmu Tanah III. Malang.
- Soegiman. 1982. *Ilmu Tanah (Terjemahan dari : The Nature and Properties Of Soil Buckman and Brady, Mac Milan, co. London)*. PT. Sarana Aksara. Jakarta