

**INVENTARISASI NILAI INDEKS BEBERAPA AKAR POHON PADA
JENIS TANAH YANG BERBEDA UNTUK MENSTABILKAN TEBING
LAHAN DI DAS KONTO HULU**

oleh :

EMMANUEL ARDIAN KRISTANTO

0210430023 - 43



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2009

RINGKASAN

Emmanuel Ardian K (NIM. 0210430023). Inventarisasi Nilai Indeks Beberapa Akar Pohon Pada Jenis Tanah yang Berbeda Untuk Menstabilkan Tebing Lahan di DAS Konto Hulu. Dibawah bimbingan : Abdul Mukri P Sebagai Pembimbing Utama Dan Kurniatun Hairiah Sebagai Pembimbing Pendamping

Dilaporkan bahwa selama musim penghujan tahun 2004, ditemukan 89 titik longsor pada DAS Konto, dengan ukuran longsor yang cukup bervariasi. Dengan banyaknya longsor pada tebing sungai menyebabkan kualitas air sungai menurun, karena banyak massa tanah tebing berpindah kedalam sungai dan mengalir mengikuti aliran air sungai, sehingga air tanah berwarna coklat keruh. Beberapa factor penyebab longsor adalah intensitas hujan, jenis tanah, tingkat kelerengan dan kerapatan vegetasi penutup.

Penelitian ini bertujuan untuk menghimpun informasi tentang potensi pohon yang baik dalam membantu menstabilkan lereng dengan menfokuskan pada Indeks Jangkar sebagai pondasi dan Indeks Cengkeram sebagai media pengikat lapisan tanah.

Penelitian ini dilakukan di Sub Das Konto Hulu meliputi kecamatan Pujon dan Ngantang. Tahapan penelitian meliputi : Survey lokasi dan tanaman yang sesuai karakter penguat tebing, pencatatan Diameter, Indeks Jangkar dan cengkeram pohon, dan melakukan analisa data.

Hasil Penelitian menunjukkan :

1. Terdapat 29 contoh pohon yang dominan di DAS Konto, baik pohon buah-buahan, pohon produksi, dan pohon-pohon komersial.
2. Pengelompokan pohon menurut potensinya dalam menunjang stabilitas tebing mengacu pada Indeks Cengkeram, Indeks Jangkar serta Kualitas Akar.
3. Indeks Cengkeram akar di DAS Konto Hulu mempunyai nilai yang sangat rendah yaitu kurang dari 1.0. Namun Indeks Jangkar Akarnya sangat bervariasi dengan rata-rata 0.50
4. Indeks Jangkar Akar di tanah Inceptisol tidak lebih besar dari pada IJA di tanah Andisol.
5. Pohon yang berpotensi dapat menunjang stabilitas tebing adalah Dadap karena mempunyai indeks Jangkar yang cukup yaitu 3.34, dan juga mempunyai berat jenis yang cukup yaitu 0.28 g cm⁻³.
6. Catarena, surian rambutan, apel, mindi, kemiri, dan kopi Robusta adalah pohon-pohon yang mempunyai ICA dan IJA rendah tetapi mempunyai berat jenis yang sangat baik.

SUMMARY

Emmanuel Ardian K (NIM. 0210430023). Inventory Value Index On Tree Roots Some Kind of Different Land to stabilize Precipice Konto Hulu Area in The Upstream. Supervisor : Abdul Mukri P and Co- Supervisor : Kurniatun Hairiah.

It was reported that during the rainy season in 2004, found 89 point landslide on DAS Konto Hulu, with quite varied size of the landslide. The number of landslides in the canyon of river cause the river water quality declining, as many land masses move into the river canyon and the stream flowing river water, ground water so muddy brown. Several factors cause landslides is rainfall intensity, soil type, level and density slope condescendent vegetation.

This study aimed to collect information about the potential of trees to help stabilize the slope with focused on the anchor Index as foundation and and root binding index as soil layer of tape media.

Research was conducted in sub-Das Konto Hulu district includes Pujon and Ngantang. Stages of the research include: Survey and location of plants suitable brace characters cliffs, recording Diameter, Index of root binding and anchor the tree, and perform data analysis.

Research shows:

1. There are 29 examples of the dominant trees in the watershed Konto, both fruit tree, production tree, and commercial tree-lined.
2. The tree according to its potential in supporting the stability of cliffs to the Index of Root Binding, Quality Index and anchor roots.
3. Index Binding roots in the DAS Konto Hulu has a very low value that is less than 1,0. However, Index root anchors vary widely with an average of 0,50
4. Roots anchor the index in the land of Inceptisol not bigger than the land in Ija Andisol.
5. Tree that potentially can support the stability of cliffs Dadap is because the index has a quite anchor the 3,34, and also has enough density that is 0,28 g cm-3.
6. Catarena, surian rambutan, apple, mindi, hazelnut, and Robusta coffee trees that have IRA and IRB but have a low specific gravity that is very good.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: Inventarisasi Nilai Indeks Beberapa Akar Pohon Pada Jenis Tanah yang Berbeda Untuk Menstabilkan Tebing Lahan di DAS Konto Hulu . Penulis menyadari telah banyak menerima bantuan dari semua pihak dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas segala bantuan baik spiritual dan material kepada semua pihak, terutama:

1. Bapak dan Ibu serta seluruh keluarga atas doa dan dorongannya.
2. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Abdul Mukri P .M Agr. Sc. selaku dosen pembimbing I.
4. Ibu Prof. Ir Kurniatun Hairiah ,PhD. sebagai dosen pembimbing II.
5. Ibu Leny Sri Nopriani, SP. MP. Sebagai dosen penguji.
6. Seluruh dosen di Fakultas Pertanian terutama Jurusan Tanah.
7. Pengelola laboratorium, pengelola koleksi buku dan Administrasi, atas kerjasamanya selama ini.
8. Teman-teman angkatan 2001, 2002, 2003, 2004 dan 2005, atas SOIL_daritas dan kekompakannya.
9. Seluruh mahasiswa Fakultas Pertanian atas kerjasamanya.
10. Semua pihak yang membantu penyelesaian skripsi ini.

Kritik dan saran sangat penulis harapkan seiring dengan upaya perbaikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca umumnya dan penulis khususnya.

Malang, Juli 2009

Penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 17 Desember 1983, dan merupakan putra pertama dari pasangan Bapak Pundjul Prijono dan Ibu Warih Sutji Rahayu. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Mardiwiyata II Malang (1990-1996), dan melanjutkan ke SLTP Negeri 2 Malang (1996-1999), kemudian meneruskan ke SMU Kr. Kalam Kudus Malang (1999-2002). Penulis masuk Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui UMPTN tahun 2002.

Selama masa kuliah, penulis aktif di kegiatan akademik maupun keorganisasian. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Geomorfologi dan Analisis Lansekap (GAL), Interpretasi Foto Udara (IFU), dan Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (STEL). Beberapa proyek penelitian juga pernah diikuti oleh penulis, salah satunya adalah proyek penelitian mengenai Bahaya Longsor dan Penanggulangannya.

DAFTAR ISI

RINGKASAN i

SUMMARY ii

KATA PENGANTAR iii

RIWAYAT HIDUP iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 3

1.3 Hipotesis 3

1.4 Manfaat 3

1.5 Alur Pemikiran 4

1.6 Rumusan Masalah 4

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Tanah Longsor (*Landslides*) 5

2.2 Hubungan Stabilitas Lereng dengan Longsor 7

2.3 Hubungan Kesetabilan Lereng dengan Sistem Perakaran 7

2.4 Distribusi Akar 8

2.5 Akar Sebagai Jangkar 9

2.6 Hubungan Longsor Dengan Jenis Tanah 9

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 11

3.2 Alat dan Bahan 11

3.2.1 Bahan 11

3.2.2 Alat 12

3.3 Variabel Yang diukur 12



3.4 Tahapan Penelitian	13
3.4.1 Survey lokasi.....	13
3.4.2 Inventarisasi Jenis Tanaman	14
3.4.3 Pemilihan Jenis Pohon yang Akan diteliti	15
3.4.4 Pengukuran dan Pengambilan Sample	15
3.5 Analisa Data	20

IV. KONDISI UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1 Lokasi	21
4.2 Perhubungan	21
4.3 Iklim	23
4.4 Landform	24
4.4.1 Lereng	26
4.4.2 Relief	26
4.5 Hidrologi	28
4.6 Tanah	30
4.7 Penggunaan Lahan	32

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi 2 Jenis Tanah	34
5.2 Karakteristik Pohon Yang Paling Relevan Untuk Penguat Tebing	34
5.2.1 Diameter Pohon	35
5.2.2 Distribusi Perakaran	37
5.3 Hubungan Tajuk dan Akar	39
5.4 Potensi Akar pohon Sebagai Penguat Tebing	39
5.4.1 Indek Jangkar Akar (IJA)	40
5.4.2 Indeks Cengkram Akar (ICA)	42
5.4.3 Kualitas Akar	44
5.5 Klasifikasi Potensi Pohon Sebagai Penguat Tebing	46
5.5.1 Indeks Cengkram dan Indeks Akar	46
5.5.2 Kualitas Akar	48

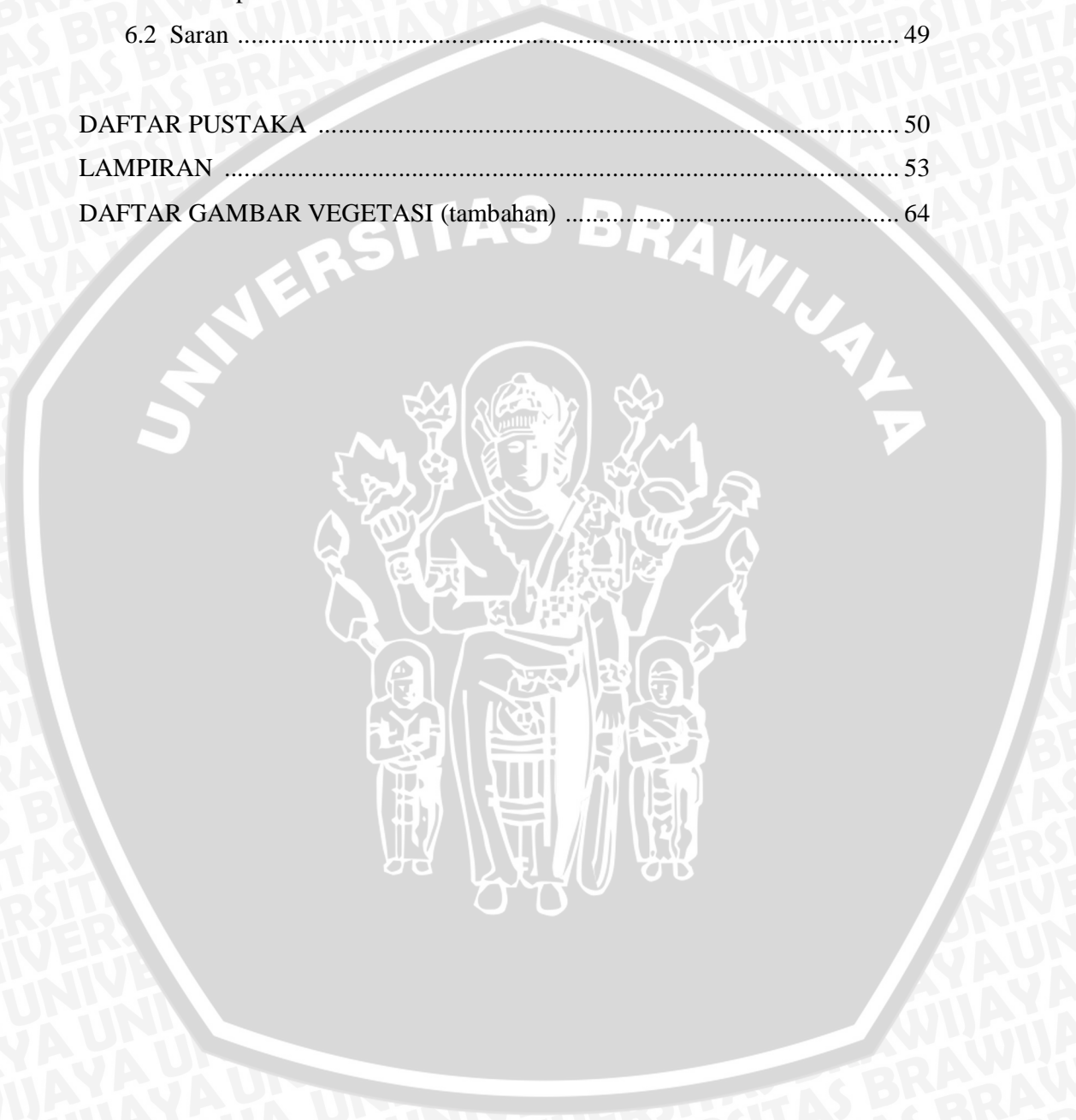
VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 49
6.2 Saran 49

DAFTAR PUSTAKA 50

LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR VEGETASI (tambahan) 64



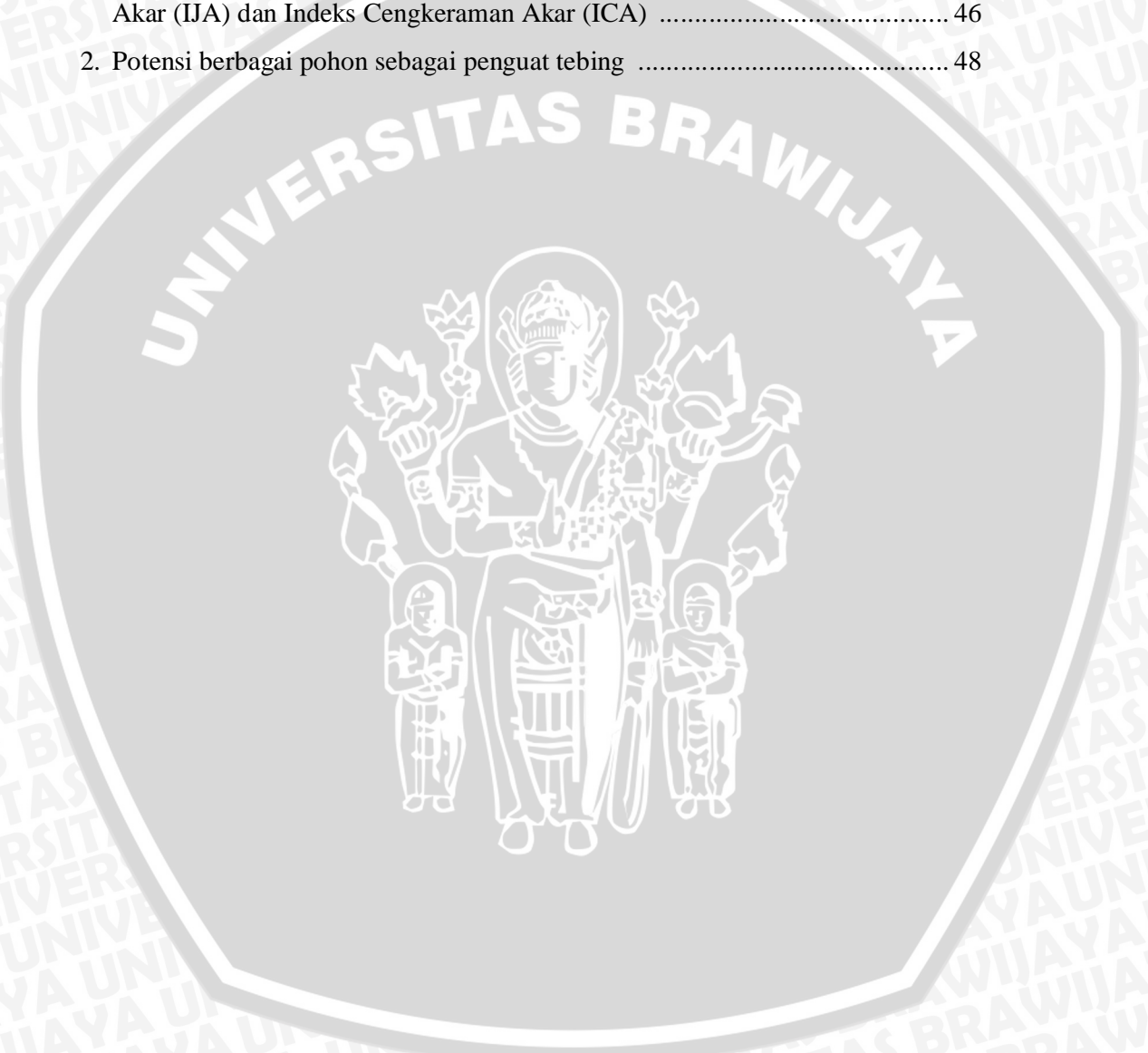
DAFTAR GAMBAR

1. Tahapan Penelitian	13
2. Lokasi Penelitian di DAS Konto Hulu	14
3. Penampang Akar	16
4. Pengambilan contoh akar	17
5. Posisi DAS Konto Hulu di Kabupaten Malang	22
6. Curah Hujan Bulanan DAS Konto Hulu Tahun 1991-2005	23
7. Landform DAS Konto Hulu	25
8. Peta Kemiringan Lereng DAS Konto Hulu	27
9. Peta Pola Drainase DAS Konto Hulu	29
10. Peta tanah DAS Konto Hulu	31
11. Peta Penggunaan Lahan di DAS Konto Hulu	33
12. Sebaran dbh batang pohon berumur sekitar 5 tahun di DAS Konto Hulu	36
13. Grafik sebaran diameter batang pohon di dua tempat	36
14. Sebaran akar utama berbagai phon yang diukur di sekitar DAS Konto Hulu	38
15. Pengaruh tajuk tanaman terhadap akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu ...	39
16. Sebaran Indeks Jangkar akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu	41
17. Sebaran Indeks Cengkeram Akar berbagai jenis Pohon	43
18. Sebaran berat jenis (BJ) akar berbagai pohon di DAS Konto Hulu	45
19. Pengaruh BJ Akar dan BJ Pohon	45



DAFTAR TABEL

1. Pengelompokan jenis pohon berdasarkan potensinya dalam meningkatkan stabilitas tebing. Pengukuran dilakukan pada beberapa pohon yang tumbuh di sepanjang sub-DAS Way Petai dan sub-DAS Way Ringkih, Sumberjaya, DAS Bedadung (Jember) dan DAS Konto (Batu) berdasarkan nilai Indeks jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeraman Akar (ICA) 46
2. Potensi berbagai pohon sebagai penguat tebing 48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai Konto terletak di barat laut Kabupaten Malang antara 642500 mU sampai 667500 mU dan 9140500 mT sampai 9126000 mT pada zona 49 M. Hampir pada setiap tahunnya di daerah tersebut dilaporkan banyak terjadi longsor baik di depanjang tebing sungai, maupun di tebing jalan, salah satunya karena terletak pada daerah yang curam (Mustikaningrum, 2006). Selain itu juga dilaporkan bahwa selama musim penghujan tahun 2004, ditemukan 89 titik longsor pada DAS Konto, dengan ukuran longsor yang cukup bervariasi. Dengan banyaknya longsor pada tebing sungai menyebabkan kualitas air sungai menurun, karena banyak massa tanah tebing berpindah ke dalam sungai dan mengalir mengikuti aliran air sungai, sehingga air tanah berwarna coklat keruh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor adalah kelerengan yang curam, intensitas hujan yang tinggi, jenis tanah, jenis dan kerapatan vegetasi. Untuk memperkuat tebing sungai agar tidak terjadi longsor biasanya masyarakat pemilik lahan di tepi sungai menanaminya dengan berbagai macam pohon yang memiliki nilai ekonomi antara lain sengon, surian, eucalyptus, durian, alpukat dan banyak lagi. Kemampuan vegetasi dalam meningkatkan stabilitas lereng tergantung pada kerapatan dan jenis pohon yang ditanam. Kemampuan pohon dalam meningkatkan stabilitas tebing ditentukan oleh kedalaman dan kekuatan perakarannya yang berfungsi sebagai jangkar, intensitas dan kekuatan perakaran

di permukaan tanah sebagai pencengkeram permukaan tanah agar tanah tidak berguling ke lereng bawah (Swatson dan Ziemer, 1977; Hairiah *et al*, 2006).

Sistem pola tanam Agroforestry merupakan sistem yang berpotensi besar untuk mengurangi kerugian petani akibat longsor, karena sistem tersebut memiliki jaringan perakaran yang beragam. Veronika (2006) melaporkan bahwa pohon-pohon bernilai ekonomi tinggi seperti kopi, durian, dan nangka berpotensi besar untuk meningkatkan stabilitas tebing di Sumberjaya (Lampung Barat) karena memiliki Indeks Jangkar akar (IJA) dan Indek Cengkraman Akar (ICA) yang tinggi.

Pertumbuhan tajuk dan akar tanaman bervariasi tergantung pada iklim dan jenis tanahnya. Faktor tanah mempengaruhi pertumbuhan akar melalui ketersediaan air dan hara, serta adanya lapisan padat dan adanya unsur beracun di lapisan dalam. Hasil pengukuran Indeks perakaran pada jenis tanah Inceptisol di Sumberjaya (Veronika, 2006) mungkin berbeda dengan pohon yang sama yang tumbuh pada Andisol di DAS Konto. Untuk itu, pengukuran Indeks perakaran Indeks perakaran beberapa pohon yang bermanfaat perlu diperluas di beberapa jenis tanah.

Guna meningkatkan ketertarikan masyarakat, maka pohon penguat tebing harus dipilih yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan memiliki nilai ekologi yang mendukung. Nilai ekologi ini berupa tajuk tanaman yang berguna sebagai penutup lahan dan menambah bahan organik tanah melalui masukan seresahnya yang gugur dan perakarannya yang mati, dan melalui perakarannya yang intensif dan dalam sebagai jangkar. Penelitian ini difokuskan pada pengukuran Indeks

perakaran berbagai jenis pohon yang tumbuh disepanjang DAS Konto Hulu yang cocok sebagai penguat tebing sungai

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh jenis tanah terhadap Indeks Cengkaraman dan Indeks Jangkar Akar.
2. Untuk mengetahui macam vegetasi yang unggul dalam menjaga stabilitas lereng.

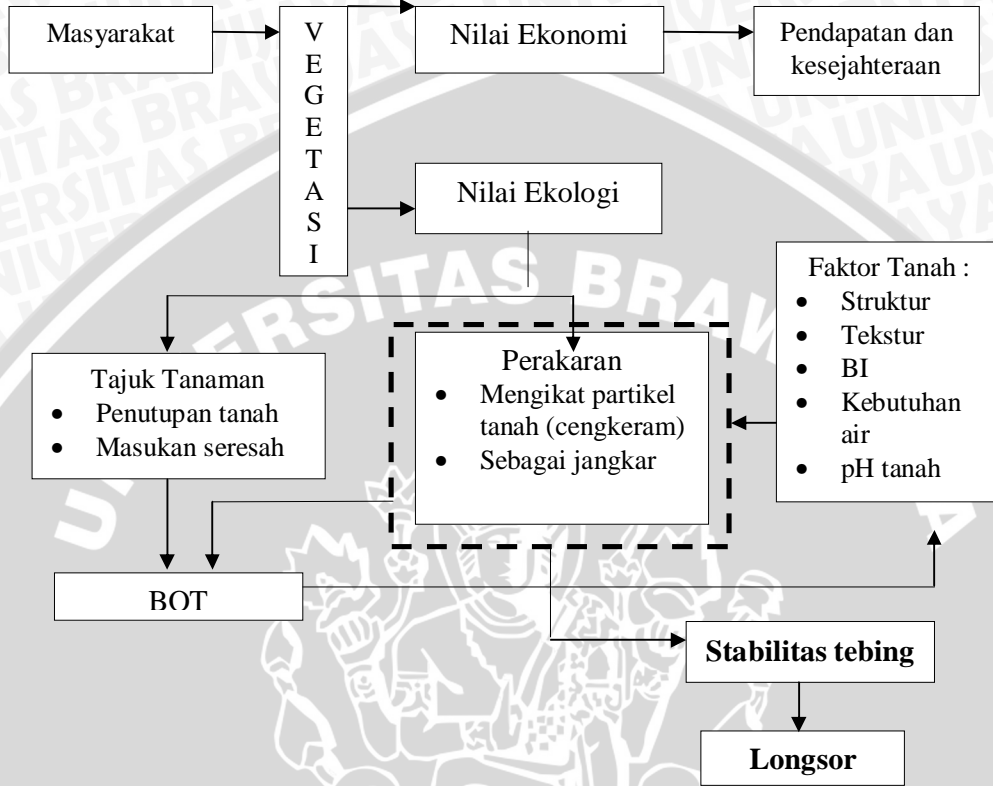
1.3 Hipotesa

Potensi akar pohon sebagai jangkar pada tanah inceptisol lebih tinggi daripada andisol

1.4 Manfaat

Memberikan informasi potensi pohon sebagai penguat tebing dalam sistem Agroforestry.

1.5 Alur Pemikiran



Alur pemikiran dan pemecahan permasalahan

1.6 Rumusan Permasalahan

Setelah jenis vegetasi dikelompokkan dari sebaran yang ditemukan pada penelitian tentang jenis tanaman berkaitan dengan nilai ICA dan IJA –nya, apakah sebaran yang telah didapat akan berbeda jika berada pada jenis tanah yang berbeda?, yang nantinya juga akan berpengaruh pada pengelompokan vegetasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Longsor

(Suprayogo *et al.*, 2005) Longsor merupakan gerakan masa tanah (mass wasting) dari lereng berupa tanah atau batuan secara cepat atau perlahan menuju lereng bawah karena pengaruh gaya gravitasi.

Longsor terjadi karena alam mencari keseimbangan baru akibat adanya faktor lingkungan yang menyebabkan pengurangan kuat geser tanah (Suryolelono, 1997)

Tangestani (2004) menjelaskan bahwa faktor utama yang mempengaruhi tanah longsor adalah:

1. Geologi, yang meliputi lithologi, struktur geologi, dan tingkat pelapukan batuan;
2. Geomorfologi, yang meliputi tingkat kelerengan, aspek lereng dan relief;
3. Tanah, yang meliputi kedalaman solum, struktur tanah, permeabilitas tanah, dan porositas;
4. Penggunaan lahan (*landuse*) dan penutupan lahan (*landcover*); dan
5. Kondisi hidrologi seperti *runoff*, evaporasi dan infiltrasi.

Tanah longsor terjadi karena adanya perubahan-perubahan secara tiba-tiba ataupun perlahan-lahan atau bertahap dalam komposisi, struktur, daur hidrologi atau kondisi vegetasi di suatu lereng. Perubahan-perubahan itu menurut Paripurno (2001) bisa terjadi karena beberapa hal. Pertama, getaran-getaran bumi karena

gempa, peledakan, mesin-mesin, lalu lintas dan guntur atau petir. Sebagian besar kelongsoran yang paling parah akibatnya dipicu oleh gempa bumi. Kedua, perubahan-perubahan kadar air dalam tanah akibat hujan lebat atau kenaikan ketinggian permukaan air. Ketiga, hilangnya penopang tanah permukaan bumi yang bisa terjadi akibat erosi, proses pelongsoran terdahulu, pembangunan, penggalian, penggundulan atau hilangnya tumbuh-tumbuhan yang semula akarnya mengikat tanah. Keempat, peningkatan beban pada tanah yang disebabkan oleh hujan deras, salju, penumpukan batu-batu lepas atau bahan-bahan yang dimuntahkan gunung api, bangunan, sampah, limbah, dan tanaman. Kelima, pengairan atau tindakan fisik dan kimiawi lainnya yang dapat menurunkan kekuatan tanah dan bebatuan setelah jangka waktu tertentu.

Tanah longsor (landslide) menurut Wahyunto (2003) adalah gerakan masa tanah (termasuk batuan), lapisan hasil sedimentasi yang belum terkonsolidasi atau lapisan tanah bagian lereng dengan kemiringan landai atau sangat curam kearah kaki lereng sebagai akibat terlampauinya keseimbangan daya tahan lerengnya. Menambahkan Darsoprajitno (1997) bahwa tanah longsor merupakan gerakan tanah dengan kecepatan tinggi dan bergerak dengan suara gemuruh karena bercampur batu berbagai ukuran. Tanah longsor dapat terjadi dimana saja, terutama pada waktu musim penghujan dan didaerah yang miring medannya. Meskipun pada suatu lereng yang tertutup hutan, akan tetapi jika dibawah lapisan tanah terdapat suatu lapisan batuan yang mudah sekali menjadi bidang peluncur jika licin karena basah, maka tanah longsor dapat pula terjadi. Potensi tanah longsor di Indonesia cukup besar, hal ini disebabkan karena kondisi dan proses

geologi seperti proses pengangkatan, patahan, gempa bumi, dan aktifitas vulkanik masih terus berlangsung.

2.2 Hubungan Stabilitas Lereng dengan Longsor

Kemiringan lereng yang curam dengan penutupan vegetasi yang rendah dapat mengakibatkan kestabilan lereng tersebut rendah. Apalagi jika lereng tersebut dipengaruhi oleh struktur geologi seperti patahan, rekahan dan lipatan. Jika arah pelapisan batuan searah dengan kemiringan lereng dan terdapat patahan aktif, maka daerah-daerah semacam ini akan sangat tinggi tingkat bahaya longsohnya (Djamaluddin, 2004). Pada lereng yang lebih curam, tingkat bahaya longsor tinggi karena ada gaya gravitasi yang menarik pergeseran massa tanah yang lebih tinggi. Perpindahan ini juga mempengaruhi kestabilan tanah pada lereng tersebut (Anonymous, 2004)

2.3 Hubungan Kestabilan Lereng dengan Sistem Perakaran

Akar merupakan suatu bagian vegetasi yang menghubungkan vegetasi tersebut dengan tanah. Akar mempunyai fungsi bagi vegetasi sebagai penyerap unsur hara dan air yang terdapat dalam tanah, sedangkan bagi tanah sebagai pemodifikasi sifat - sifat fisik tanah maupun sifat tanah lainnya (Fisher *et al.*, 2000). Perakaran suatu vegetasi yang ideal adalah suatu perakaran yang semakin ke dalam semakin kecil kerapatannya (Udawatta dan Henderson, 2002).

Pohon pohon yang memiliki perakaran yang rapat dan besar dapat mencegah pengumpulan air secara cepat. Selain itu juga dapat mengurangi

limpasan permukaan dan memperbanyak infiltrasi. Adanya pohon - pohon tersebut dapat mengurangi risiko terjadinya banjir baik yang diawali dari penggenangan maupun limpasan permukaan yang besar. Menurut Tobias (1994) dalam Quinton *et al.* (1997) akar tanaman dapat memperkuat tanah dan menambah kemampuan infiltrasi tanah. Kemampuan infiltrasi suatu tanah akan berbeda dikarenakan tipe akar vegetasi yang berbeda dan terus tumbuh pada waktu tertentu.

2.4 Distribusi Akar

Distribusi perakaran berbeda pada setiap jenis tanah dan tanaman. Menurut Akinnifesi, *et al.* (2004), pada agroekosistem multispecies, distribusi akar tanaman dipengaruhi oleh genotip tanaman, kondisi tanah, ketersediaan nutrisi dan kekuatan tanaman itu sendiri. Akar tanaman akan dapat mencapai kedalaman yang relative dalam jika ditunjang dengan kondisi tanah yang baik.

Tanaman perakaran dangkal mengalami penurunan yang drastis pada jumlah masa, panjang atau kepadatan akar dengan bertambahnya kedalaman tanah (Akinnifesi, *et al.*, 2004). Akinnifesi, *et al.* (2004) juga menyatakan bahwa pada tanaman tahunan, akar tanaman banyak dijumpai di lapisan bawah yang merupakan zona makanan, ini berarti bahwa pohon dapat bertahan lebih baik dari cengkaman air daripada tanaman musiman. Pohon mampu beradaptasi pada kondisi semiarid karena memiliki system perakaran yang dalam, sebagai contoh adalah *Prosopis cineraria* dan *Faidherbia albida* yang menembus tanah yang cukup dalam.

2.5 Akar Sebagai Jangkar

Menurut Ennos dan Pellerin (2000), akar memiliki system jangkar yang kuat jika tersebar luas baik secara horizontal maupun vertical. Fungsi akar sebagai jangkar banyak dilakukan oleh akar yang tumbuh secara vertical yang bertindak seperti pondasi pilar. Saat pohon mengalami dorongan, akar akan berotasi pada titik tertentu di bawah permukaan tanah. Pergerakan ini melawan dua komponen yaitu tekanan dari tanah ke arah lateral dan bengkokan dari akar itu sendiri. Akar tanaman akan dapat mencapai kedalaman yang relative dalam jika ditunjang dengan kondisi tanah yang baik.

Tanaman berperakaran dangkal mengalami penurunan yang drastic pada jumlah massa, panjang atau kepadatan akar dengan bertambahnya kedalaman tanah (Akinnifesi, *et al*, 2004). Akar tanaman banyak dijumpai di lapisan bawah yang merupakan zona makanan, ini berarti bahwa pohon dapat bertahan lebih baik dari cengkraman air daripada tanaman semusim. Pohon mampu beradaptasi pada kondisi semiarid karena memiliki sistem perakaran yang dalam (Akinnifesi, *et al*, 2004).

2.6 Hubungan longsor dengan jenis tanah

Setiap tanah memiliki ketahanan yang berbeda-beda terhadap longsor karena sifat tanah yang bermacam-macam (Suprayogo *et al*, 2005). Salah satunya adalah kondisi tanah dan bahan induknya (Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, 2004). Terdapatnya lapisan tanah yang tebal di atas lapisan batuan kedap air menjadi bidang luncur yang membantu pemindahan lapisan tanah ke lereng bawah. Kondisi geologi antara lain jenis tanah, tekstur, bahan

organik dan bentuk butiran tanah memberikan kontribusi terhadap pengurangan kuat geser tanah pada lereng yang mengalami longsor (Suryolelono, 1997).

Tanah dengan dominasi pasir seperti pasir berlempung dan lempung berpasir umumnya bersifat lunak dan mudah dilalui air sehingga mudah terjadi longsor bila sudah mengalami jenuh air. Struktur tanah yang kurang mantap juga merupakan faktor penyebab terjadinya longsor. Hal ini diakibatkan oleh struktur tanah yang kurang mantap dapat mengurangi kestabilannya, sehingga daya hancur air hujan akan memudahkan penghancuran dan perpindahan massa tanah (Anonimous, 2004).

Permeabilitas tanah juga merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Permeabilitas yang cepat dan terjadi pada daerah berlereng curam akan mempercepat terjadinya longsor. Hal ini karena permeabilitas yang cepat akan mempercepat terjadinya penjenahan pada tanah. Apabila kondisi demikian terdapat pada lahan berlereng curam dan bersolum dangkal, maka potensi longsor akan tinggi. Kedalaman solum berpengaruh terhadap kapasitas air yang masih dapat ditahan oleh tanah. Sehingga, kedalaman solum yang tebal dapat menyimpan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga potensi longsor akan diperlambat, demikian pula sebaliknya (Suryono *et al.*, 2000). Namun demikian, kedalaman solum yang tebal juga mampu menciptakan potensi longsor. Hal ini disebabkan oleh solum dalam mampu menyimpan air dalam jumlah banyak. Kondisi ini dapat menjadi pemicu longsor, karena meningkatnya beban akibat tambahan massa air pada tanah tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Konto Hulu. Penyiapan peta dan acuan pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pedologi, Penginderaan Jauh dan Pemetaan (Lab P2JP) dan Laboratorium Sistem Informasi Geografi (Lab SIG) Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2006 sampai Juni 2007

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Bahan

3.2.1.1 Penyiapan peta

1. Foto Udara pankromatik skala 1:50.000 untuk mengetahui jenis landform dan macam landuse yang telah ada di daerah penelitian;
2. Peta Jenis Tanah skala 1:50.000 ;
3. Peta Rupa Bumi lembar Pujon, Banjarrejo, Batu dan Bumiaji skala 1:25.000 dari Bakosurtanal untuk melengkapi informasi peta peta yang dibuat; dan
4. Data Curah Hujan

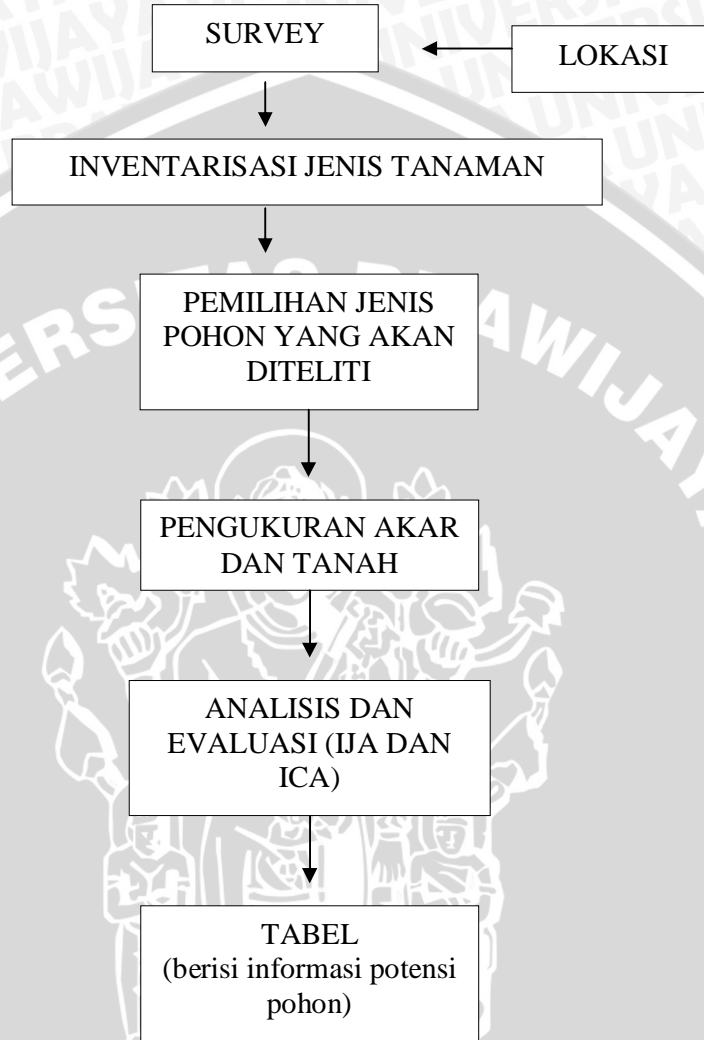
3.2.2 Alat

1. Altimeter dan klinometer
2. Kompas dan GPS (Global Positioning System)
3. Alat-alat ini digunakan untuk pengamatan posisi dan lereng pada suatu landuse (GPS,Klinometer), sedangkan kompas digunakan untuk menggambar sketsa lahan.
4. Jangka sorong
Untuk menghitung diameter perakaran baik secara vertikal dan horisontal
5. Penggaris $\frac{1}{2}$ lingkaran
Sebagai penentu jenis akar (vertikal atau horisontal)
6. Skop
Sebagai alat destruktur untuk melihat perakaran tanaman
7. Gergaji besi
Untuk pengambilan contoh akar
8. Kertas Gosok

3.3 Variabel yang diukur

1. Diameter akar horisontal (Lapang)
2. Diameter akar lateral (Lapang)
3. Diameter batang (Lapang)
4. Berat Jenis akar (Laboratorium)

3.4 Tahapan Penelitian

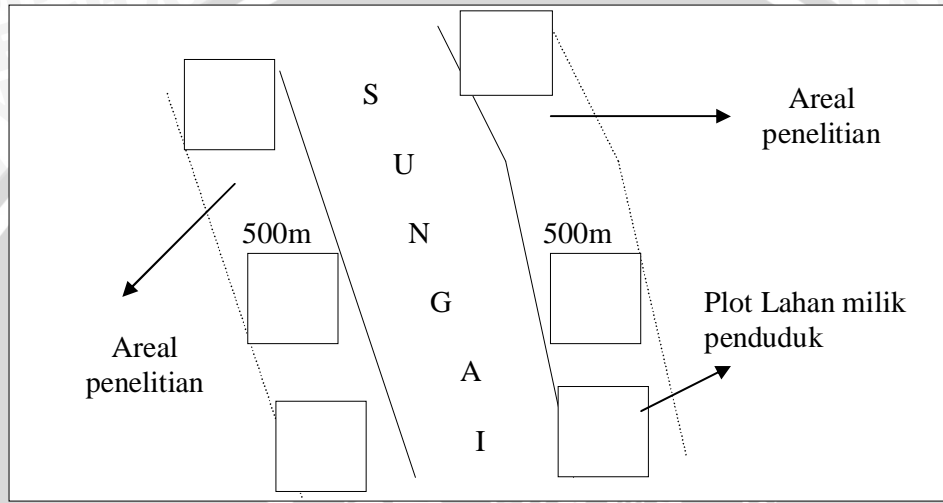


Gambar 1. Tahapan penelitian

3.4.1 Survey Lokasi

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah pembatasan area penelitian peta jenis tanah yang akan dibagi menjadi minimal 2 daerah dengan jenis tanah yang mendominasi, yang nantinya akan menjadi acuan kerja dalam mengambil

contoh pohon yang akan diamati menurut jenis tanah yang berbeda yaitu Andisol dan Inceptisol. Luasan lokasi penelitian ini akan berkisar 500 m dari sungai utama DAS Konto Hulu. Kemudian dilakukan pengumpulan informasi pemilik setiap luasan lahan di lokasi penelitian tersebut



Gambar 2. Lokasi penelitian di DAS Konto Hulu

3.4.2 Inventarisasi Jenis Tanaman

Pencatatan jenis atau spesies pohon dilakukan dengan pencatatan langsung nama pohon yang dapat diketahui melalui warga sekitar atau literature yang ada. Nama, jenis, species pohon yang dicatat ini harus memenuhi beberapa kriteria yaitu :

- Pohon yang dicatat harus bernilai ekonomi
- Pohon berumur sekitar 5 tahun
- Umur pohon yang dicatat diusahakan sama, jika umur pohon sulit diketahui maka dapat dilihat dari diameter batang.

- Pencatatan pohon ini dimasukkan pada suatu form (Table) yang akan dipisahkan lagi menurut jenis tanah yang telah diketahui dari peta jenis tanah.

3.4.3 Pemilihan Jenis Pohon yang Akan Diteliti

Sekitar 35 jenis pohon telah memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Selanjutnya dipilih jenis pohon yang didasarkan pada dominasi pohon. Dominasi pohon dapat ditentukan dengan menghitung persentasi frekuensi jenis pohon yang ditemukan di setiap plot lahan milik penduduk.

Persentasi frekuensi jenis pohon dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah suatu spesies pohon}}{\text{Jumlah Pohon Total}} \times 100\%$$

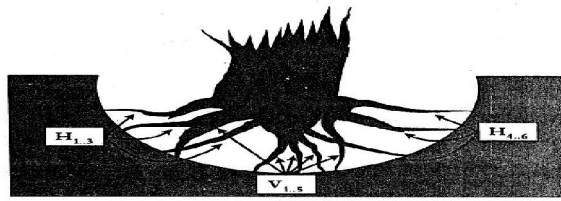
3.4.4 Pengukuran dan pengambilan sampel

Sebelum melakukan pengukuran, pengambilan contoh akar dan tanah dilakukan penggalian disekitar batang pohon. Penggalian secara vertical dilakukan sampai pada kedalaman ± 50 cm. Sedangkan penggalian secara horisontal dilakukan sampai 50 cm secara melingkar dari batang pohon atau dapat juga sampai percabangan pertama akar. Pengukuran semua variabel dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap jenis pohon pada setiap jenis tanah.

Pengukuran yang akan dilakukan adalah meliputi :

1. Pengukuran Diameter akar

Pengukuran akar pohon dibedakan menjadi 2 yaitu akar vertikal dan lateral.



Gambar 3. Penampang Akar

Akar vertikal adalah akar yang memiliki sudut lebih dari 45° dari permukaan tanah dan akar lateral memiliki sudut kurang dari 45° dari permukaan tanah.

Pengukuran diameter akar vertikal dilakukan di tengah-tengah antara pangkal akar sampai pada ujung akar, atau jika akar terlalu panjang, akar vertikal dapat diukur pada jarak 15cm. Hal ini dilakukan guna menghindari pengukuran diameter akar tidak berada pada daerah pembengkakan yang biasanya ada di pangkal akar. Setelah itu akar di ukur diameternya menggunakan jangka sorong dari 2 sisi yang berbeda, hal ini dilakukan untuk menghindari akar yang pipih, lalu diambil rata-ratanya.

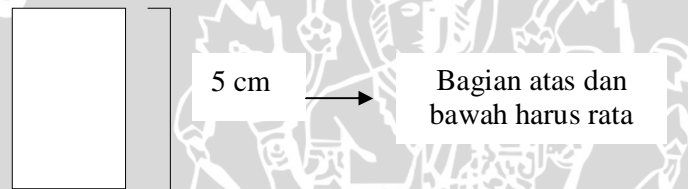
Mengukur diameter akar lateral dilakukan di tengah-tengah antara titik percabangan pertama sampai pada ujung akar. Jika belum ditemukan titik percabangan pertama sampai 20cm dari pangkal akar maka pengukuran dilakukan pada 15cm dari pangkal akar. Pengukuran ini dilakukan pada semua akar lateral milik pohon tersebut dan diambil rata-rata (lihat gambar 3).

Kedalaman perakaran tanaman bervariasi tergantung pada species dan umur tanaman, serta lingkungan. Pohon dengan species dan umur yang berbeda memiliki sebaran akar yang berbeda pula, misalnya kaliandra yang menyebar intensif di permukaan, sedangkan akar petai menyebar lebih dalam (Purnomosidhi

dalam Hairiah, 2000). Keadaan lingkungan, antara lain tanah dan kelerengan juga mempengaruhi sebaran akar ; oleh karena itu perlu dikembangkan nilai indeks kedalaman perakaran agar satu species pohon dapat dibandingkan dengan species lainnya.

3. Pengambilan contoh akar

Pengambilan contoh akar dilakukan dengan pemotongan akar berkayu dengan diameter maksimal 3cm menggunakan gergaji. Akar yang diambil cukup 1 buah sebagai perwakilan dari pohon. Akar dipotong sepanjang 5 cm dan permukaan pemotongan harus diratakan agar didapatkan perhitungan biomasa yang tepat.



Gambar 4. Pengambilan contoh akar

4. Pengukuran diameter batang

Pengukuran diameter batang dilakukan pada jarak 1,3 m dari tanah. Batang yang diukur berumur sekitar 5 tahun. Jika umur pohon tidak diketahui, maka dapat dilakukan estimasi dengan melihat ukuran diameter pohon yang diketahui umurnya sebagai patokan.

5. Pengambilan contoh tanah

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada 2 lokasi dengan jenis tanah yang berbeda yaitu : Andisol dan Inceptisol. Pengambilan contoh dilakukan pada

kedalaman 0-20 dengan menggunakan ring sampel. Pada setiap jenis tanah dilakukan 3 kali ulangan pada lokasi dengan presentasi pohon yang tinggi.

Analisis dan Evaluasi

Setelah hasil pengukuran dimasukkan pada tabel, selanjutnya untuk setiap jenis pohon di rata-rata diameter akar vertikal, lateral dan diameter batangnya. Hasil rata-rata selanjutnya digunakan dalam perhitungan Indeks Jangkar akar dan Indeks Cengkraman Akar dengan menggunakan rumus:

$$ICA = dh^2 / dbh^2 \dots\dots\dots 1)$$

dimana

dbh = diameter batang setinggi 1,3 m (cm)

dh = diameter akar horizontal (cm)

$$IJA = dv^2 / dbh^2 \dots\dots\dots 2)$$

dimana

dbh = diameter batang setinggi 1,3 m (cm)

dv = diameter akar vertical (cm)



Analisis Laboratorium

1. Analisis Tanah

Analisa tanah yang perlu dilakukan adalah perhitungan struktur menggunakan metode ayakan basah, tekstur menggunakan metode pipet, berat isi menggunakan metode ring blok, dan kapasitas air menggunakan metode ring dan oven. Analisa tanah ini dilakukan pada 2 jenis tanah yaitu Andisol dan Inceptisol.

2. Penghitungan Biomasa akar

Penghitungan biomasa akar dilakukan di laboratorium. Pertama contoh akar di oven selama 24 jam agar menciptakan kondisi kering mutlak. Setelah itu ditimbang untuk mengetahui massa akar. Untuk mengetahui volume dapat diambil 2 cara yaitu : (1) dengan menggunakan rumus volume tabung secara matematis dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}V \text{ tabung} &= L \text{ alas} \times \text{tinggi} \\ &= 3,14 \times r^2 \times \text{tinggi}\end{aligned}$$

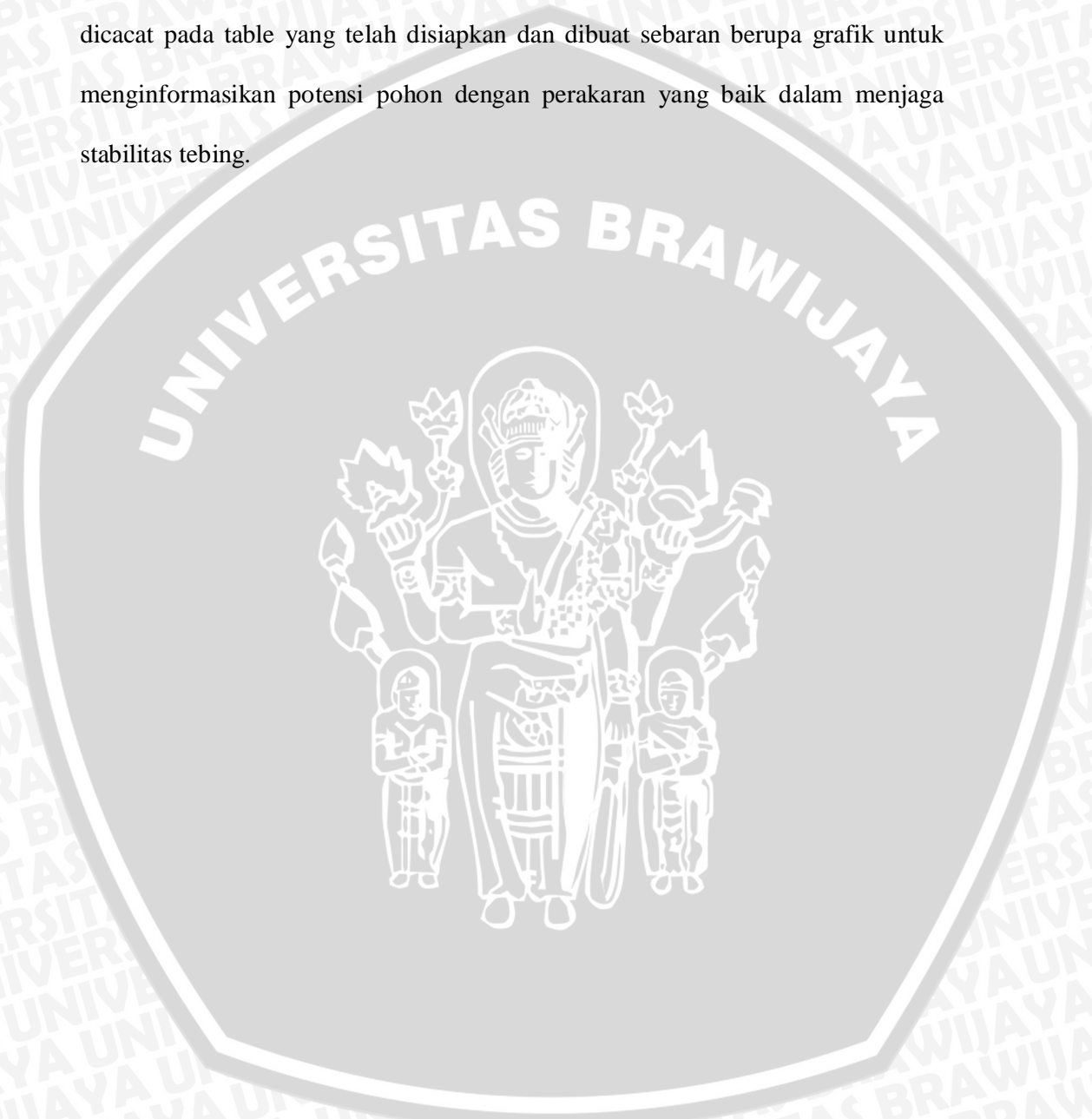
(2) menggunakan hukum Archimedes. Cara ini dilakukan dengan memasukkan akar pada suatu tabung ukur yang diisi air dan dihitung ketinggiannya. Setelah akar masuk kenaikan tinggi airnya. Kenaikan tinggi air ini dapat digunakan sebagai volume akar.

Setelah volume dan massa akar diketahui, maka dapat dihitung berat jenisnya dengan menggunakan rumus :

$$B_j \text{ Akar} = \frac{\text{Massa Akar kering}}{\text{Volume Akar}}$$

3.5 Analisis Data

Data yang ditemukan berupa pengukuran di lapang maupun di laboratorium dicatat pada table yang telah disiapkan dan dibuat sebaran berupa grafik untuk menginformasikan potensi pohon dengan perakaran yang baik dalam menjaga stabilitas tebing.



BAB IV

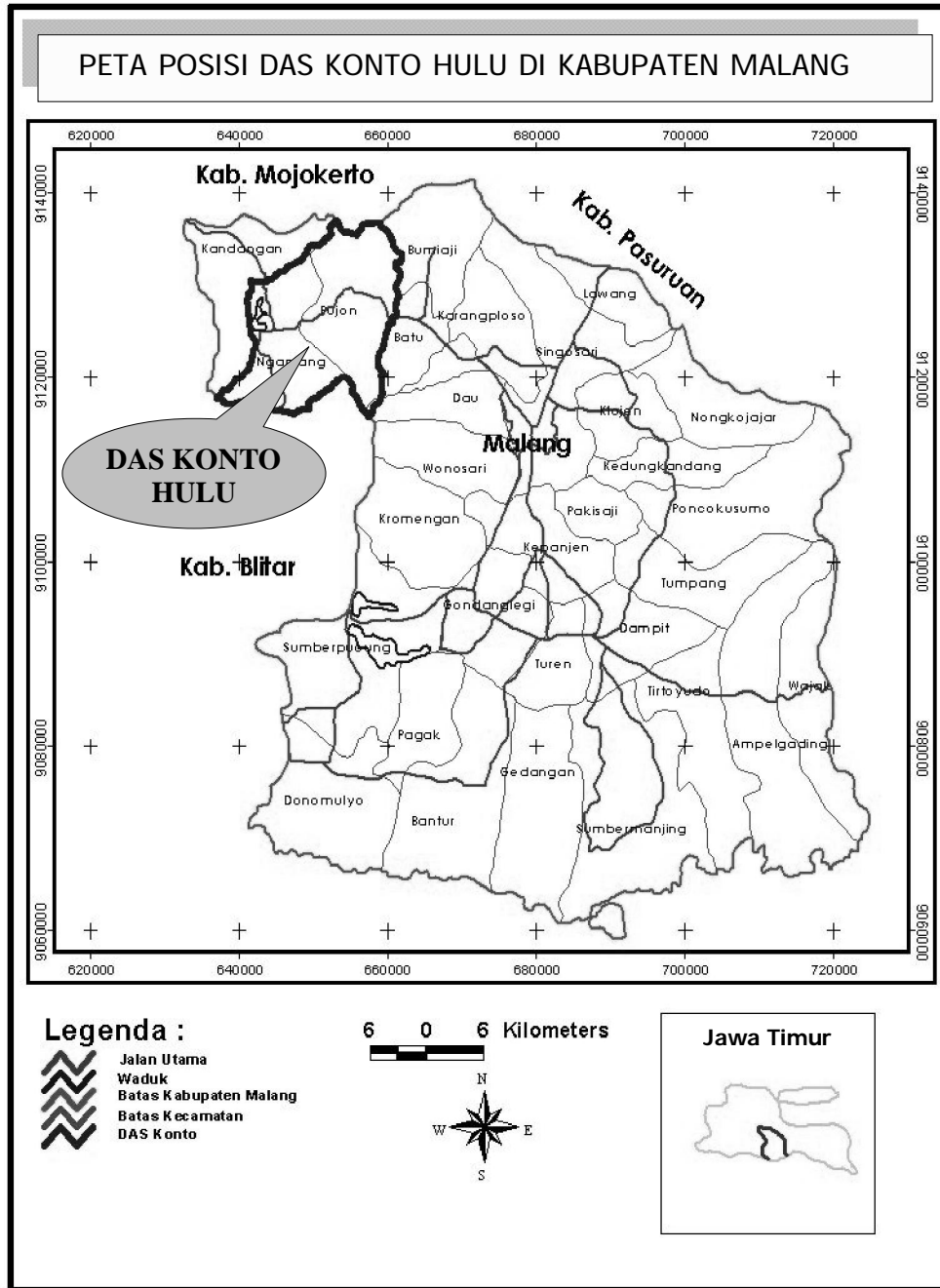
KONDISI UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1 Lokasi

DAS Konto Hulu terletak di bagian barat laut Kabupaten Malang antara $7^{\circ} 46' 03'' - 7^{\circ} 56' 54''$ LU dan $112^{\circ} 19' 20'' - 112^{\circ} 29' 55''$ BT. Secara administrasi DAS Konto Hulu terletak pada dua kecamatan yaitu Kecamatan Pujon dan Kecamatan Ngantang. Sebelah utara berbatasan langsung dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Blitar, sebelah timur berbatasan dengan Kota Batu dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Kandangan Kabupaten Kediri (Gambar 5).

4.2. Perhubungan

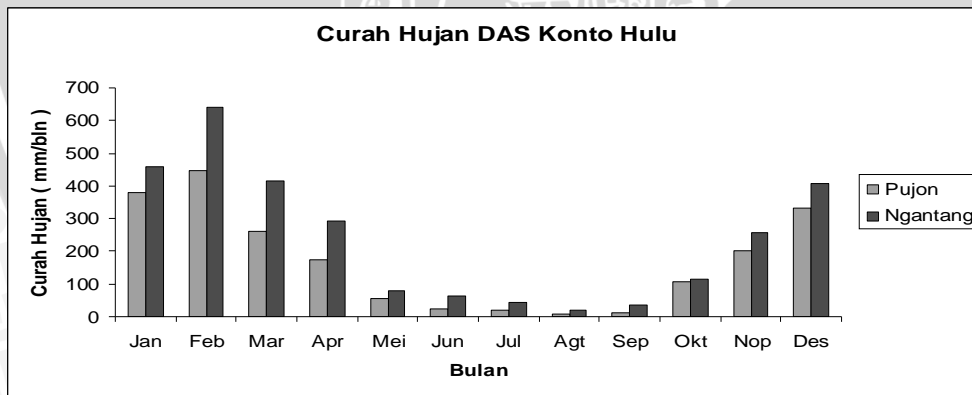
DAS Konto Hulu dapat ditempuh dari Kota Malang dengan jalur Malang-Batu-Pujon-Ngantang sejauh kurang lebih 30 km dari pusat Kota Malang dengan menggunakan kendaraan umum. Jalur ini cukup mudah dijangkau karena merupakan jalur utama yang menghubungkan Kota Malang dengan Kota Jombang dan Kediri. Jalan antar desa umumnya sudah beraspal, sedangkan jalan antar dusun umumnya berupa jalan tanah yang dapat dilalui kendaraan beroda empat pada musim kemarau, sisanya berupa jalan tanah yang cukup dilalui kendaraan roda dua.



Gambar 5. Posisi DAS Konto Hulu di Kabupaten Malang.

4.3. Iklim

Data curah hujan diperoleh dari dua stasiun klimatologi, yaitu stasiun klimatologi Selorejo dan stasiun klimatologi Kedungrejo Desa Bendosari. Stasiun klimatologi Selorejo tersebut berlokasi di dekat waduk Selorejo (630 mdpl), dan stasiun klimatologi Bendosari berlokasi di desa Bendosari kecamatan Pujon (1150 mdpl). Data curah hujan didapatkan dalam kurun waktu 10 tahun mulai tahun 1991 sampai dengan tahun 2000. Data yang di dapat menunjukkan bahwa curah hujan di DAS Konto Hulu adalah cukup tinggi. Di stasiun Ngantang tercatat curah hujan tahunan mencapai 3151 mm per tahun. Di stasiun Pujon curah hujan tahunan hanya 1797 mm per tahun. Pada puncak musim hujan, rata-rata hujan bulanan di Ngantang sekitar 485 mm dibandingkan di Pujon hanya menerima 150 mm (Gambar 6). Suhu rata-rata daerah Ngantang adalah 22.2 °C, sedangkan daerah Pujon hanya 20.4 °C.

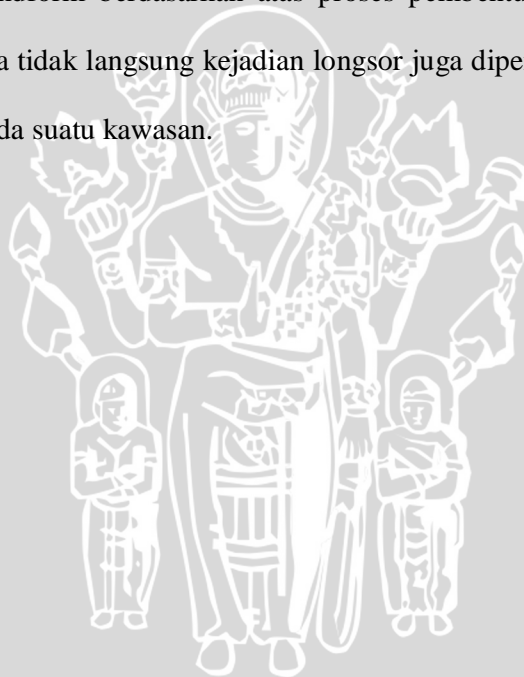


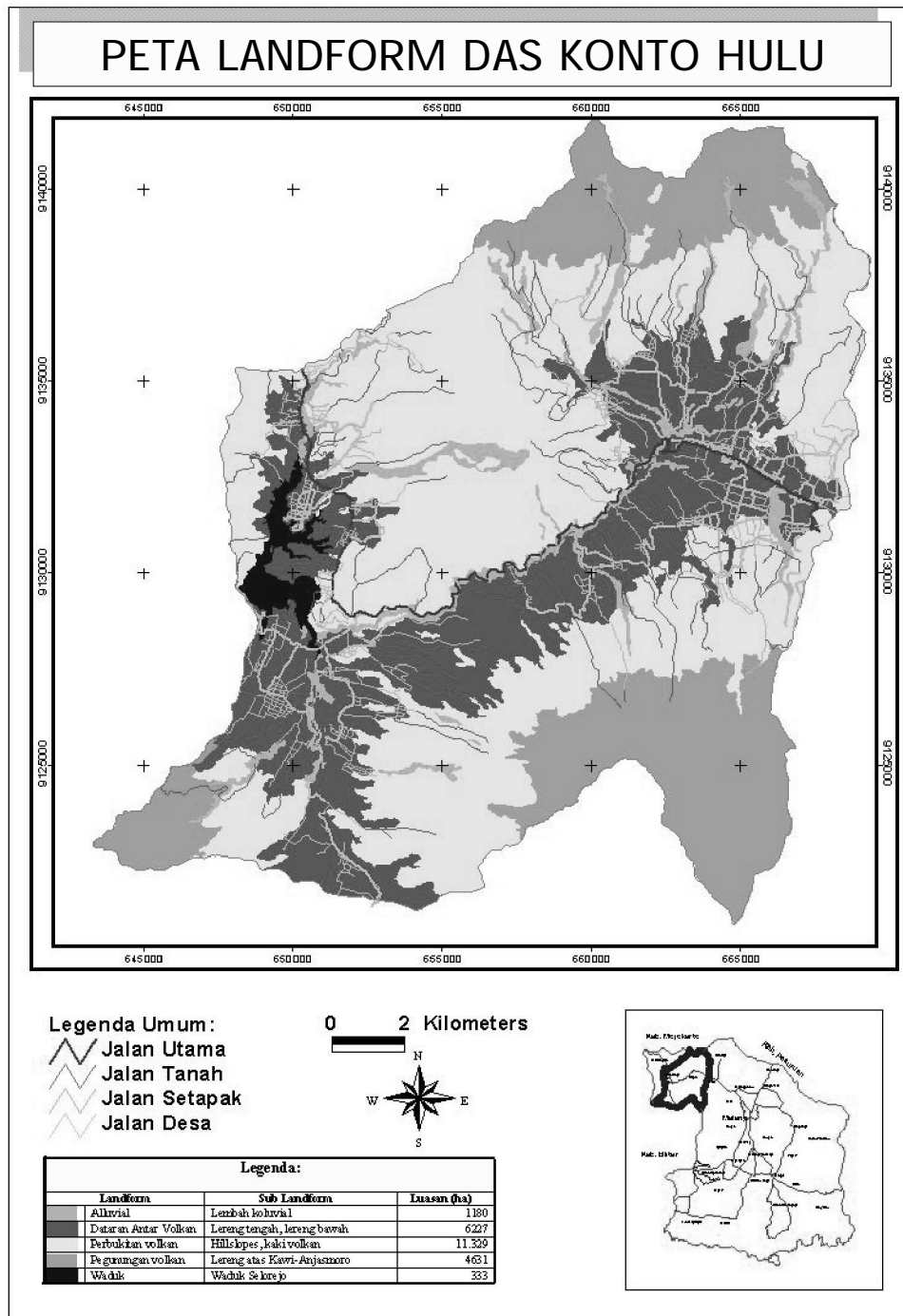
Gambar 6. Curah Hujan Bulanan DAS Konto Hulu Tahun 1991-2005.

4.4. Landform

Landform yang terdapat di daerah penelitian sangat beragam. Hasil penelitian (Anonimous, 1984) menunjukkan bahwa DAS Konto Hulu terdiri atas beberapa landform utama, yaitu 1). Landform Alluvial, 2). Dataran antar volkan, 3). Perbukitan Volkanik, dan 4). Pegunungan Volkanik (Gambar 7).

Luas perbukitan volkan di DAS Konto mencapai 11329 hektar. Dataran antar volkan yang memiliki luasan 6227 hektar merupakan landform terluas kedua. Pembagian landform berdasarkan atas proses pembentukan, batuan dan relief. Sehingga secara tidak langsung kejadian longsor juga dipengaruhi oleh tipe landform yang ada pada suatu kawasan.





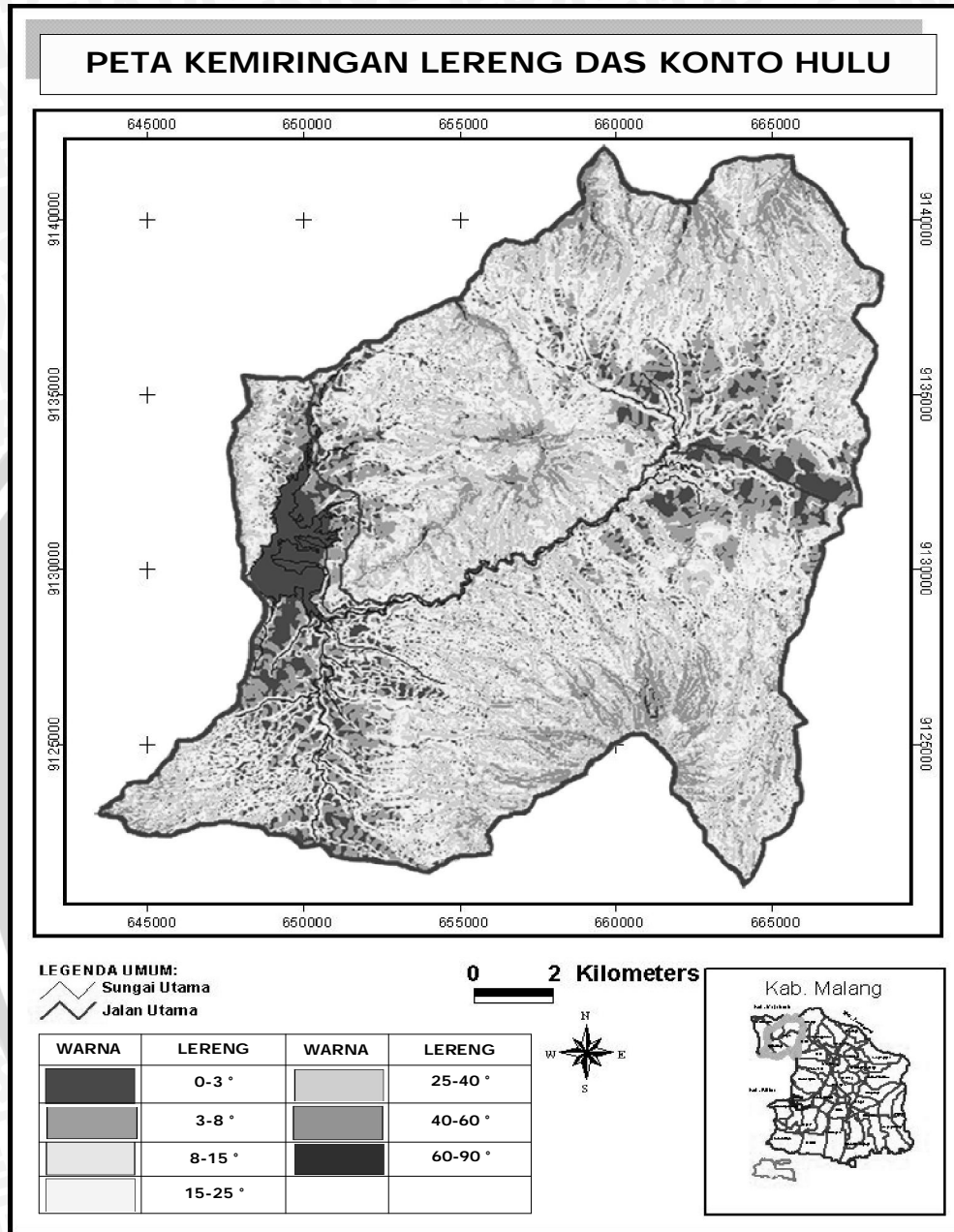
Gambar 7. Landform DAS Kuntu Hulu.

4.4.1. Lereng

Lereng di DAS Konto Hulu cukup bervariasi. Dengan bentuk lahan dan topografi yang bervariasi, kelerengan di daerah penelitian berkisar dari 0-80° (Gambar 8). Lereng datar sampai landai banyak ditemui di dataran antar vulkan. Di perbukitan vulkanik kelerengan lahan bisa sampai 60°, bahkan di beberapa lembah sungai maupun lembah aliran lahar kelerengan lahan mencapai 80°. Namun demikian di beberapa perbukitan vulkanik maupun dataran antar vulkan, kelerengan bisa mencapai 85° akibat dari aktivitas mekanik seperti pemotongan lereng dan pembuatan teras.

4.4.2. Relief

Secara umum DAS Kali Konto Hulu merupakan dataran tinggi yang terletak pada ketinggian 300-2550 mdpl. Terbentuk dari berbagai macam bentuk lahan mulai lembah sampai pegunungan. Keadaan relief kawasan DAS Konto Hulu umumnya datar, berbukit dan bergunung. Kebanyakan daerah-daerah datar di DAS Konto Hulu berada pada ketinggian 620-1225 mdpl. Umumnya daerah-daerah ini terbentuk dari hasil koluviasi kaki bukit. Keadaan relief berbukit umumnya terbentuk akibat proses denudasional dan berada pada ketinggian 1200-1700 mdpl. Sedangkan pada relief bergunung yang meliputi puncak-puncak Gunung Kelud, Gunung Kawi dan Gunung Anjasmoro umumnya berada pada ketinggian 1500-2500 mdpl.

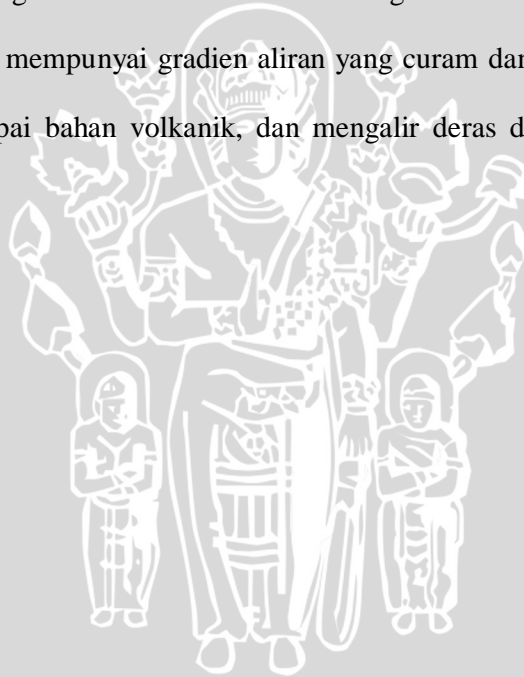


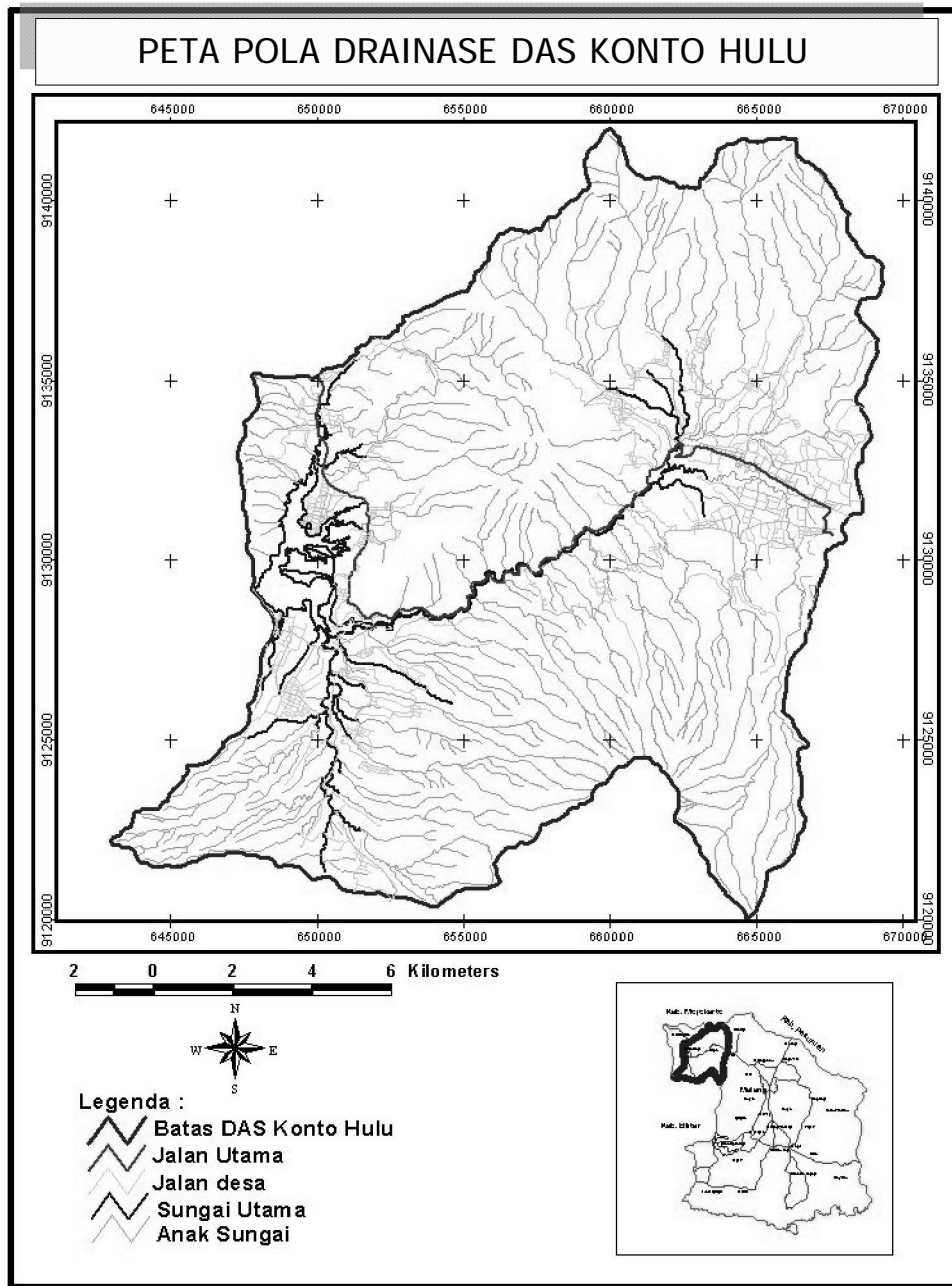
Gambar 8. Peta Kemiringan Lereng DAS Kuntu Hulu.

4.5. Hidrologi

DAS Konto Hulu terdiri dari tiga daerah tangkapan, yaitu Kali Konto (Pujon-Selorejo), Kali Kwayangan (utara Selorejo) dan Kali Pinjal (selatan Selorejo) (Gambar 9). Ketiga daerah tangkapan ini bertemu di Waduk Selorejo. Masing-masing aliran mempunyai ciri-ciri dan bentuk profil tertentu.

Kali Konto merupakan suatu profil yang terganggu dengan adanya berbagai cabang aliran sepanjang aliran utama. Bagian atas masih muda dan aktif, dengan profil melintang berbentuk V dan membentang ke arah daerah yang lebih tinggi. Bagian tengah mempunyai gradien aliran yang curam dan sungai ini telah pecah terpotong sampai bahan vulkanik, dan mengalir deras di lembah sempit berbentuk U.





Gambar 9. Peta Pola Drainase DAS Konto Hulu.

Bagian yang lebih rendah mempunyai aliran yang tersusun dalam sistem yang hampir seimbang, mengalir pada lembah koluvial yang cekung. Resim Kali Pinjal dan Kali Kwayangan berbeda dengan Kali Konto. Kedua daerah tangkapan air ini mempunyai bagian atas yang muda dan aktif, yang membentang lateral dan ke arah depan serta bagian lebih bawah agak menurun (Anonimous, 1985).

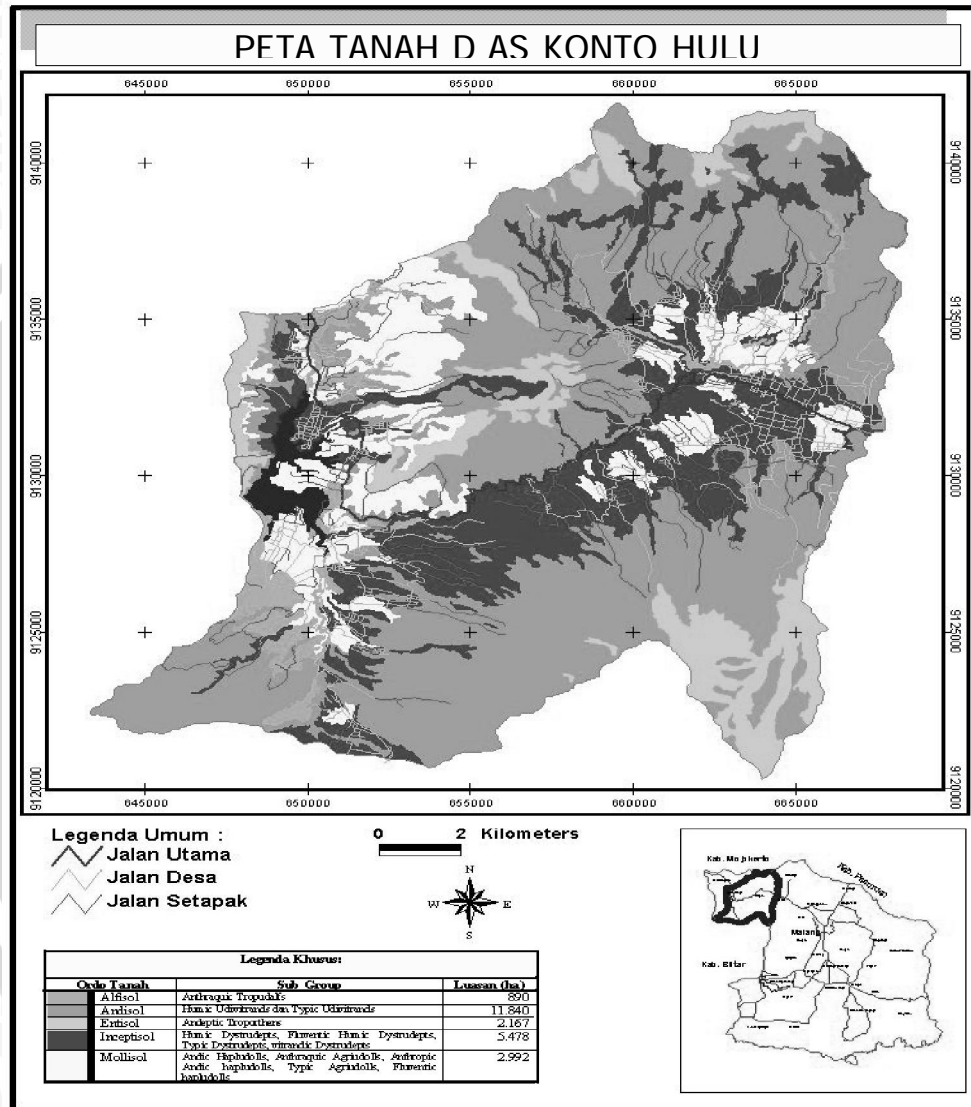
Kondisi hidrologi yang erat kaitannya dengan longsor adalah pergerakan air dan sirkulasinya baik di tanah maupun di udara. Kecepatan infiltrasi dan permeabilitas tanah sangat berperan di dalamnya. Di DAS Konto Debit air sungai merupakan tenaga penggerak terbesar dalam menciptakan longsor tebing sungai. Namun demikian data kuantitatif sehubungan dengan pergerakan air tersebut belum tersedia. Daerah penelitian memiliki pola drainase dendritik. Kerapatan drainase yang dibentuk adalah sedang (Gambar 9).

4.6. Tanah

Tanah di DAS Konto Hulu cukup bervariasi, namun tingkat perkembangan tanahnya masih cenderung muda. Jenis tanah yang terdapat di daerah penelitian adalah Inceptisol, Entisol, Mollisol dan Alfisol (Gambar 10). Tingkat perkembangan tanah yang masih relatif muda menyebabkan karakteristik tanah di DAS Konto secara umum rentan terhadap pengaruh aktivitas mekanik.

Ordo tanah Andisol merupakan ordo yang menempati kawasan terluas di DAS Konto Hulu dengan luasan mencapai 11.840 hektar. Ini menunjukkan bahwa 51% dari total luasan DAS Konto Hulu didominasi oleh jenis tanah ini. Ordo

tanah Inceptisol menempati 23% dari total luas DAS dengan luas area 5478 hektar.

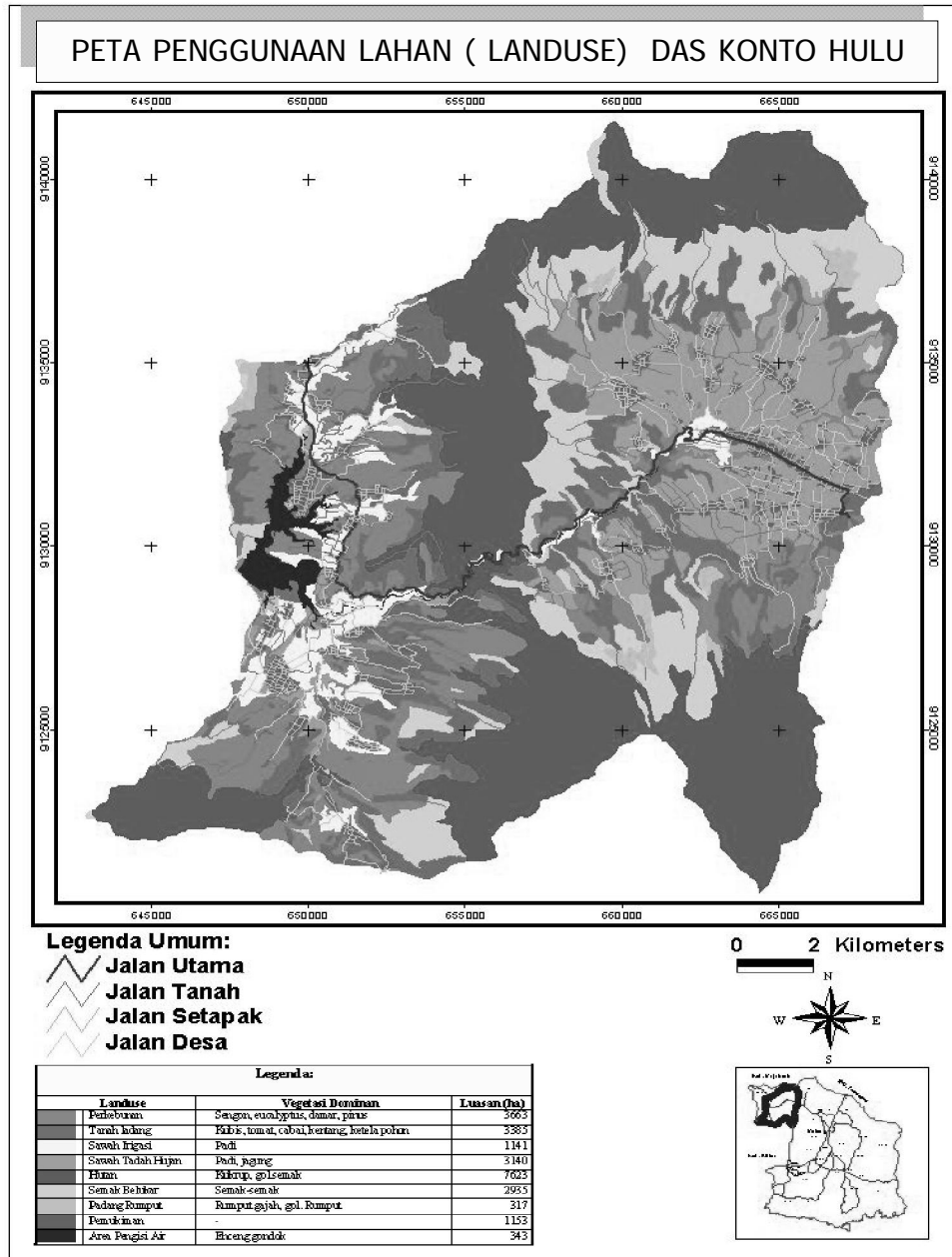


Gambar 10. Peta tanah DAS Konto

4.7. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di daerah penelitian cukup bervariasi. Terdapat 12 jenis penggunaan lahan yang tersebar di seluruh area DAS Konto Hulu (Gambar 11). Penggunaan lahan yang mendominasi DAS Konto Hulu ini adalah hutan dengan luasan mencapai 7623 ha. Sedangkan perkebunan, tanah ladang dan sawah tadah hujan memiliki luasan antara 3000-3600 hektar. Pemukiman (1153 ha) dan semak belukar (2935 ha) juga merupakan penggunaan lahan yang cukup luas di DAS Konto.

Vegetasi yang terdapat di daerah penelitian sangat bervariasi. Di beberapa area perkebunan di bagian Kecamatan Pujon ditemukan jenis pohon dominan pinus, eucalyptus dan sengon. Sedangkan perkebunan di Kecamatan Ngantang banyak ditemukan sengon, rambutan dan langsep. Pada tanah ladang, banyak ditemukan sayur mayur seperti kubis, cabai, wortel, ketela pohon dan kentang.



Gambar 11. Peta Penggunaan Lahan di DAS Konto Hulu.

Bab V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Diskripsi 2 Jenis Tanah

Pada daerah penelitian didapatkan dua jenis tanah yang mendominasi, yaitu Inceptisol dan Andisol. Dua jenis tanah ini yang akan menjadi pembanding dari potensi berbagi pohon sebagai penguat tebing yang akan diteliti.

Tanah Inceptisol pada daerah penelitian banyak berada di daerah selatan pinggiran sungai utama Konto. Daerah yang mempunyai *sub-landform* lereng tengah dan lereng bawah tersebut banyak digunakan sebagai lahan perkebunan, tadah hujan dan pemukiman.

Sedangkan Andisol berada pada sisi utara sungai utama Konto. Berbeda dengan Kawasan Inceptisol, Kawasan Andisol mempunyai *sub-landform hillslope* dan kaki volkan dngan derajat kelerengan yang tinggi berkisar antara 25°-90°. Di daerah ini masih terdapat hutan yang luas dan *agroforestry*.

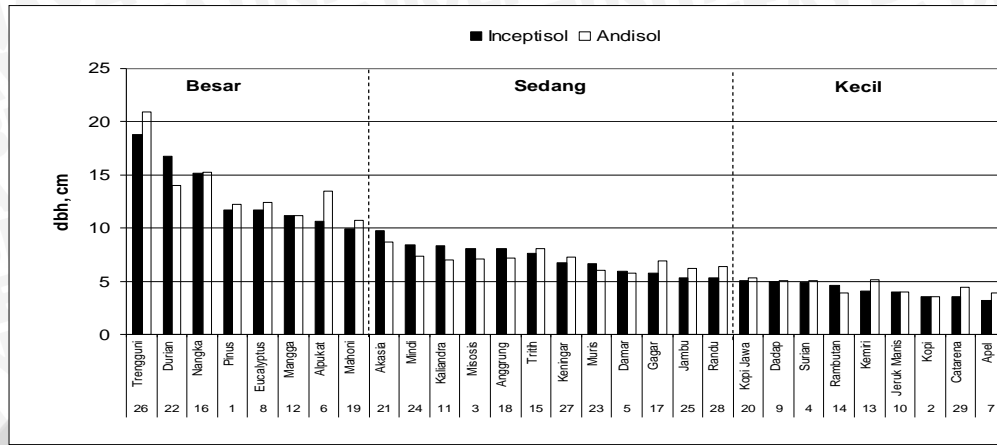
5.2 Karakteristik pohon yang relevan untuk penguat tebing

Banyak jenis pohon yang bernilai ekonomi tinggi ditanam di desa Pujon, baik yang pertumbuhannya cepat maupun lambat. Beberapa jenis pohon perkebunan yang paling umum dijumpai seperti pinus (*Pinus sp.*), suren (*Toona surenii*), damar (*Shorea sp.*), mahoni (*Swietenia mahogany*), dan beberapa pohon pertumbuhan cepat seperti akasia (*Acacia euculiformis*), pohon afrika (*Maesopsis eminii*). Beberapa pohon buah-buahan yang ditanam antara lain durian (*Durio*

zibethinus), alpukad (*Persea Americana*), mangga (*Mangifera indica*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), apel (*Pyrus malus*), dan pohon komersial lainnya seperti kemiri (*Aleurites moluccana*), kayu manis (*Cinamomum burmanii*).

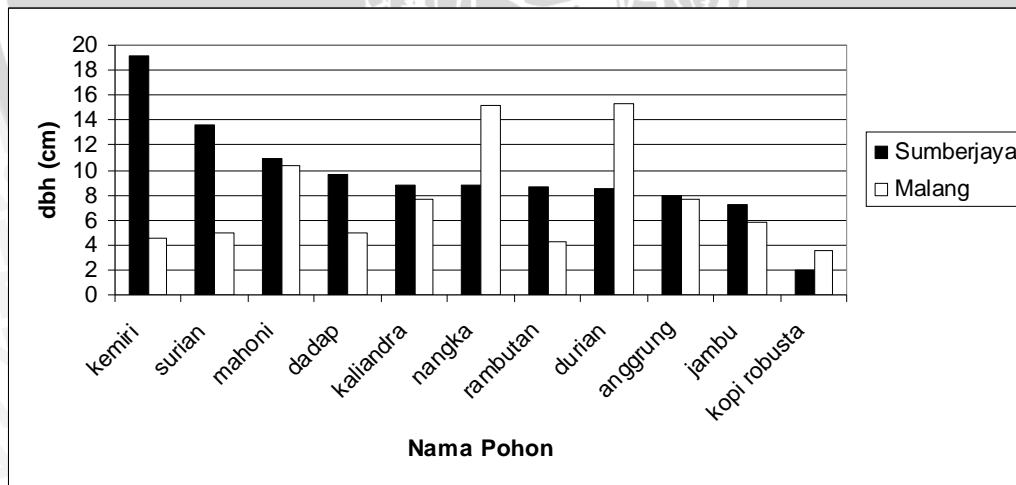
5.2.1 Diameter Pohon

Diameter batang pohon di lokasi percobaan cukup bervariasi dari 5 hingga 20 cm, tergantung dari jenis, umur dan adanya pengelolaan pohon misalnya pemangkasan, pemupukan dan sebagainya. Pada penelitian ini, pohon yang dipilih sebagai contoh telah berumur minimal 5 tahun. Namun demikian di lapangan informasi umur pohon yang akurat sulit untuk diperoleh, sehingga dalam pemilihan contoh pohon dilakukan berdasarkan ukuran diameter batang setinggi dada (dbh). Pada setiap jenis pohon, dipilih pohon-pohon contoh yang memiliki dbh seragam. Hasil pengukuran dbh pada 29 jenis pohon di Pujon disajikan dalam Gambar 12, dimana sebaran data dikelompokkan dalam 3 klas yaitu besar (10 cm), sedang (5 -10 cm) dan kecil (<5 cm). Dbh terbesar sekitar 20 cm ditunjukkan oleh pohon trengguni, dan terkecil sekitar 4 cm ditunjukkan oleh apel. Berdasarkan hasil analisis keragaman data dbh pohon, diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0.05$) antara pohon yang tumbuh di Inceptisol dengan di Andisol.



Gambar 12. Sebaran dbh batang pohon berumur sekitar 5 tahun di DAS Konto Hulu

Hasil pengukuran dbh beberapa jenis pohon di Sumberjaya (Kurniasari, 2006) menunjukkan hasil yang serupa dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini. Contohnya di Sumberjaya dbh pohon mahoni umur 5 tahun rata-rata 11 cm, pada penelitian ini sekitar 10 cm.

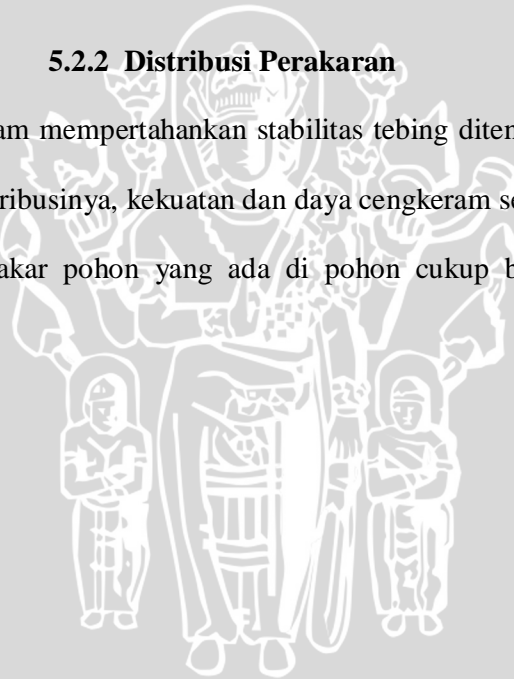


Gambar 13. Grafik sebaran diameter batang Pohon di dua tempat

Dbh atau diameter batang pohon sangat mempengaruhi tingkat kebutuhan tanaman terhadap unsur hara. Dengan kata lain, semakin besar batang maka makanan yang dibutuhkan tanaman akan semakin banyak. Jika makanan yang dibutuhkan semakin banyak maka alat pencari dan penyerap makanan harus juga lebih aktif dan besar pula, dalam hal ini adalah Akar. Dari keterangan di atas maka dapat diasumsikan bahwa semakin besar batang pohon maka semakin besar pula Akarnya.

5.2.2 Distribusi Perakaran

Peran vegetasi dalam mempertahankan stabilitas tebing ditentukan oleh sifat-sifat akarnya yaitu distribusinya, kekuatan dan daya cengkeram serta daya jangkar akar. Pola distribusi akar pohon yang ada di pohon cukup bervariasi seperti gambar dibawah ini.





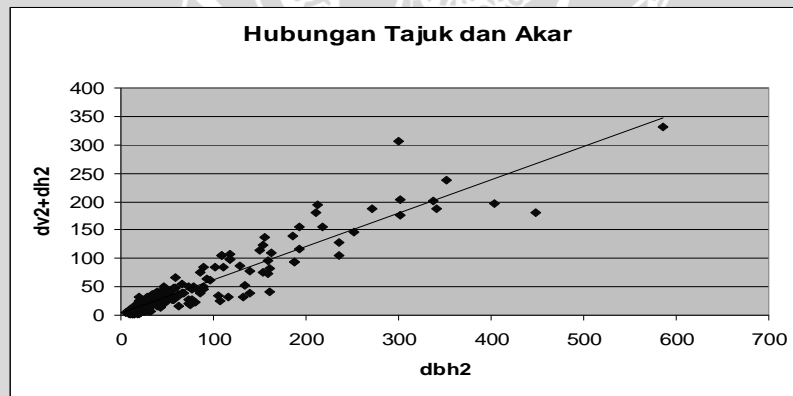
Gambar 14. Sebaran akar utama berbagai pohon yang diukur di sekitar DAS Konto Hulu (Foto oleh Emmanuel Kristanto)

Pada beberapa contoh gambar perakaran diatas dapat diketahui bahwa, distribusi perakaran pada setiap pohon tidaklah sama. Beberapa pohon mempunyai perakaran yang lebih didominasi oleh perakaran yang bersifat horisontal dan beberapa lagi ada yang didominasi oleh perakaran vertikal. Dengan demikian, setiap pohon mempunyai potensi yang berbeda pada fungsinya baik sebagai pencengkeram tanah ataupun sebagai jangkar tanah.

5.3 Hubungan Tajuk dan Akar

Pada tanaman dengan perkembangan normal, tajuk tanaman sangat berpengaruh terhadap perakarannya. Semakin lebar diameter batang suatu tanaman menunjukkan bahwa tanaman tersebut membutuhkan semakin banyak kebutuhan makanan yang harus diserap untuk memenuhi berbagai aktivitas tanaman tersebut. Sehingga dengan bertambahnya kebutuhan makanan tersebut, maka alat pencari dan penyerap makanan suatu tanaman haruslah lebih aktif dalam upaya memenuhi kebutuhan makanan tanaman, dalam hal ini akar. Dengan kata lain semakin besar diameter tanaman maka semakin besar dan luas pertumbuhan akarnya.

Pada penelitian yang dilakukan, telah dicatat data mengenai diameter berbagai pohon dan diameter akar horisontal maupun vertikal. (gambar 15)



Gambar 15. Pengaruh tajuk tanaman terhadap akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu

5.4 Potensi Akar Pohon sebagai Penguat Tebing

Sebaran perakaran pohon sangat membantu dalam usaha menstabilkan tebing. Akar pohon dilihat dari fungsinya sebagai penguat tebing dapat dibedakan menjadi 2 yaitu akar sebagai pencengkeram dan akar sebagai jangkar.

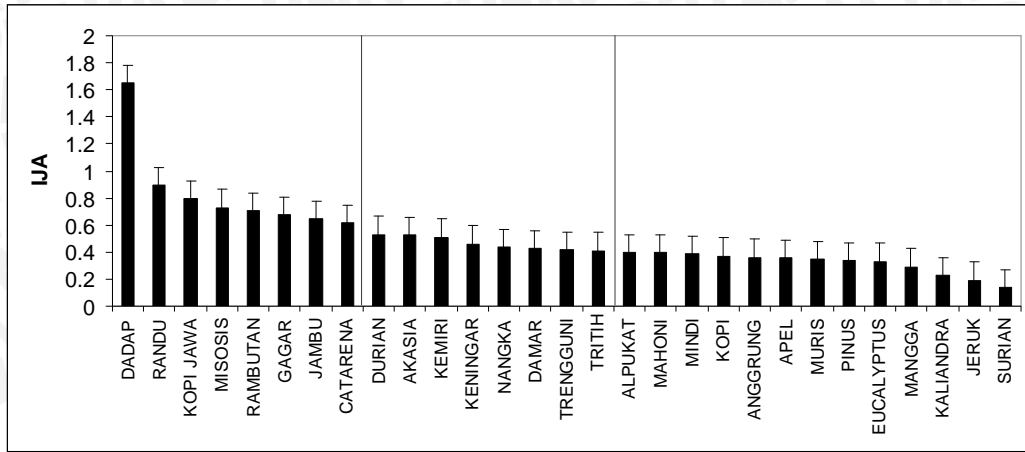
Akar sebagai jangkar dapat menembus berbagai lapisan tanah secara vertikal, bahkan diharapkan juga dapat menembus sampai lapisan bahan induk. Akar ini dapat menjadi pondasi bagi berbagai lapisan yang dilaluinya, sehingga lapisan-lapisan tersebut tidak mudah longsor.

Sama seperti akar vertikal sebagai jangkar tanah, akar horisontal juga sangat berperan untuk menjaga tebing sebagai pencengkeram agar tidak banyak kehilangan massa permukaan tanah yang terus menerus.

5.4.1 Indeks Jangkar Akar (IJA)

Dari data pengukuran diameter akar vertikal yang telah dilakukan di lokasi penelitian, didapatkan suatu variasi diameter akar yang beragam. Pengukuran diameter akar berbagai pohon ini dibedakan menurut jenis tanah dimana pohon yang diamati berada, yaitu tanah Inceptisol dan tanah Andisol.

Dari penelitian di lapang telah didapatkan data diameter akar pada setiap spesies, baik pada tanah Inceptisol dan tanah Andisol.



Gambar 16. Sebaran Indeks Jangkar akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu

Dari gambar 16 di atas, dapat dilihat bahwa Dadap merupakan spesies yang mempunyai Indeks Jangkar Akar paling tinggi baik di tanah Inceptisol maupun di tanah Andisol, ini disebabkan karena adanya perbedaan fisiologis tumbuhan yang dipengaruhi gen dari tanaman tersebut. Sebaliknya Jeruk Manis merupakan spesies yang mempunyai Indeks Jangkar Akar paling rendah diantara spesies lainnya.

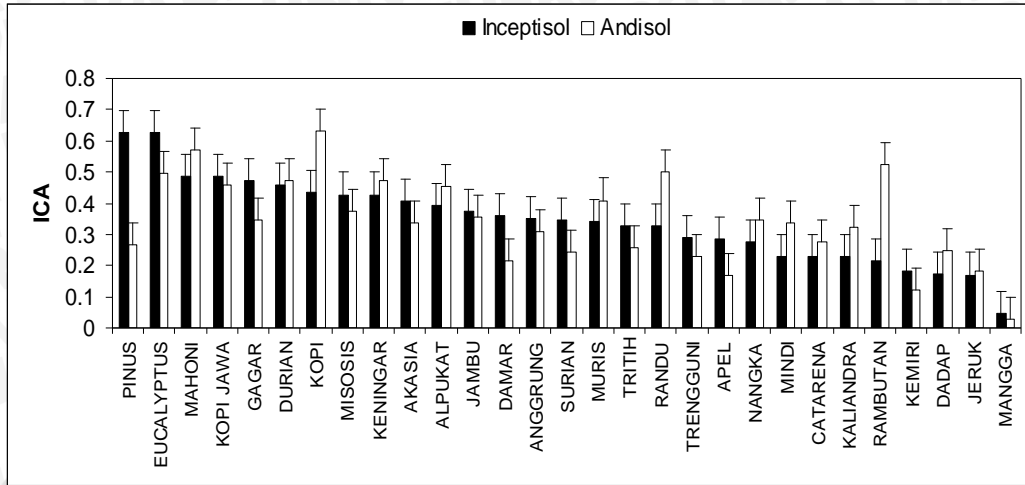
Dari analisa keragaman (Lampiran 4), didapatkan bahwa jenis tanah berpengaruh nyata terhadap IJA, hal ini dimungkinkan karena tiap-tiap tanah mempunyai struktur tanah yang berbeda-beda, hal ini menyebabkan daya tembus akar terhadap lapisan tanah ke arah vertikal pada setiap jenis tanah berbeda-beda. Keragaman antara species juga berpengaruh nyata pada IJA. Kekuatan akar untuk menembus setiap lapisan tanah sangat tergantung pada jenis pohonnya. Namun interaksi antara jenis tanah dan species tidak berpengaruh terhadap IJA.

Untuk membuktikan hipotesis yang diajukan maka telah dilakukan analisa Hipotesis (Lampiran 6) dengan membandingkan Indeks Jangkar pada tanah Inceptisol dengan Indeks Jangkar pada tanah Andisol, dari analisa diperoleh hipotesis pohon Apel, Kopi, Anggrung, Akasia adalah beberapa pohon yang indeks jangkar pada tanah inceptisol lebih besar dari tanah inceptisol. Sedangkan Rambutan, Kopi Jawa, Keningar, Jambu, Pinus, dan Catarena adalah pohon-pohon yang menolak hipotesis atau pohon-pohon ini memiliki Indeks Jangkar yang lebih besar pada tanah Andisol daripada pada tanah Inceptisol. Adapula beberapa pohon yang tidak dapat masuk dalam hipotesis karena setelah di analisa ragam perbandingan Indeksnya Jangkar pada tanah incept dan andisol tidak beda jauh atau selisihnya sedikit sekali.

Maka dari data yang diperoleh kita dapat menemukan spesies yang baik digunakan sebagai Jangkar karena mempunyai kemampuan akar vertikal yang besar yang juga dapat menembus lapisan tanah, sehingga tanah tidak mudah tergelincir ataulongsor.

5.4.2 Indeks Cengkram Akar (ICA)

Indeks Cengkram Akar akan sangat berguna untuk menentukan tingkat kemampuan akar untuk mencengkram tanah secara horisontal sehingga dapat diasumsikan bahwa semakin besar Indeks Cengkram Akar, maka tanah akan semakin stabil.



Gambar 17. Sebaran Indeks Cengkram Akar berbagai jenis pohon

Dari tabel dan Gambar 17, dapat kita lihat ada berbagai variasi yang mencolok pada besaran Indeks Cengkram Akar baik pada tanah Inceptisol dan Andisol. Indeks Cengkram paling besar secara rata-rata adalah 0.5 yang ditempati oleh Eucalyptus, Misosis, Pinus, Mahoni, Kaliandra, Durian, Kopi, Keningar dan Gagar. Sedangkan nilai Indeks Cengkram akar sedang dengan rata-rata 0.35 ditempati oleh Alpukat, Randu, Akasia, Jambu, Muris, Anggrung, Rambutan, Damar, Tritih, dan Nangka. Indeks Cengkram paling rendah ditempati oleh Trengguni, Surian, Mindi, Kaliandra, Apel, Katarena, Dadap, Jeruk Manis, Kemiri, dan Mangga dengan indeks rata-rata 0.20.

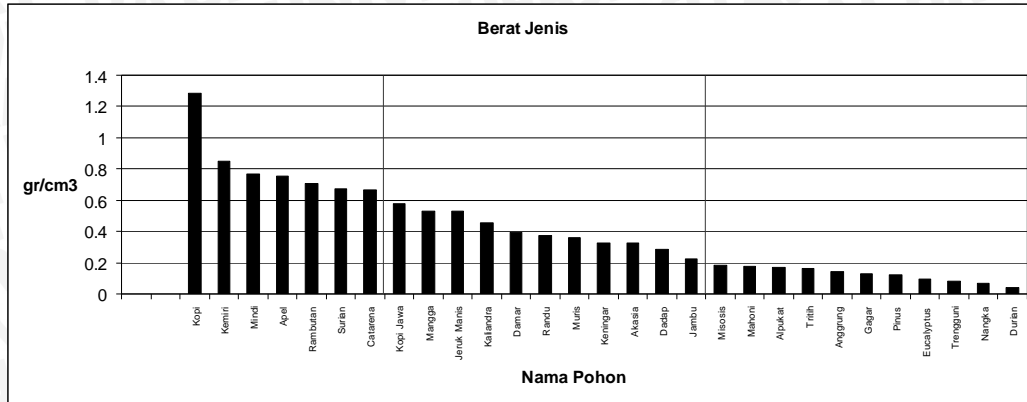
Analisa ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa jenis tanah tidak berpengaruh nyata pada Indeks Cengkram Akar. Hal ini dimungkinkan karena Indeks Cengkram dihitung pada akar-akar horisontal atau sejajar dengan tanah dan secara umum akar-akar horisontal ini berada pada lapisan atas tanah yang relatif gembur pada tanah Inceptisol dan Andisol. Sehingga memungkinkan hal ini

tidak berpengaruh pada Indeks Cengkram Akar. Jenis tanaman ternyata berpengaruh nyata pada Indeks Cengkram Akar, ini dikarenakan setiap jenis tanaman tingkat perkembangannya berbeda. Selanjutnya, Interaksi antara Jenis tanah dan Jenis Tanaman berpengaruh nyata terhadap Indeks Cengkram Akar, ini dimungkinkan karena akar pada setiap tanaman tidaklah mempunyai kekuatan yang sama.

5.4.3 Kualitas Akar

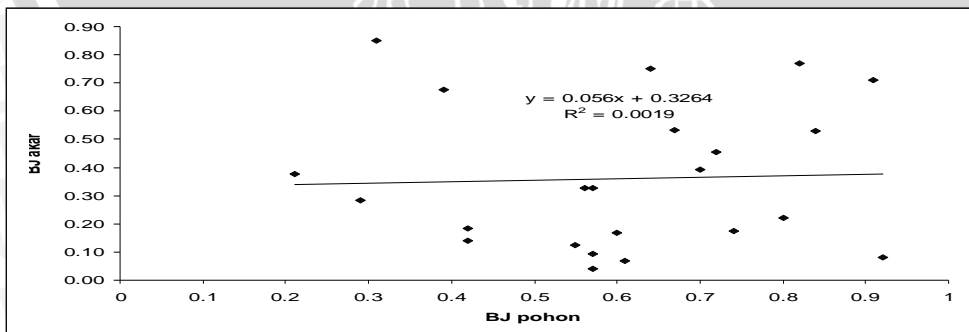
Kemampuan akar pohon sebagai penguat tebing tidak hanya dapat ditentukan dari kerapatan dan kedalamannya saja, tetapi juga dipengaruhi oleh kekuatan akar tersebut. Kekuatan akar bohon dapat ditentukan dari Berat Jenis (BJ) Akar, semakin tinggi berat jenis akar maka akar semakin kuat, demikian pula sebaliknya, semakin kecil berat jenis akar maka akar mudah patah. Perhitungan ini membandingkan nilai massa akar kering dengan volume akar, sehingga didapatkan jumlah massa akar pada suatu volume tertentu atau dapat disebut Berat Jenis Akar.

Dari hasil penghitungan berat jenis akar yang telah dilakukan, didapatkan bahwa Kopi, Kemiri, Mindi, Apel, Rambutan, Surian, Katarena, Kopi Jawa dan Mangga mempunyai berat jenis yang tinggi. Berat jenis sedang ditempati oleh pohon Jeruk Manis, Kaliandra, Damar, Randu, Muris, Keningar, Akasia, Damar, Jambu, Misosis. Sedangkan pohon-pohon dengan berat jenis rendah ditempati oleh pohon Mahoni, Alpukat, Anggrung, Gagar, Pinus, Eucalyptus, Trengguni, Nangka, Durian.



Gambar 18. Sebaran berat jenis (BJ) Akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu

Menurut Analisa perbandingan antara Berat Jenis Akar dan Berat Jenis Pohon didapatkan sebuah garis lurus dengan rumus $y = 0.056x + 0.3264$ dengan kecenderungan tangen yang sangat rendah yaitu 0.0019 (Gambar 19). Hal ini menunjukkan bahwa antara berat jenis akar dan berat jenis pohon tidak dapat disamakan, atau berat jenis pohon tidak dapat mewakili berat jenis akar. Sehingga jika ada penelitian lain yang berhubungan dengan perhitungan berat jenis akar, tidak disarankan untuk menggantinya dengan berat jenis pohon.



Gambar 19. Pengaruh BJ Akar dan BJ Pohon

5.5 Klasifikasi potensi pohon sebagai penguat tebing

5.5.1 Indeks Cengkram dan Indeks Jangkar

Untuk mempermudah pemilihan jenis pohon penguat tebing sungai dan tebing lereng, maka dengan menggunakan beberapa data karakteristik akar pohon ICA dan IJA dari berbagai macam pohon yang tumbuh di lahan-lahan pertanian di DAS Konto (Kristanto, 2006), dapat dibuat tabel karakteristik akar yang disajikan dalam Tabel 1. Ada 3 kelas IJA yaitu rendah (<0.1), sedang ($0.1 - 1.0$) dan tinggi (>1.0). Sedang ICA juga dibagi menjadi 3 kelas rendah (<1.5), sedang ($1.5 - 3.5$) dan tinggi (>3.5). Idealnya pohon yang cocok untuk konservasi di daerah berlereng adalah pohon mempunyai nilai ICA dan IJA tinggi, untuk mengurangi limpasan permukaan dan erosi serta longsor.

Tabel 1. Pengelompokan jenis pohon berdasarkan potensinya dalam meningkatkan stabilitas tebing. Pengukuran dilakukan pada beberapa pohon yang tumbuh di sepanjang sub-DAS Way Petai dan sub-DAS Way Ringkih, Sumberjaya, DAS Bedadung (Jember) dan DAS Konto (Batu) berdasarkan nilai Indeks jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkraman Akar (ICA)

INDEX	IJA rendah (<0.1)	IJA_Medium ($0.1 - 1.0$)	IJA_tinggi (>1.0)
		Surian	Dadap
ICA rendah		Jeruk Manis	
<1.5		Kaliandra	
		Mangga	
		Eucalyptus	
		Pinus	
		Muris	
		Apel	
		Anggrung	
		Kopi	
		Mindi	
		Mahoni	
		Alpukat	
		Tritih	

5.5.2 Kualitas Akar

Adapula pengelompokan potensi pohon sebagai penguat tebing yang juga menghubungkan antara Indeks Cengkeran dan Jangkar ditambah dengan Berat Jenis Akar. (Kristanto ,2006).

Tabel 2. Potensi berbagai pohon sebagai penguat tebing

INDEX	BJ Akar Rendah (<0.2)	BJ Akar Medium (0.2 – 0.6)	BJ Akar Tinggi (>0.6)	
ICA Rendah & IJA Medium	Durian	Jambu	Catarena	
	Mangga	Akasia	Surian	
	Trengguni	Keningar	Rambutan	
	Eucalyptus	Muris	Apel	
	Pinus	Randu	Mindi	
	Gagar	Damar	Kemiri	
	Anggrung	Kaliandra	Kopi	
	Tritih	Jeruk Manis		
	Alpukat	Mangga		
	Mahoni	Kopi Jawa		
	Misosis			
	ICA Rendah & IJA Tinggi		Dadap	

Bab VI

KESIMPULAN DAN SARAN

7. Terdapat 29 jenis pohon yang dominan di DAS Konto, baik pohon buah-buahan, pohon produksi, dan pohon-pohon komersial.
8. Pengelompokan pohon menurut potensinya dalam menunjang stabilitas tebing mengacu pada Indeks Cengkram, Indeks Jangkar serta Kualitas Akar.
9. Indeks Cengkram akar di DAS Konto Hulu mempunyai nilai yang sangat rendah yaitu kurang dari 1.0. Namun Indeks Jangkar Akarnya sangat bervariasi dengan rata-rata 0.50
10. Indeks Jangkar Akar di tanah Inceptisol tidak lebih besar dari pada IJA di tanah Andisol.
11. Pohon yang berpotensi dapat menunjang stabilitas tebing adalah Dadap karena mempunyai indeks Jangkar yang cukup yaitu 3.34, dan juga mempunyai berat jenis yang cukup yaitu 0.28 g cm^{-3} .
12. Catarena, surian rambutan, apel, mindi, kemiri, dan kopi Robusta adalah pohon-pohon yang mempunyai ICA dan IJA rendah tetapi mempunyai berat jenis yang sangat baik.

SARAN

1. Perlu diadakan penelitian lanjut tentang total panjang akar sehingga dapat melengkapi penelitian ini.
2. Perlu diadakan penelitian kualitas akar menurut kandungan Lignin dan Polifenolnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K. dan Ziemer R.R. (1991). *Effect of tree roots on shallow-seated landslides*. (dalam) subjek group S1.04 technical session on geomorphic hazards in managed forest, XIX world congress, international union forestry research organization. USDA forest service. Arcata. California.
- Akinnifesi F K, Rowe E C, Livesley, Kwesiga F R, Van Lauwe B and Alegre J C, 2004. *Tree root architecture*. In: Van Noordwijk, Cadisch G and Ong CK (eds.) *Below-ground interactions in tropical agroecosystems. Concepts and models with multiple plant components*. CABI publishing, p 61-82.
- Anonymous. 1985. Tanah dan Keadaan Tanah di DAS Kali Konto Hulu, Jawa Timur. Nuffic-Unibraw Soil Science Project. Kerjasama Departemen Kehutanan, Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (RRL) dengan Departemen Luar Negeri Dirjen Kerjasama Internasional (DGIS). Jurusan Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anonymous. 1997. Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering di Indonesia. Proyek Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Asdak, Chay. 2000. *Hidrologi dan pengelolaan DAS*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Benko, B., Stead, D. 2002. *Factor affecting landslide in forested terrain, coastal British Columbia*. dalam Rybar, Jan., Stemberk, Josep., Peter, Wagner. *Landslides*. A.A Blakema Publishers. Lisse. Netherland.
- Darsoprajitno, Soewarno. 1997. Museum Geologi : Buku panduan untuk memahami peragaan geologi. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Dirjen Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi.
- Djamaluddin, 2004. Ciri-Ciri Longsor Pada Citra Satelit 3D. Available online at <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0302/19/iptek/137620.htm>
- Gilluly, James; Waters, A.C; Woodrord A.O. 1960. *Principles of Geology*; second Edition. W.H Freeman and Company. San Francisco

- Hardiyatmo, Hary Christady. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gajahmada University Press. Yogyakarta
- Hairiah, K., Widiyanto, Suprayogo, D., Lestari, N.D., Kurniasari, V., Santosa, A., Verbist, B., Van Noordwijk, M., 2005. *Root effect on slope stability in Sumberjaya Lampung*. Paper presented in International Symposium Toward Sustainable Livelihood and Ecosystem in Mountainous Regions. Chiang Mai 7-9 March 2006
- Karnawati, D., Ibriam, I., Anmderson, M.G., Holcombe, E.A., Mummery, G.T., Renaud, J.P., dan Wang, Y. 2005. *An initial approach to identifying slope stability controls in Southem Java and to providing community-based landslide warning information*. dalam Glade, Thomas., Anderson, Malcolm., Crozier, Michael, J. Landslide hazard and risk. John Wiley and Sons.Ltd. England
- Keefer, D.K. 1987. Real-time landslide warning during heavy rainfall. *Science* , 238: 921-925.
- Kehew, A.E.. 1995. *Geology for Engineers and Environmental Scientists*, Second Edition: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, p. 357-393.
- Krogstand, Finn. 1995. *A Physiology and Ecology Based Model of Lateral Root Reinforcement of Unstable Hillslope*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirement for The Degree of Master of Science. University of Washington. Page 1-47. Available online at <http://www.RootReinforcement.com>.
- M.Grossa, Jr, John. 2005. *Environmental geography*. Science, landuse and eatrh system; 3rd edition. john wiley & sons, inc. USA
- Milda, H. 2004. *Studi Distribusi Akar Beberapa Pohon Dalam Sistem Agroforestry; Estimasi Akar Sebagai Jaringan Penyelamat Hara*. SP. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Munir, M. 2003. *Geologi lingkungan*, Pustaka Jaya.
- Mustikaningrum, Dhina. 2006. *Kajian bahaya longsor di DAS Konto hulu*. Skripsi Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang
- N.Suprihanto. 2005. *Pencemaran tanah dan air tanah*. penerbit ITB. Bandung.

Nur, A. M dan Zainnudin. 1986. Pola Sebaran Akar Rambut Pada Kopi Robusta Asal Benih & Stek. *Pelita Perkebunan* 2(2) : 55-59

Ohlmacher, G.C., 2001, *Relationship Between Geology and Landslide*. Kansas Geological Survey. Kansas

O'Loughlin, C. dan Ziemer, R.R. 1982. *The Importance of Root Strength and Deterioration Rates Upon Edaphic Stability In Steepland Forests*. USDA forest service. Arcata. California.

Pariipurno, ET. 2001. Modul Manajemen Bencana Pengenalan Longsor untuk Penanggulangan Bencana. Available online at <http://www.pedulibencana.com>.

Porter, Stephen C; 1987. *Physical geology*. John Wiley and sons. New York.

Tangestani. 2003. Landslides Susceptibility Mapping using the fuzzy gamma operation in a GIS Kakan Catchment Area, Iran. Available online at http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/landslides/index.htm.

Wahyunto dkk, 2003. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.

Lampiran 1. Data diameter batang pohon, dan Indeks Akar berbagai jenis pohon di DAS Konto Hulu

Jenis Tanah	Jenis pohon	Ulangan	dbh,cm	ICA	IJA
				dh2/dbh2	dv2/dbh2
1	PINUS	1	13.69	0.422125	0.183142
		2	10.84	0.792998	0.348439
		3	10.47	0.671253	0.478332
2		1	12.36	0.31523	0.258473
		2	12.66	0.210371	0.386956
		3	11.78	0.275654	0.352406
1	KOPI	1	2.4	0.840365	0.919861
		2	4.32	0.257743	0.324004
		3	4.04	0.210911	0.23048
2		1	3.49	0.322255	0.260203
		2	3.25	1.148705	0.269226
		3	3.78	0.417234	0.234015
1	MISOSIS	1	6.76	0.567723	1.032008
		2	8.54	0.402665	0.804354
		3	8.85	0.31372	0.521887
2		1	7.89	0.388193	0.531269
		2	6.32	0.460633	0.890285
		3	7.16	0.272313	0.595286
1	SURIAN	1	3.84	0.494134	0.058404
		2	5.61	0.306497	0.083836
		3	5.25	0.237203	0.194638
2		1	5.47	0.193567	0.07339
		2	4.93	0.279779	0.224951
		3	4.7	0.25287	0.174943
1	DAMAR	1	4.56	0.382137	0.525691
		2	6.88	0.419224	0.6152
		3	6.43	0.280463	0.376409
2		1	5.45	0.198674	0.267318
		2	6.22	0.166973	0.32365
		3	5.69	0.283317	0.459314
1	ALPUKAT	1	13.87	0.447629	0.360306
		2	9.42	0.439115	0.308331
		3	8.72	0.29	0.36
2		1	15.36	0.495008	0.257542
		2	12.25	0.34	0.64
		3	12.74	0.52	0.44
1	APEL	1	2.84	0.370785	0.307702
		2	3.26	0.374986	0.694512
		3	3.48	0.11	0.57
2		1	3.43	0.212556	0.238149

		2	3.78	0.182183	0.134123
		3	4.36	0.115731	0.202087
1	EUCALYPTUS	1	13.69	0.422125	0.183142
		2	10.47	0.671253	0.502598
		3	10.84	0.792051	0.34786
2		1	11.54	0.281908	0.260934
		2	10.86	0.71484	0.32869
		3	14.75	0.492294	0.367623
1	DADAP	1	4.5	0.193877	3.517654
		2	5.16	0.169882	1.139197
		3	5.33	0.15	1.04
2		1	5.7	0.129695	1.360477
		2	4.35	0.386846	1.52594
		3	5.17	0.225344	1.303353
1	JERUK MANIS	1	3.8	0.231108	0.145312
		2	4.33	0.078821	0.109201
		3	3.71	0.202091	0.210192
2		1	3.25	0.098414	0.34631
		2	4.63	0.199334	0.132113
		3	4.22	0.25	0.21
1	KALIANDRA	1	8.63	0.222811	0.171923
		2	8.63	0.222811	0.171923
		3	7.85	0.242178	0.240521
2		1	7.6	0.431167	0.260871
		2	6.84	0.27197	0.228132
		3	6.54	0.268912	0.284616
1	MANGGA	1	11.5	0.037567	0.27807
		2	10.33	0.068356	0.266683
		3	11.78	0.028839	0.289203
2		1	10.24	0.023867	0.381977
		2	12.65	0.021819	0.260655
		3	10.74	0.038795	0.260554
1	KEMIRI	1	4.08	0.152315	0.528306
		2	3.83	0.284445	0.542747
		3	4.22	0.109645	0.57588
2		1	4.57	0.136208	0.505628
		2	4.65	0.10663	0.447469
		3	6.21	0.115491	0.453997
1	RAMBUTAN	1	3.01	0.161389	1.196521
		2	5.26	0.22505	0.454908
		3	5.43	0.259451	0.497078
2		1	3.74	0.550009	0.762204
		2	4.8	0.453724	0.86112
		3	3.14	0.563887	0.460607

1	TRITIH	1	8.13	0.449805	0.376095
		2	6.59	0.266127	0.3735
		3	8.21	0.266058	0.386917
2		1	7.36	0.231384	0.538259
		2	7.55	0.301227	0.349027
		3	9.42	0.242148	0.433245
1	NANGKA	1	15.38	0.240199	0.583665
		2	12.64	0.230602	0.45203
		3	17.38	0.350273	0.377528
2		1	12.6	0.366905	0.389409
		2	15.88	0.343098	0.346156
		3	17.39	0.322107	0.487333
1	GAGAR	1	6.5	0.366947	0.986968
		2	5.35	0.50177	0.849552
		3	5.36	0.545183	0.705795
2		1	6.67	0.327911	0.378387
		2	7.69	0.356679	0.556466
		3	6.47	0.347272	0.584603
1	ANGGRUNG	1	9.78	0.5419	0.217147
		2	6.11	0.276639	0.533959
		3	8.18	0.236698	0.64183
2		1	5.57	0.353355	0.297081
		2	7.41	0.302179	0.274444
		3	8.6	0.265615	0.206906
1	MAHONI	1	11.31	0.658794	0.403941
		2	9.66	0.433197	0.314505
		3	8.73	0.364547	0.36915
2		1	10.48	0.571006	0.338619
		2	12.4	0.588174	0.407839
		3	9.41	0.558638	0.528905
1	KOPI JAWA	1	4.76	0.53477	0.887618
		2	5.97	0.502807	0.484365
		3	4.5	0.415432	1.052637
2		1	4.62	0.451955	0.780889
		2	5.56	0.418897	0.818911
		3	5.76	0.505566	0.754165
1	AKASIA	1	7.67	0.601825	0.619932
		2	9.25	0.269499	0.628579
		3	12.44	0.347876	0.610124
2		1	10.08	0.338257	0.543381
		2	9.27	0.177522	0.329932
		3	6.65	0.494468	0.430882
1	DURIAN	1	14.57	0.512744	0.628473
		2	17.31	0.511447	0.679698



		3	18.36	0.344316	0.338527
2		1	14.52	0.494872	0.482386
		2	13.87	0.452187	0.564423
		3	13.66	0.466412	0.478085
1	MURIS	1	6.54	0.224364	0.30195
		2	6.92	0.390879	0.247972
		3	6.47	0.404724	0.46064
2		1	5.27	0.433314	0.498259
		2	6.45	0.519959	0.165175
		3	6.39	0.274461	0.410339
1	MINDI	1	8.56	0.210525	0.180757
		2	7.89	0.282789	0.321766
		3	8.72	0.200613	0.373549
2		1	7.56	0.3797	0.584966
		2	7.59	0.195929	0.355035
		3	6.86	0.430427	0.500104
1	JAMBU	1	5.31	0.427694	0.69455
		2	5.67	0.371335	0.745951
		3	4.97	0.321458	0.500431
2		1	6.33	0.420403	0.548613
		2	6.5	0.223619	0.57595
		3	5.79	0.424846	0.788534
1	TRENGGUNI	1	18.74	0.364699	0.446178
		2	21.19	0.237752	0.369291
		3	16.49	0.270413	0.491389
2		1	24.19	0.206293	0.444091
		2	20.09	0.165464	0.422384
		3	18.48	0.311158	0.323666
1	KENINGAR	1	6.12	0.523386	0.340246
		2	6.88	0.253106	0.398186
		3	7.15	0.507321	0.661411
2		1	6.1	0.542819	0.680959
		2	9.13	0.380169	0.318612
		3	6.62	0.48779	0.372635
1	RANDU	1	6.24	0.398327	0.968239
		2	4.36	0.268859	0.963098
		3	5.31	0.309568	0.833456
2		1	7.58	0.413597	0.856056
		2	5.22	0.592912	0.859122
		3	6.48	0.495537	0.866165
1	CATARENA	1	3.42	0.187536	0.656646
		2	4.04	0.259595	0.600456
		3	3.21	0.244514	0.586698
2		1	4.3	0.281179	0.666149

		2	4.22	0.234081	0.687226
		3	4.83	0.305848	0.492634

Ket:

- Jenis Tanah : 1 = Inceptisol
2 = Andisol
- Dbh, cm : Diameter batang pohon
- ICA : Indeks Cengkeram Akar
- IJA : Indeks Jangkar Akar
- dh : Diameter akar horizontal
- dv : Diameter akar vertikal

Lampiran 2. Analisa ragam dbh

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Jenis_Tanah	1	1.352	1.352	0.83	0.363
Species	28	2745.219	98.044	60.43	<.001
Jenis_Tanah.Species	28	50.456	1.802	1.11	0.339
Residual	116	188.205	1.622		
Total	173	2985.232			

Lampiran 3 Analisa ragam ICA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Jenis_Tanah	1	0.00018	0.00018	0.01	0.913
Species	28	2.49596	0.08914	5.99	<.001
Jenis_Tanah.Species	28	0.66867	0.02388	1.6	0.043
Residual	116	1.7274	0.01489		
Total	173	4.89221			

Lampiran 4 Analisa Ragam IJA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Jenis_Tanah	1	0.16874	0.16874	3.18	0.077
Species	28	13.57011	0.48465	9.12	<.001
Jenis_Tanah.Species	28	0.93239	0.0333	0.63	0.923
Residual	116	6.1611	0.05311		
Total	173	20.83234			

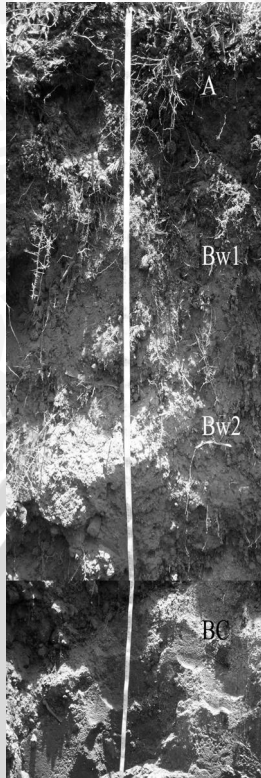
Lampiran 5. Deskripsi Profil

Kode Unit Peta : Tawangsari
Klasifikasi : Typic Durudands
 Deskripsi lokasi : Desa Tawangsari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur
 Metode pengamatan : Profil
 Elevasi : 1450 meter (Altimeter)
 Deskripsi landform : Hillslopes
 Lereng dan bentuk lereng : 45° ; tunggal atau kompleks
 Curah hujan tahunan : 1691 mm
 Rejim lengas tanah : Isotermik
 Suhu udara rata-rata tahunan : 26.1 °C
 Suhu tanah rata-rata tahunan : 23.6 °C
 Arah Lokasi : 2.5 Km Barat daya dari desa Tawangsari
 Bahan induk : Abu vulkan muda
 Drainase : Baik
 Permeabilitas : Sedang
 Bahaya erosi dan pengendapan : Sedang
 Kedalaman efektif : 88 cm
 Batuan Permukaan : Tidak ada
Penggunaan lahan : **Semak 1**
 Vegetasi : Kosekan, Rumput Gajah, Bambu
 Dideskripsikan oleh : Dafri C. dan Erick P.A

Data Laboratorium
 Kode Unit Peta : Tawangsari
 Klasifikasi : Typic Durudands

Data Analisa Laboratorium Tawangsari Lereng Atas

Horison		A	Bw1	Bw2	BC
Kedalaman	Cm	0 - 31	31 - 61	61 - 88	88-(200)
Total Pasir	%	35	41	28	44
Total Debu	%	55	55	60	44
Total Liat	%	10	4	12	12
Tekstur		Lempung berdebu	Lempung berdebu	Lempung berdebu	Lempung
C - Organik	%	5.34	0.17	0.97	0.04
pH H2O		4.8	4.8	4.8	4.9
Ca dpt Ditukar	meq/100 gr	3.2	5.3	10	6.9
Mg dpt Ditukar	meq/100 gr	2.7	3	2.5	1.7
K dpt Ditukar	meq/100 gr	0.8	0.8	0.6	1.6
Na dpt Ditukar	meq/100 gr	0.7	2.2	1.06	2.9
KTK NH4OAc	meq/100 gr	19.1	28.4	31.6	26.2
KB NH4OAc	%	39.7	40.6	46.7	50.8
BI	gram/cm3	0.9	0.85	0.95	0.93
BJ	gram/cm4	0.78	2.44	2.46	2.41



A -- 0-31 cm; Hitam (10YR 2/1), lempung berdebu ; Cokelat sangat gelap kekuningan (10 YR 3/3) kering; struktur remah, ukuran sedang dan perkembangan lemah; agak gembur, tidak lekat, tidak plastis, akar halus banyak, akar sedang sedikit, akar kasar sedikit; pori halus sedikit, sedang banyak dan kasar banyak; agak masam (pH 4.8); batas berangsur, memiliki sifat tiksotropi yaitu bila diperas mengeluarkan air. berombak beralih ke

Bw1 -- 31-61 cm; kuning kecokelatan (10YR 6/8); lempung berberdebu; struktur remah, ukuran halus dan perkembangan sedang; tidak lekat, tidak plastis; akar halus banyak, akar kasar sedikit; pori halus biasa, sedang dan kasar banyak; agak masam (pH 4.8); batas jelas, rata, beralih ke

Bw2 -- 61-88 cm; kuning kecokelatan (10YR 6/6); lempung berdebut; struktur gumpal membulat, ukuran sedang dan perkembangan cukup; agak lekat, agak plasti; akar halus dan sedang biasa, akar kasar sedikit; pori halus sedang, sedang biasa dan pori kasar banyak; agak masam (pH 4.8); batas berangsur, berombak, berangsur ke

BC -- 88-(200); coklat kekuningan (cm 10YR 5/6); Lempung; struktur gumpal membulat, ukuran sedang dan perkembangan cukup, agak keras; tidak lekat, tidak plastis; pori halus sedang, sedang biasa dan pori kasar biasa; akar halus dan sedang cukup, kasar sedikit; agak masam (pH 4.9).

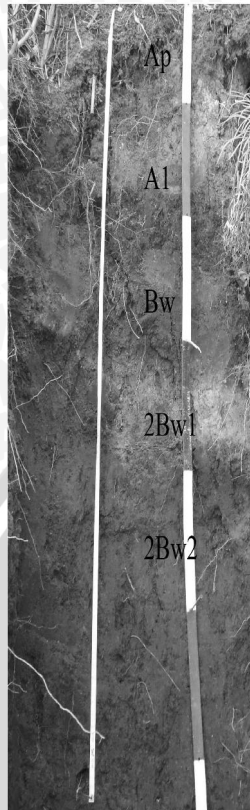


Kode Unit Peta : Pujonkidul
Klasifikasi : **Typic Dystrudepts**
 Deskripsi lokasi : Desa pujonkidul, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur
 Metode pengamatan : Profil
 Elevasi : 1180 meter (Altimeter)
 Deskripsi landform : Hillslopes
 Lereng dan bentuk lereng : 44° ; tunggal atau kompleks
 Curah hujan tahunan : 1691 mm
 Rejim lengas tanah : Isotermik
 Suhu udara rata-rata tahunan : 26.1 °C
 Suhu tanah rata-rata tahunan : 23.6 °C
 Arah Lokasi : 500 m ke selatan dari dusun Tulungrejo
 Bahan induk : Abu vulkan muda
 Drainase : Agak cepat sampai cepat
 Permeabilitas : Sangat cepat
 Bahaya erosi dan pengendapan: Sedang; Alur
 Kedalaman efektif : 87 cm
 Batuan Permukaan : Tidak ada
Penggunaan lahan : **Semak 2**
 Vegetasi : Rumput Gajah dan Kosekan
 Horison penciri : Epipedon Okrik (0-24 cm)
 Dideskripsikan oleh : Dafi C. dan Erick P.A

Data Laboratorium
 Kode Unit Peta : Pujonkidul
 Klasifikasi : Typic Dystrudepts

Data Analisa Laboratorium Pujonkidul Lereng Atas

Horison		Ap	A	Bw	2Bw1	2Bw2
Kedalaman	cm	0 - 24	24-41	41-72	72-87	87-(200)
Total Pasir	%	42	25	22	64	32
Total Debu	%	51	58	39	33	53
Total Liat	%	7	17	39	3	15
Tekstur		Lempung berdebu	Lempung berdebu	Lempung berliat	Lempung berpasir	Lempung berdebu
C – Organik	%	1.41	1.02	0.35	0.07	0.29
pH H2O		5.06	4.98	5.44	5.17	5.63
Ca dpt Ditukar	meq/100 gr	10.9	8.5	9.3	4.8	7.8
Mg dpt Ditukar	meq/100 gr	2.01	4.1	3.7	1.6	3.9
K dpt Ditukar	meq/100 gr	0.6	1.8	1.2	1.3	0.8
Na dpt Ditukar	meq/100 gr	0.9	0.9	0.9	1.2	1.9
KTK NH4OAc	meq/100 gr	33.4	34.3	32.3	20	29.6
KB NH4OAc	%	43.5	45.1	46.2	44.9	49.5
BI	gram/cm3	1.11	0.93	0.96	1.25	0.9
BJ	gram/cm3	2.3	2.5	2.5	2.7	2.3



Ap -- 0-24 cm; coklat gelap kekuningan (10YR 4/6), lempung berdebu; struktur granuler, ukuran sedang dan perkembangan cukup, agak keras; agak lekat, tidak plastis; akar halus banyak, akar sedang dan akar kasar sedikit; pori halus sedikit, sedang cukup, kasar banyak; agak masam (pH 5); batas berangsur, berombak beralih ke

A -- 24-41 cm; coklat gelap kekuningan (10YR 4/4); lempung berdebu; struktur tiang, ukuran kasar dan perkembangan kuat; agak lekat, agak plastis; akar halus banyak, kasar sedang; pori halus sedang, pori sedang dan kasar biasa; agak masam(pH 4.9); batas jelas, rata, beralih ke

Bw -- 41-72 cm; coklat kehitaman (10YR 3/3); lempung berliat, struktur tiang, ukuran kasar, kuat, agak keras; agak lekat, agak plastis; akar halus, sedang banyak, kasar sedang; pori halus dan sedang biasa dan pori kasar banyak; agak masam (pH 5.4); beralih ke

2Bw1 -- 72-87 cm; Abu –abu coklat terang (10YR 6/2); Lempung berpasir, struktur lepas, sedang, kuat, agak keras; tidak lekat, tidak plastis; akar halus, sedang banyak, kasar sedang; pori halus sedang, sedang dan pori kasar biasa; agak masam (pH 5.1); batas baur, berangsur ke

2Bw2 -- 87-(200) cm; Cokelat sangat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2) lempung berdebu; struktur gumpal membulat, sedang, cukup, keras; agak lekat, agak plastis; perakaran halus, sedang dan kasar sedikit; pori halus, sedang dan kasar biasa; agak masam (pH 5.6).]



Lampiran 6 Analisa Ragam Hipotesis

No	Species	ICA_{In}/ICA_{An}	IJA_{In}/IJA_{An}	Klasif (%)
1	Apel	1.68	2.74	Terima hipotesis
2	Kopi	0.69	1.93	48
3	Anggrung	1.15	1.79	
4	Gagar	1.37	1.67	
5	Damar	1.67	1.44	
6	Akasia	1.21	1.43	
7	Dadap	0.69	1.36	
8	Kemiri	1.52	1.17	
9	Misosis	1.15	1.17	
10	Nangka	0.80	1.16	
11	Trengguni	1.28	1.10	
12	Durian	0.97	1.08	
13	Eucalyptus	1.27	1.08	
14	Randu	0.65	1.07	
15	Rambutan	0.41	1.03	Tolak
16	Kopi Jawa	1.06	1.03	
17	Keningar	0.91	1.02	21
18	Jambu	1.05	1.01	
19	Pinus	2.35	1.01	
20	Catarena	0.84	1.00	
21	Muris	0.83	0.94	
22	Mangga	1.60	0.92	
23	Tritih	1.27	0.86	31
24	Mahoni	0.85	0.85	
25	Kaliandra	0.72	0.81	
26	Alpukat	0.87	0.77	
27	Surian	1.43	0.71	
28	Jeruk			
28	Manis	0.93	0.67	
29	Mindi	0.69	0.61	

Lampiran 7. Data berat jenis tajuk dan akar pohon

Nama Pohon	Nama Latin	g/cm ³	g/cm ³
		Wood density tree	Root Wood density
Randu	<i>Ceiba pentandra</i>	0.21	0.38
Dadap	<i>Erythrina subumbrans</i>	0.29	0.28
Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	0.31	0.85
Surian	<i>Toona surenii</i>	0.39	0.68
Misosis	<i>Maesopsis eminii</i>	0.42	0.18
Anggrung	<i>Trema orientalis</i>	0.42	0.14
Pinus	<i>Pinus sp.</i>	0.55	0.12
Akasia	<i>Acacia sp.</i>	0.56	0.33
Eucalyptus	<i>Eucalyptus alba</i> Reinw. ex Blume	0.57	0.09
Durian	<i>Durio zibethinus</i>	0.57	0.04
Keningar	<i>Cinamomum (burmanii?)</i>	0.57	0.33
Alpukat	<i>Persea americana</i>	0.6	0.17
Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0.61	0.07
Apel	<i>Pyrus malus</i>	0.64	0.75
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	0.67	0.53
Damar	<i>Shorea sp.</i>	0.7	0.39
Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	0.72	0.45
Mahoni	<i>Swietenia mahogany</i>	0.74	0.18
Jambu	<i>Guava</i>	0.8	0.22
Mindi	<i>Azadirachta indica</i>	0.82	0.77
Jeruk Manis	<i>Citrus sp</i>	0.84	0.53
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	0.91	0.71
Trengguni (=trengguli)	<i>Cassia fistula</i>	0.92	0.08
Kopi	<i>Coffea arabica</i>		1.29
Tritih			0.16
Gagar			0.13
Kopi Jawa	Java Coffea		0.58
Muris	<i>Annona muricata</i>		0.36
Catarena	<i>Albizia falcataria</i>		0.66