

# MENINGKATKAN MUTU WILAYAH TANGKAPAN AIR SUNGAI CILIWUNG UNTUK MENGURANGI DAMPAK BANJIR DI DATARAN JAKARTA

**Harijogjo, Y. Sulaeman, D. Djaenudin, dan H. Suhardjo**

Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Jl. Ir. H. Juanda 98, Bogor, Fax. (0251) 311256

## ABSTRAK

*Banjir yang menggenangi dataran Jakarta sangat tragis terjadi dalam bulan Februari tahun 2002. Kejadian tersebut disamping mengakibatkan kerugian milyaran rupiah dan kepanikan, diikuti pula masalah-masalah yang timbul pada pasca banjir seperti wabah diare dan leptospirosis. Fakta menunjukkan bahwa peramalan iklim untuk memberikan peringatan dini sebelum terjadinya musibah tersebut masih sulit dihasilkan karena peubah-peubah iklim bersifat stokastik. Hal yang lebih mudah dikendalikan adalah hal-hal yang berkaitan dengan pengelolaan lahan wilayah tangkapan air. Dengan demikian, upaya meningkatkan mutu wilayah tangkapan air lahan atas (upland) disertai sistem drainase yang baik pada lahan bawah (lowland) dipertukan untuk mengurangi dampak bahaya banjir secara efektif. Penulisan makalah ini dilakukan secara kualitatif dengan cara mengumpulkan dan mengkaji data sekunder yang berhubungan dengan wilayah tangkapan air sungai Ciliwung. Tujuan penelitian adalah untuk menanggulangi bahaya serupa yang mungkin terulang pada waktu yang akan datang sebagai bentuk kepedulian kita bersama. Hasil kajian menyimpulkan perlunya upaya. (i) membudayakan peduli lingkungan pada semua kalangan/lapisan masyarakat penghuni daerah Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung; (ii) memulihkan daya tampung serta kebersihan sungai pada lahan bawah, (iii) meningkatkan mutu wilayah tangkapan air pada lahan atas, dan (iv) mengadakan suatu otorita khusus yang bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanan DAS Ciliwung.*

## ABSTRACT

*Flooding in Jakarta Plain happened in February year of 2002, was a very tragic accident. The tragedy beside resulted millions of rupiah loss and panic was also caused new problems after flooding such as an epidemic of diarrhoea and leptospirosis. Fact shows that climate forecasting to inform first warning before disaster happened, seems to be difficult to produce because climatic variables are stochastic. The easier one to be handled is the management of catchment area. Thus efforts in increasing the quality of catchment area on upland along with a good drainage system on lowland are needed to overcome flood disaster effectively. This paper was done qualitatively by studying secondary data related to Ciliwung catchment area. The objective of this study is a form of our empathy to overcome the similar problems may happen in the future. The results of the study concluded the important efforts in: (i) to culture and awareness about flooding to all communities who live in the Ciliwung watershed, (ii) to improve the bearing capacity of rivers along with a good drainage system on lowland, (iii) to upgrade the quality of catchment area on upland, and (iv) to organize a special authority of the Ciliwung watershed responsible to the safety and soundness of the watershed.*

Kata kunci: DAS, Ciliwung, banjir

## PENDAHULUAN

Pawitan *et al.* (2000) mengemukakan bahwa banjir yang sering terjadi selama musim hujan di banyak wilayah di Indonesia umumnya tidak terkait dengan gejala alam *La-Nina*, sebab mekanisme sistem muson Asia selama musim penghujan serta interaksi tekanan udara benua Australia dan kepulauan Indonesia serta daratan Asia merupakan faktor yang lebih dominan. Walau bagaimanapun, pada awal tahun 2002, banjir telah melanda Wilayah Indonesia, khususnya Jakarta, dengan akibat yang cukup parah.

Van Bemmelen (1949) menyebut dataran Jakarta sebagai *the lowland plain of Batavia*, merupakan bagian dari "landform aluvial dan marin" yang membentang dari selat Sunda (Anyer) sampai teluk Cirebon. Dari deskripsi tersebut, menggambarkan bahwa dataran Jakarta memang terancam bahaya banjir sepanjang masa. Dalam kondisi curah hujan normal, dampaknya dirasakan oleh masyarakat sebagai hal yang wajar. Akan tetapi banjir yang terjadi dalam bulan Pebruari 2002 tergolong luar biasa seperti tampak pada media visual, genangannya mendekati atap rumah penduduk. Banjir tersebut telah merusak lahan pertanian, kolam ikan, tambak, rumah penduduk, sarana transportasi, dan sebagainya.

Pada kondisi tertentu, banjir dapat terjadi dimana-mana di belahan bumi ini seperti Eropa, Bangladesh, Cina, Ekuador, dan Indonesia. Hal yang lebih perlu diperhatikan adalah mengurangi dampaknya seminimum mungkin. Banjir terjadi ketika turun hujan secara terus-menerus dalam jangka waktu lama, debit air setempat disertai kiriman dari wilayah tangkapan airnya melampaui daya tampung sungai, sehingga air meluap menggenangi lahan-lahan yang lebih rendah. Hal ini diperparah apabila aliran air sungainya tersendat-sendat karena sampah, tubuh sungai yang semakin sempit serta dangkal, demikian pula bantaran sungai yang seharusnya berfungsi untuk menampung limpasan air sesaat berubah fungsi menjadi kompleks perumahan.

Setelah air surut, pemerintah dan masyarakat menghadapi masalah baru antara lain wabah penyakit menular seperti diare dan *leptospirosis*, serta masalah kerawanan sosial-politik, yang kesemuanya menyebabkan kerugian negara yang cukup besar. Apalagi status Jakarta sebagai ibu kota Negara Republik Indonesia, citra negatif amat mudah diekspose ke luar negeri, sehingga merugikan dalam bidang diplomasi.

Tujuan dari kajian ini adalah salah satu upaya untuk menanggulangi bahaya banjir pada masa yang akan datang.

## **BAHAN DAN METODE**

Penulisan makalah ini dilakukan secara kualitatif dengan cara mengumpulkan dan mengkaji data sekunder yang berhubungan dengan biofisik wilayah tangkapan air sungai Ciliwung. Kajian difokuskan pada empat faktor utama yang erat hubungannya dengan mutu wilayah tangkapan air sungai Ciliwung yakni fisiografi dan topografi, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan. Untuk konfirmasi kondisi lapangan, telah dilakukan wawancara dengan staf Sub Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Ciujung-Ciliwung di Bogor dan staf Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor- Balai Wilayah II - Badan Meteorologi dan Geofisika

Keterangan tentang jenis tanah berdasarkan Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat (Lembaga Penelitian Tanah, 1966). Klasifikasi tanahnya menggunakan sistem Dudal &

Soepraptohardjo (1957), yang disepadankan oleh Subagyo *et al.* (2000) ke dalam *Soil Taxonomy System* (Soil Survey Staff, 1975) dan *Soil Units* (FAO-Unesco, 1974).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peranan Kabupaten Bogor

Dalam konteks pembangunan regional Jabotabek, Kabupaten Bogor berfungsi sebagai daerah penyangga DKI Jakarta sebagai ibu kota Negara RI (Sekretariat Daerah Kabupaten Bogor, 2001). Di wilayah Kabupaten Bogor terdapat 122 situ dan 6 daerah aliran sungai: DAS Cidurian, DAS Cimanjeuri, DAS Cisedane, DAS Kali Angke, DAS Bekasi, dan DAS Citarum (Sub DAS Cipamingkis dan Cibeet). Situ berfungsi untuk menampung limpasan air dan suplai air. Khususnya DAS Ciliwung yang berhulu di wilayah Kabupaten Bogor dan bermuara di Jakarta.

Sebagai daerah penyangga, Kabupaten Bogor mengambil langkah-langkah pengendalian fungsi situ sebagai penampungan dan peresapan air, pengamanan areal situ, pembersihan dari gulma, serta membuat situ baru. Penanganan konservasi tanah dan air dilakukan melalui kegiatan-kegiatan: penertiban penggunaan di lereng-lereng gunung yang curam, pembuatan terasering sejajar kontur, pembuatan sumur serapan air, pengendalian pemantauan lahan, penanganan dan pencegahan pencemaran sungai melalui program kali bersih terpadu, penghijauan pada lahan hulu DAS, khususnya DAS Ciliwung, dan penertiban bangunan pada lahan bantaran sungai.

### Kondisi Biofisik DAS Ciliwung

DAS Ciliwung terletak pada  $106^{\circ}48'$  -  $107^{\circ}00'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}02'$  -  $6^{\circ}54'$  Lintang Selatan, mempunyai luas 38.260 ha terdiri dari tiga Sub DAS yakni: Sub DAS Ciliwung Hulu (14876 ha; 38,88%), Sub DAS Ciliwung Tengah (13.760 ha; 35,96%), dan Ciliwung Hilir (9624 ha; 25,16%) (Bajai RLKT Citarum-Ciliwung, 2002). Sungai Ciliwung bermula dari Gunung Talaga/Mandalawangi pada ketinggian 1.725 m dpl (Kartiwa, 1992). DAS Ciliwung sendiri terletak dalam wilayah administrasi Kabupaten Bogor, Kodya Bogor, Kodya Depok, dan DKI Jakarta.

Gambaran fisiografi DAS Ciliwung dari hulu ke hilir diawali dari lereng G.Talaga/Mandalawangi diikuti dataran volkan sampai Sub DAS Ciliwung Hilir bagian selatan, kemudian diikuti landform aluvial dan landform marin. Landform lereng dan dataran volkan berbahan induk tuf volkan intermedier, sedangkan landform aluvial dan marin berupa bahan endapan resen.

Kemiringan lahan berpengaruh pada erosi permukaan, semakin miring semakin besar tingkat bahaya erosinya. DAS Ciliwung yang berbentuk memanjang dari kaki G.Talaga/Mandalawangi hingga pantai utara Jakarta mempunyai kelereng beragam (Tabel 1).

Kelas lereng dinyatakan dalam interval kemiringan: datar (0-8%), landai (8-15%), agak curam (15-25%), curam (25-40%) dan sangat curam (>40%).<sup>5</sup>

Tabel 1. Luas Kelas Kelerengan di DAS Ciliwung

Sub DAS	Luas (ha)				
	0-8%	8-15%	15-25%	25-40%	>40%
1.Ciliwung Hulu	5.410	1.660	3.550	1.870	2.385
2.Ciliwung Tengah	13.413	289	45	-	14
3.Ciliwung Hilir	9.624	-	-	-	-
	28.447	1.949	3.595	1.870	2.399

Sumber data: Pola RTL-RLKT Ciliwung, 1986 dalam Balai RLKT Citarum – Ciliwung, 2002.

Berdasarkan Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat (Lembaga Penelitian Tanah, 1966), serta beberapa pengamatan lapang lebih mendalam di Sub DAS Ciliwung Hulu oleh Kartiwa (1992), jenis tanah yang terdapat dalam DAS Ciliwung adalah Litosol, Aluvial Hidromorf, Aluvial Regosol, Andosol, dan Latosol. Padanan serta keterangan utamanya (Subagyo *et al.*, 2000) tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Tanah di DAS Ciliwung, Padanan, Serta Beberapa Keterangan Utamanya.

Jenis Tanah <sup>1)</sup>	Soil Units <sup>2)</sup>	Soil Orders <sup>3)</sup>	Keterangan
Litosol	Lithosols	Entisols	Tanah sangat dangkal, masam sampai agak masam (pH5,0-6,5), kesuburan tanah sedang sampai tinggi.
Aluvial Hidromorf	Fluvisols	Entisols	Tanah lembek (nilai-n < 0,7), kadang mengandung pirit.
Aluvial	Fluvisols	Inceptisols	Tanah agak lembek sampai masam (nilai-n > 0,7), masam sampai agak masam (pH 4,7-6,5), kesuburan tanah sedang sampai tinggi.
Regosol	Arenosols	Entisols	Tekstur kasar, masam sampai agak masam (pH 5,0-6,5), kesuburan tanah sedang sampai tinggi.
Andosol	Andosols	Andisols	Tanah mengandung bahan vulkan, sering terjadi fiksasi fosfat, agak masam (pH5,6-6,5), kesuburan tanah sedang sampai tinggi.
Latosol	Cambisols	Inceptisols	Tekstur tanah halus, masam sampai agak masam (pH4,6-5,5), kesuburan tanah rendah sampai sedang.
	Ferralsols	Oxisols	Tekstur sangat halus (kadar liat > 60%) sangat masam sampai masam (pH3,9-4,9), kesuburan tanah rendah.

<sup>1)</sup> Dudal & SuprptoHardjo (1957)

<sup>2)</sup> FAO -Unesco (1974)

<sup>3)</sup> Soil Taxonomy System (Soil Survey Staff, 1975)

Tanah Aluvial Hidromorf dan Aluvial, menyebar di landform Aluvial/Marin yang terletak dari Kampung Melayu ke pantai utara. Tanah Latosol (Oxisols) menyebar pada lahan atas dari dataran

Jakarta ke selatan hingga sekitar Parung, dilanjutkan oleh tanah Latosol (Incepticols) kemudian diikuti tanah Litosol, Regosol, dan Andosol di Sub DAS Ciliwung Hulu (bagian hulu dari S. Cisukabirus, S. Ciliwung dan S. Cisarua).

Unsur iklim terpenting kaitannya dengan masalah banjir ialah curah hujan. Data curah hujan bulan Januari dan Februari 2002 diperoleh dari Stasiun Klimatologi Darmaga (Tabel 3).

Tabel 3. Curah hujan (mm) bulan Januari dan Februari 2002 di Pos Pengamatan/Stasiun No. 59A Ciawi- Bogor.

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Januari	8.0	36.0	2.0	-	-	17.0	11.0	5.0	8.0	19.0	26.0
Februari	10.0	6.0	36.0	11.0	9.0	27.0	23.0	15.0	19.0	16.0	10.0
Tanggal	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Januari	5.0	34.0	4.0	1.0	14.0	12.0	94.0	36.0	64.0	6.0	
Februari	50.0	4.0	27.0	42.0	2.0	9.0	18.0	23.0	22.0	13.0	
Tanggal	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Januari	5.0	-	29.0	2.0	38.0	33.0	43.0	129.0	32.0	57.0	
Februari	2.0	-	2.0	-	-	-	16.0				

Penggunaan lahan di DAS Ciliwung terdiri dari hutan seluas 5.075 ha (13,26%), lahan kering 8.986 ha (23,49%), sawah 3.024 ha (7,90%), pemukiman 15.064 ha (39,37%), dan lain-lain 3.330 ha (8,70%) (Tabel 4).

Tabel 4. Penggunaan lahan di DAS Ciliwung

Sub DAS	Luas (ha)					
	Hutan	Sawah	Perkebunan	Tegalan	Pemukiman	Lain-lain
1.Ciliwung Hulu	5.075	907	2.781	2.230	1.838	2.045
2.CiliwungTengah	-	2.117	-	6.756	3.602	1.285
3.Ciliwung Hilir	-	-	-	-	9.624	-
Jumlah	5.075	3.024	2.781	8.986	15.064	3.330

Sumber data: Balai RLKT Citarum-Ciliwung, 2002

### Membudayakan Peduli Lingkungan

Masalah banjir di dataran Jakarta perlu kepedulian semua kalangan/status masyarakat penghuni DAS Ciliwung. Keberadaan DAS Ciliwung merupakan karunia Tuhan sebagai sumber kehidupan, sehingga perlu dirawat kebersihannya, tidak membuang limbah dan sampah ke dalamnya sehingga dapat menghambat kelancaran aliran air. Musibah banjir yang pernah terjadi merupakan akibat ketidak-pedulian penghuninya terhadap lingkungan tempat mereka tinggal. Padahal DAS Ciliwung banyak memiliki nilai guna, antara lain sebagai sumber air bersih untuk

keperluan rumah tangga di kota Bogor, Depok, dan Jakarta, serta sumber air irigasi lahan pertanian.

Penggunaan bantaran sungai dan area situ sebagai hunian dapat menimbulkan bencana, dan harus dicegah dengan menerapkan peraturan daerah dan dipertegas dengan sanksi hukum. Masyarakat perlu diperkenalkan pada karakteristik DAS Ciliwung dan upaya-upaya pertolongan ketika bahaya banjir datang dengan alat-alat peraga, dan poster-poster yang mudah dipahami. Pembuatan sumur serapan air perlu dibudayakan. Ukuran sumur yang dapat diterapkan adalah  $1 \times 1 \text{ m}^2$  dengan kedalaman minimal 5 m, 50 meter dari batas tebing untuk Sub DAS Ciliwung Hulu, dan kedalaman 3 meter atau di atas air rembesan (*see page*) untuk Sub DAS Ciliwung Tengah dan Hilir.

### **Pemulihan Lahan Bawah**

Lahan bawah menerima akibat langsung banjir. Pada pasca banjir, terjadi pengendapan lumpur dan sampah di sungai-sungai dan saluran drainase. Endapan lumpur dan sampah ini perlu dikeruk untuk memulihkan daya tampung sungai. Kedukan lumpur dan sampah ini agar tidak menimbulkan masalah sosial, perlu ditempatkan pada tempat khusus (*landfill*) dan tidak ditimbun pada area resapan air. Untuk menetapkan lokasi *landfill* ini perlu diadakan survei terlebih dahulu.

### **Meningkatkan Mutu Wilayah Tangkapan Air**

Keempat faktor yang berperan terhadap banjir (jenis tanah, topografi, curah hujan, dan penggunaan lahan) tidak merupakan variabel yang berdiri sendiri, melainkan satu sama lain saling berkaitan. Air hujan yang jatuh ke bumi pada awalnya diserap tanah sampai jenuh, dan setelah jenuh air hujan berikutnya di transfer menjadi aliran permukaan. Menurut Irianto dan Agus (2000), besarnya aliran permukaan rata-rata mencapai hampir 40% dari total hujan. Dengan demikian diperkirakan apabila di bagian hulu hujan berlangsung secara terus-menerus dalam jangka lama, maka layakannya akan terjadi banjir di bagian hilir. Pada periode antara tanggal 6 Januari hingga 22 Februari (48 hari) hujan relatif terus-menerus di sub DAS Ciliwung hulu (tabel 3), maka banjir besar terjadi di Jakarta.

Irianto dan Agus (2000) menyarankan agar luas teras sawah dioptimalkan mencapai 40% dengan harapan agar air lebih lama berada di dalam DAS. Di DAS Ciliwung luas sawah hanya 7,90% (Tabel 4) jadi masih jauh dari harapan. Perlu diwaspadai adalah penggunaan lahan yang berupa tegalan, pemukiman, dan lain-lain yang mencapai 71,56%, tampaknya merupakan kontributor banjir yang cukup besar, karena sebagian besar air hujan langsung menjadi aliran permukaan.

Menurut Dinas PU Pengairan Cabang Dinas Bogor (1998), dalam Balai RLKT Citarum-Ciliwung (2002) situ dan telaga yang berada di DAS Ciliwung, sebagai salah satu penampung air sementara, 60%-nya dalam keadaan rusak.

Tanah-tanah Aluvial Hidromorf dan Aluvial, yang terletak pada lahan bawah berperan sebagai penerima limpasan air. Dalam hal ini seyogyanya area serapan air tidak digunakan untuk bangunan/perumahan, sebaiknya digunakan untuk kolam atau tambak.

Pada tanah-tanah Litosol, Regosol, dan Andosol yang umumnya peka terhadap erosi karena kestabilan agregatnya rendah, seyogyanya diterapkan teknik konservasi tanah vegetatif. Sedangkan untuk tanah Latosol umumnya mempunyai sifat fisik tanah baik dan erodibilitas (nilai K) tanahnya rendah; sehingga umumnya tidak bermasalah untuk penerapan konservasi tanah dengan pola teknik sipil.

Dari uraian di atas sebagai langkah meningkatkan mutu wilayah tangkapan air ialah mengupayakan menahan aliran permukaan selama mungkin di dalam DAS sebelum akhirnya mengalir ke dalam sungai utama. Hal tersebut sebenarnya sejalan dengan program kerja penanganan konservasi tanah dan air dari Pemerintah Daerah Kabupaten Bogor.

### **Kelembagaan**

Aliran sungai Ciliwung membentang pada ketinggian 0 - 1725 m dpl dengan jarak relatif pendek (sekitar 100 km), mudah diduga air bah dari daerah hulu akan sangat deras mengalir ke dataran Jakarta dalam waktu relatif singkat. Dengan demikian diperlukan sarana komunikasi yang cepat pada titik-titik kontrol untuk mengantisipasi datangnya bahaya banjir. Musibah banjir-2002 masih mungkin terulang pada waktu yang akan datang apabila pengelolaan DAS Ciliwung ini diabaikan. Mengingat DAS Ciliwung berdampak langsung terhadap Jakarta sebagai ibu kota Negara RI, kiranya perlu diadakan otorita khusus (dibawah pengawasan bersama pemerintah Kabupaten Bogor dan DKI Jakarta) yang bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanannya. Karena pada hakekatnya semua penghuni DAS ini memerlukan hidup nyaman, maka wajib bertanggung jawab terhadap kelestarian lingkungannya dan memikirkan masalah pendanaannya, khususnya oleh golongan ekonomi kuat.

### **KESIMPULAN**

Pedulih lingkungan perlu dibudayakan pada semua kalangan/lapisan masyarakat penghuni DAS Ciliwung. Untuk pengelolaan DAS Ciliwung perlu suatu otorita khusus yang bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanannya. Sedangkan upaya mengurangi dampak banjir secara fisik dengan memulihkan daya tampung dan kebersihan sungai pada lahan bawah dan meningkatkan mutu wilayah tangkapan air pada lahan atas.

## PUSTAKA

- Amien I. dan I. Las. 2000. Antisipasi dan Penanggulangan Anomali Iklim dalam Manajemen Pertanian di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Puslitbangtanak-Balitbang Pertanian-Departemen Pertanian. Hal 157-169
- Badan Meteorologi dan Geofisika-Balai Wilayah II-Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor. 2002. Hari dan curah hujan Pos Pengamatan/Stasiun No. 59A, Ciawi-Bogor.
- Balai RLKT Citarum-Ciliwung. 2002. Karakteristik dan Permasalahan DAS Ciliwung (Tidak dipublikasikan). Hal 1-2; 10.
- Bemmelen, R. W. van. 1949. The Geology of Indonesia. Vol I. The Hague. p 27
- Dudal R. & M. Soeprtohardjo. 1957. Soil Classification in Indonesia. Contr. Gen. Agric. Res. Sta. No.148. 15 pp.
- FAO-Unesco. 1974. Soil Map of the World skala 1:5.000.000 Vol.I. Legend. Unesco. Paris. 15 pp.
- Irianto, G. dan F. Agus. 2000. Strategi Pengelolaan dan Pengembangan Potensi Sumberdaya Air untuk Peningkatan Produksi Pertanian Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Puslitbangtanak-Balitbang Pertanian-Departemen Pertanian. Hal 113-136.
- Kartiwa, B. 1992. Pengelolaan Sub DAS Ciliwung Hulu. FMIPA-IPB. Hal 7-11
- Lembaga Penelitian Tanah. 1966. Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat. Bogor.
- Pawitan H., A. Bey, dan R. Boer. 2000. Strategi dan Konsep Penanggulangan Dampak Anomali Iklim untuk Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Puslitbangtanak-Balitbang Pertanian-Departemen Pertanian. Hal 137-156.
- Sekretariat Daerah Kabupaten Bogor. 2001. Potret Kabupaten Bogor Dalam Otonomi Daerah. Hal 4-6.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. A Basic System for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA-SCS Agric Handb.436. pp 91-93.
- Subagyo H., Nata Suharta, dan A. Bambang Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslitbangtanak-Balitbang Pertanian-Dept.Pertanian. hal 21-65.