

**EVALUASI PENGARUH PENGELOLAAN TANAH TERHADAP
KETERSEDIAAN LENGAS TANAH UNTUK TANAMAN APEL PADA
INCEPTISOL PONCOKUSUMO DENGAN MODEL
*CROPWAT for WINDOWS***

Oleh

ARDHI EKA SAPUTRA

0310433001-43



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

PROGRAM STUDI ILMU TANAH

MALANG

2009

**EVALUASI PENGARUH PENGELOLAAN TANAH TERHADAP
KETERSEDIAAN LENGAS TANAH UNTUK TANAMAN APEL PADA
INCEPTISOL PONCOKUSUMO DENGAN MODEL
*CROPWAT for WINDOWS***

Oleh
ARDHI EKA SAPUTRA
0310433001-43

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG**

2009

RINGKASAN

Ardhi Eka S. 0310433001-43. Evaluasi Pengelolaan Tanah Terhadap Ketersediaan Lugas Tanah Untuk Tanaman Apel Pada Inceptisol Poncokusumo Dengan Model *CropWat for Windows* . Dibawah bimbingan : Sugeng Prijono dan Zaenal Kusuma.

Apel (*Malus Sylvestris Mill*) adalah tanaman tahunan yang berasal dari subtropis. Kabupaten Malang (Batu dan Poncokusumo) merupakan daerah sentra produksi tanaman apel di Indonesia, pertanaman apel di Indonesia masih perlu ditingkatkan. Selain teknologi budidaya dan juga adanya gangguan iklim pada daerah tropis (kekeringan dan hujan). Besarnya air tanah yang dapat diserap oleh tanaman sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman. Produksi tanaman akan optimal apabila kebutuhan airnya dapat terpenuhi selama periode pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman akan terpenuhi apabila ketersediaan air tanahnya cukup.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lugas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang dengan pendekatan model *CropWat for Windows*, dan untuk merekomendasi upaya perbaikan sistem pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lugas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini antara lain :Pengelolaan tanah (Peningkatan Presipitasi efektif, ketebalan solum tanah, dan ketersediaan air tanaman) dapat meningkatkan ketersediaan lugas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo dan Pengelolaan tanah yang sesuai (pembuatan teras, pengolahan dalam dan penambahan bahan organik) dapat meningkatkan produktivitas yang optimal pada tanaman apel di Kecamatan Poncokusumo.

Penelitian ini dilakukan di Desa Poncokusumo, Kabupaten Malang. Dalam penelitian ini diperlukan data-data sekunder, seperti : Data iklim (curah hujan, klimatologi, kelembaban udara, cahaya matahari, kecepatan angin) dari stasiun klimatologi Karangploso, Data tanaman, dan Data tanah dari pengamatan di lapang. Sedangkan waktu penelitian dimulai pada bulan Maret – Agustus 2008. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini double ring untuk penghitungan infiltrasi di lapang, perangkat komputer dan software *CropWat for Windows versi 4.2*. Parameter yang di evaluasi berupa Peningkatan Presipitasi efektif (60,75,90%), Ketebalan Solum (40,80,120cm), Peningkatan Ketersediaan Air (100,200mm/m) terhadap ketersediaan lugas tanah. Sedangkan untuk sifat fisik tanah meliputi tekstur, berat isi, berat jenis, porositas, stabilitas agregat, Konduktivitas Hidrolik Jenuh, $pf\ 2.5$ & $pf\ 4.5$ dan bahan organik tanah. Pengambilan sampel tanah pada lahan apel anorganik pada kedalaman (0-20,20-47,47-107cm).

Hasil dari penelitian ini antara lain : Semakin besar tingkat presipitasi efektif (90%) maka semakin besar pula nilai hujan efektif (2273.35 mm) dan semakin kecil nilai kebutuhan air irigasinya (281.55 mm). Upaya peningkatan presipitasi efektif dengan cara sistem konservasi tanah dengan pembuatan teras sesuai kontur. Semakin atas lapisan solum tanah (40 cm) maka semakin tinggi nilai deplesi lugas tanah (1540.1 mm), Sebaliknya semakin bawah lapisan solum tanah (120 cm) maka semakin rendah nilai deplesi lugas tanah (814.4 mm). Upaya peningkatan ketebalan solum dengan cara pengolahan dalam. Semakin besar ketersediaan air yang diberikan (200 mm/m) maka nilai deplesi lugas tanah semakin tinggi (1371.4 mm) sehingga nilai total lugas tanah tersedia semakin besar pula (107 mm). Upaya peningkatan ketersediaan air dengan cara penambahan bahan organik ke dalam tanah.

SUMMARY

Ardhi Eka S. 0310433001-43. Evaluation Effect of Soil Managements to Availability Soil Moisture for Apel on Inceptisol Poncokusumo by CropWat for Windows Model. Supervised by: Sugeng Prijono. and Co. Supervised by Zaenal Kusuma.

Apple (*Mallus Sylvestris* Mill) is annual crop which come from area subtropical. Malang Sub-Province (Batu and Poncokusumo) is a represent area to produce apple in Indonesia. More over the apple in Indonesia need improvement to get a high production. Besides agriculture technology as well as existence of climate problem at tropical area (rain and dryness). In the other hand, amount of water which can absorp by plant is determined of plant production. Crop production will be optimal if its amount of water required earn fulfilled during period of growth. Finally, watery demand on crop required if availability of its soil water enough.

The aim of this research were to evaluate the influence of soil management on clammy availability of soil where exist in District of Poncokusumo, Malang Sub-Province with approach of Cropwat for Windows, and to recommend soil management on clammy availability of soil.

Hypothesis from this research was : Management of soil (Increasing of effective precipitation, depth of solum, and availability of crop water) can improve hummidity availability of soil at apple crop in District of Poncokusumo and management of appropriate soil (making of terrace, deep tillage, adding soil organic matter) can improve the productivity of apple crop in District of Poncokusumo.

This research was conducted in Poncokusumo, Malang Sub-Province. The secondary data which was needed in this research i.e Climate data (rainfall, climatology, temperature humidity, sun shinc, wind speed) from climatology station Karangploso, Crop data, and Soil data of pre survey in Poncokusumo. The researchs started on March - August 2008. The research used many tools such as double ring for measuring soil infiltration, a computer and software Cropwat for Windows version 4.2. The parameter was evaluated such as the increasing of effective precipitation (60,75,90%), depth of solum (40,80,120cm), and increasing of the water availability (100,200mm/m). While the parameter of soil physic such as texture, bulk density, particle density, porosity, aggregate stability, saturated hydraulic conductivity, pf 2.5 & pf 4.5 and soil organic matter of soil. Soil sampling was done in apple farm at 0-20,20-47,47-107cm depth.

Result from this research were : The greater level effective precipitation (90%) then the large value of effective rainfall (2273.35mm) and the water needs of small value irrigation (281.55mm). Efforts to increase the effective precipitation way soil conservation system with making of terrace according to contours. The top layer of soil solum (40cm) the higher value soil moisture deficit (1540.1mm), Otherwise the bottom layer of soil solum (120cm) the lower soil moisture deficit values (814.4mm). Increasing the thickness of solum to the way deep tillage. The greater water availability is given (200mm/m) the higher soil moisture deficit values (1371.4mm) so the larger value of total available moisture (107mm). Efforts to increase the water availability with the addition of organic matter into the soil.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur yang sedalam - dalamnya penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“evaluasi pengaruh pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah untuk tanaman apel pada inceptisol poncokusumo dengan model cropwat for windows”**. Adapun tujuan dari penyusunan penulisan ini untuk diajukan sebagai syarat dalam rangka pencapaian derajat Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Sehubungan dengan selesainya penulisan karya akhir ini, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta atas segala motivasi dan spirit yang telah diberikan selama ini.
2. Prof. Dr. Ir. Mochtar Luthfi Rayes, MSc. selaku Ketua Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
3. Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS. selaku dosen pembimbing pertama.
4. Dr. Ir. H. Zaenal Kusuma, MS. selaku Ketua Program Studi dan selaku dosen pembimbing kedua.
5. Semua Dosen Jurusan Tanah yang telah memberi ilmu selama penulis berada dalam masa perkuliahan.
6. Semua staf dan karyawan jurusan Tanah, dan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
7. Soiler '03 terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Your The Best ALL My Friend's.

Malang, Maret 2009

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 09 April 1985 di Sumberrejo, Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur dari ayah yang bernama Drs. NURHAYI dan ibu yang bernama SUWARTI.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Negeri I Sumberrejo pada tahun 1997, lulus SLTP Negeri I Bojonegoro pada tahun 2001 dan menyelesaikan studi SLTA Negeri 2 Bojonegoro pada tahun 2003.

Pada tahun 2003-2008 menjadi mahasiswa Jurusan Tanah, Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Alur Kerangka.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesa.....	4
1.5 Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelolaan Tanah.....	5
2.2 Sifat Inceptisol.....	7
2.3 Lengas Tanah.....	7
2.3.1 Pengertian Lengas Tanah.....	7
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Simpanan Lengas Tanah.....	8
2.4 Tanaman Apel (<i>Malus silvestris</i> MILL)	11
2.5 <i>Cropwat for Windows</i>	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Tahap Penelitian	15
3.3.1 Tahapan Persiapan atau Pra-Survei.....	15
3.3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian atau Survei Utama.....	16
3.4 Proses Evaluasi dengan <i>CropWat for Windows</i>	16
3.5 Interpretasi data dan penulisan laporan.....	20
3.6 Perlakuan Kombinasi	25
3.7 Metode Pengambilan Contoh Tanah.....	26
3.8 Analisis laboratorium.....	26
3.9 Pengolahan Data dan Penulisan Laporan.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	28
4.2 Iklim.....	28
4.3 Sifat Fisik Tanah.....	29
4.4 Hubungan Pengelolaan Tanah Terhadap <i>CropWat for Windows</i>	33
4.4.1 Peningkatan Hujan Efektif.....	33
4.4.2 Peningkatan Ketebalan Solum.....	33
4.4.3 Peningkatan Ketersediaan Air.....	33
4.5 Pengaruh Pengelolaan Tanah Terhadap	

Ketersediaan Lugas Tanah.....	34
4.5.1 Peningkatan Hujan Efektif.....	34
4.5.2 Peningkatan Ketebalan Solum.....	36
4.5.3 Peningkatan Ketersediaan Air.....	37
4.6 Output Cropwat for Windows.....	39
4.6.1 Evapotranspirasi tanaman (ET _o).....	40
4.6.2 Kebutuhan Air Tanaman (CWR) dan Kebutuhan Air Irigasi (IWR).....	41
4.6.3 Penurunan Kelembaban Tanah (SMD).....	42
4.6.4 Reduksi Produksi (%).....	45
4.7 Analisa Perlakuan dengan Menggunakan Model <i>CropWat for Windows</i>	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	53



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel (*Malus Sylvestris Mill*) adalah tanaman tahunan yang berasal dari subtropis. Kabupaten Malang (Batu dan Poncokusumo) merupakan daerah sentra produksi tanaman apel di Indonesia. Pertanaman apel di Indonesia masih perlu ditingkatkan. Selain Pengelolaan tanah dan juga adanya gangguan iklim pada daerah tropis (kekeringan dan hujan) sehingga dapat mempengaruhi produktivitas tanaman apel.

Pengelolaan tanah memegang peranan penting dalam peningkatan produksi dan mempertahankan produksi pada tingkat optimal. Untuk memperkecil pengaruh yang merugikan dari tindakan pengelolaan tanah, sebaiknya tanah diolah seperlunya saja (Hardjowigeno, 2003).

Meningkatkan produksi tanaman persatuan luas tanpa memperhatikan pengelolaan tanah yang benar dan tidak memenuhi kaedah konservasi pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya degradasi tanah terutama dari segi fisik yang salah satunya adalah terjadi kepadatan permukaan tanah. Kepadatan tanah merupakan salah satu bentuk degradasi fisika tanah yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan lahan yang mempunyai produktivitas tanah dan tanaman (Sudarsana, 2005).

Pengelolaan tanah merupakan salah satu komponen penting dalam proses hidrologi. Proses hidrologi tersebut meliputi proses masuknya air ke dalam tanah yang kemudian disimpan di dalam tanah ataupun air yang tersimpan dekat perakaran tanaman (simpanan lengas tanah) dan hilangnya air dari dalam tanah melalui perlokasi maupun evapotranspirasi.

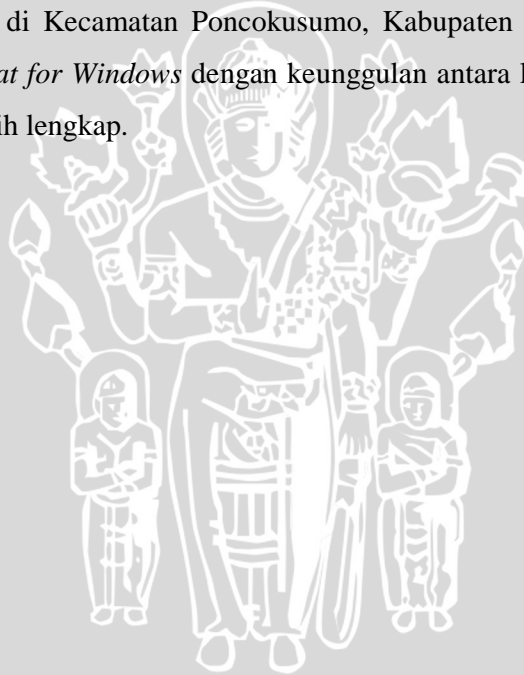
Kondisi lengas tanah yang sangat terbatas dapat dipengaruhi oleh beberapa hal salah satunya adalah sifat fisik tanah. Sifat fisik yang mempengaruhi simpanan lengas tanah adalah struktur tanah. Struktur tanah yang baik menyebabkan sebaran pori makro tinggi akibatnya simpanan lengas tanah meningkat. Bahan organik tanah juga membantu pembentukan struktur tanah, sehingga ruang pori dapat terisi oleh air dan partikel tanah mampu mengikat molekul-molekul air. Pada kondisi seperti ini air dalam keadaan tersimpan dalam tanah.

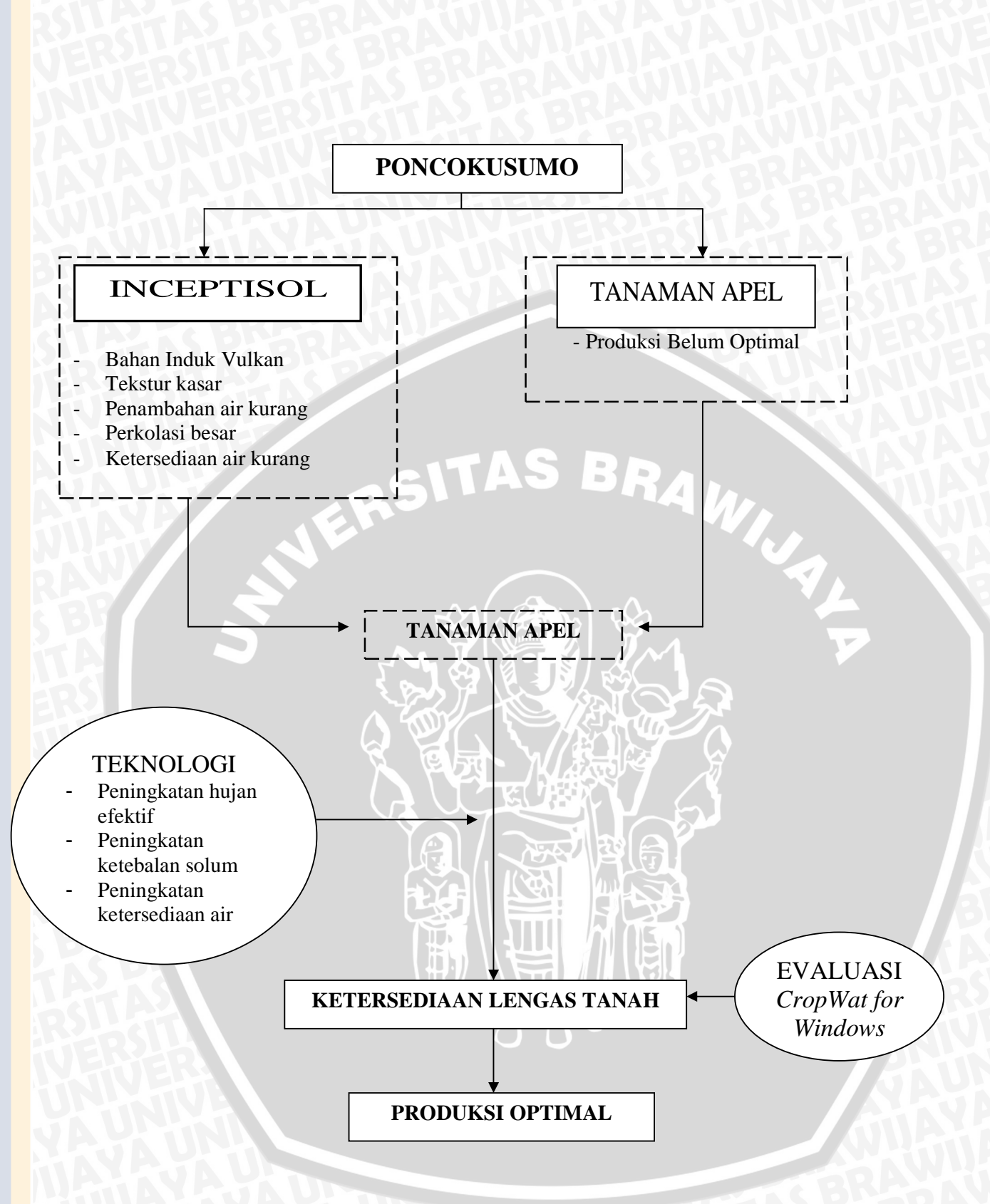
Disamping dapat mempengaruhi simpanan lengas tanah, sifat fisik dapat pula berpengaruh terhadap perakaran tanaman. Tanaman dengan sistem perakaran yang

luas akan mampu mengikat tanah disamping dapat meningkatkan laju infiltrasi dan melepas bahan organik yang berfungsi dalam pemantapan agregat ke dalam tanah. Priyono *et al.* (1996) membuktikan bahwa dengan penambahan bahan organik dari pemangkasan tanaman pagar dan residu biomassa tanaman mampu meningkatkan porositas tanah, kemantapan agregat dan ketersediaan kandungan air, serta menurunkan berat isi tanah.

Besarnya air tanah yang dapat diserap oleh tanaman sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman. Produksi tanaman akan optimal apabila kebutuhan airnya dapat terpenuhi selama periode pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman akan terpenuhi apabila ketersediaan air tanahnya cukup.

Berdasarkan permasalahan tersebut. Maka perlu adanya upaya perbaikan dalam sistem pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman Apel Inceptisol yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang dengan pendekatan model *CropWat for Windows* dengan keunggulan antara lain perhitungan kebutuhan air tanaman lebih lengkap.





PONCOKUSUMO

INCEPTISOL

- Bahan Induk Vulkan
- Tekstur kasar
- Penambahan air kurang
- Perkolasi besar
- Ketersediaan air kurang

TANAMAN APEL

- Produksi Belum Optimal

TANAMAN APEL

- TEKNOLOGI**
- Peningkatan hujan efektif
 - Peningkatan ketebalan solum
 - Peningkatan ketersediaan air

EVALUASI
CropWat for Windows

KETERSEDIAAN LENGAS TANAH

PRODUKSI OPTIMAL

Gambar 1. Alur Pikir Penelitian



1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengevaluasi pengaruh pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang dengan pendekatan model *CropWat for Windows*.
2. Untuk merekomendasi upaya perbaikan sistem pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Pengelolaan tanah (Peningkatan presipitasi efektif, ketebalan solum tanah, dan ketersediaan air tanaman) dapat meningkatkan ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel yang ada di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.
2. Pengelolaan tanah yang sesuai (pembuatan teras, pengolahan dalam dan penambahan bahan organik) dapat meningkatkan produktivitas yang optimal pada tanaman apel di Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini antar lain untuk memberikan informasi tentang pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman Apel Inceptisol Poncokusumo berdasarkan pada perhitungan neraca air lahan melalui pendekatan model *CropWat for Windows*, yang nantinya dapat digunakan sebagai perbandingan untuk lahan yang kondisinya sama dengan penelitian, sehingga dapat meningkatkan penghasilan, keuntungan dan kesejahteraan petani setempat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah merupakan tindakan mekanik terhadap tanah yang ditujukan untuk menyiapkan tempat persemaian, memberantas gulma, memperbaiki kondisi tanah untuk penetrasi akar, infiltrasi dan peredaran udara (aerasi), dan menyiapkan tanah untuk irigasi permukaan.

Menurut Hardjowigeno (2003), pengelolaan tanah secara temporer dapat memperbaiki sifat fisik tanah, tetapi pengelolaan tanah yang dilakukan berulang-ulang kali dapat menimbulkan masalah kerusakan tanah, karena :

- a. Struktur tanah terbentuk secara alami oleh penetrasi akar, pelapukan bahan organik dan aktivitas fauna tanah menjadi rusak akibat pengolahan tanah yang terlalu sering.
- b. Pengolahan tanah yang terlalu sering dapat mempercepat menurunnya kandungan bahan organik tanah, karena aerasi yang berlebihan mempercepat perombakan bahan organik.
- c. Pengolahan tanah sewaktu penyiangan memutuskan akar-akar yang dangkal.
- d. Meningkatnya kepadatan tanah pada kedalaman 15 hingga 25 cm akibat pengolahan tanah dengan alat-alat berat yang berlebihan dapat menghambat perkembangan akar tanaman serta menurunkan laju infiltrasi.
- e. Seringnya dilakukan pengolahan tanah menyebabkan tanah sering terbuka sehingga lebih memungkinkan terjadinya erosi dan pergerakan tanah di permukaan.

Pengelolaan tanah memegang peranan penting dalam peningkatan produksi dan mempertahankan produksi pada tingkat optimal. Untuk memperkecil pengaruh yang merugikan dari tindakan pengelolaan tanah, sebaiknya tanah diolah seperlunya saja (Hardjowigeno, 2003).

Hairiah *et al.* (2000) menyatakan bahwa dalam pengelolaan lahan ada dua macam jangka waktu, yaitu jangka pendek dan jangka panjang.

a. Jangka Pendek

1. Pemberian pupuk organik.

Petani berpendapat bahwa kesuburan tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk organik. Menurut mereka respon pupuk organik lebih lambat daripada pupuk kimia namun pengaruhnya lebih tahan lama dan ramah lingkungan. Pupuk organik yang banyak digunakan oleh petani adalah pupuk hijau, pupuk kandang, dan sebagainya.

Pengangkutan hasil panen yang tidak diikuti pengembalian biomassa akan menyebabkan tanah menjadi kurang subur. Sehingga sekarang ini para petani mulai belajar mengembalikan sisa-sisa panen ke lahan. Biomassa sisa hasil panen berupa jerami padi, batang jagung maupun kedelai.

2. Pemberian pupuk kimia.

Para petani berpendapat bahwa tanpa pupuk kimia tanaman tidak akan dapat berproduksi tinggi. Pupuk kimia yang banyak diberikan adalah Urea, ZA, KCl dan TSP. Permasalahan yang timbul akibat pemakaian pupuk anorganik bukan hanya masalah ekologi namun juga masalah distribusi, petani sering memberi pupuk diluar dosis yang dianjurkan, sehingga terjadi kelangkaan pupuk di pasaran.

b. Jangka Panjang

Untuk pengelolaan jangka panjang yaitu dengan pencegahan erosi. Petani menyadari pentingnya pencegahan erosi, terutama bagi mereka yang mempunyai lahan dengan kelerengan yang curam. Adapun usaha-usaha yang dilakukan antara lain adalah dengan membuat guludan sejajar kontur atau menanam tanaman penguat tebing. Tapi bila intensitas hujan yang turun tinggi serta struktur tanah yang kurang mantap menyebabkan guludan longsor. Sebagian petani ada yang membuat guludan tegak lurus arah kontur, sehingga air limpasan bisa cepat mengalir. Cara seperti ini diakui memang dapat mengurangi kerusakan guludan namun pengikisan tanah (erosi) tetap terjadi.

2.2 Sifat Inceptisol

Inceptisol merupakan tanah muda yang baru berkembang yang merupakan tanah pertanian yang tersebar paling luas di Indonesia. Pengelolaannya tergolong intensif sebagai lahan pertanian, perkebunan dan hutan. Inceptisol memiliki tekstur beragam, dari kasar hingga halus tergantung dari tingkat pelapukan bahan induknya.

Pekembangan profil Inceptisol lebih berkembang dibandingkan Entisol tetapi kurang berkembang dibandingkan dengan order lain. Inceptisol yang terdapat di dataran rendah pada umumnya mempunyai solum tebal dan pada daerah berlereng mempunyai solum yang dangkal.

Pada umumnya Inceptisol terbentuk dari bahan yang tahan terhadap pelapukan sehingga fraksi liat yang dihasilkan dari poses pelapukan relatif sedikit. Maka dari itu pembentukan horison argilik terganggu bahkan tidak terdapat sama sekali. Pada kondisi normal Inceptisol memiliki berat isi dan porositas yang stabil tidak terlalu tinggi atau rendah yaitu berkisar antara $0,93-1,25 \text{ g cm}^{-3}$ (berat isi) dan $\leq 62,7\%$ (porositas) yang dikategorikan sama dengan jumlah berat isi dan jumlah pori pada Mollisol yang merupakan tanah yang lunak (tidak padat). Sedangkan untuk Inceptisol yang bermasalah atau mengalami pemadatan akibat adanya aktivitas pertanian memiliki berat isi tinggi (mencapai $1,6 \text{ g.cm}^{-3}$) dan jumlah pori yang rendah ($\geq 40\%$).

2.3 Lengas Tanah

2.3.1 Pengertian Lengas Tanah

Lengas tanah adalah air yang terdapat dalam tanah yang terikat oleh beberapa potensial, yaitu gaya matriks atau adsorpsi, osmosis dan kapiler. Gaya - gaya utama yang menyebabkan terikatnya air dalam tanah adalah :

- a. Adsorpsi, molekul air yang ditarik dan beradhesi pada permukaan partikel tanah secara kuat,
- b. Gaya osmotik, karena bahan kimiawi terlarut, seperti garam, maka gaya yang memegang air dalam tanah ditingkatkan dengan jumlah yang sama dengan tekanan osmotik larutan tanah, dan
- c. Gaya kapiler, molekul permukaan air yang ditarik terutama oleh molekul di dalam air dan selaput air dalam tanah dengan demikian dipegang di lapangan oleh gaya tegangan muka (Seyhan, 1990).

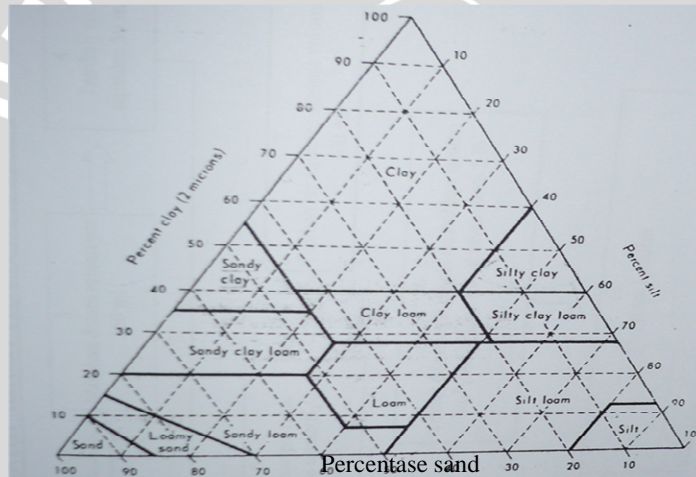
Ketiga gaya di atas yang menyebabkan terikatnya air dalam tanah dapat disebut sebagai isapan lengas tanah. Isapan lengas tanah juga menentukan berapa banyak air yang dapat diserap oleh tanaman. Menurut Hardjowigeno (2003), banyaknya air yang tersedia bagi tanaman adalah selisih dari kadar air pada kondisi kapasitas lapang dikurangi kadar air pada titik layu permanen.

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Simpanan Lengas Tanah

Simpanan lengas tanah dan keragamannya pada masing-masing penggunaan lahan tergantung pada :

1. Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif berbagai proporsi partikel di dalam tanah (Buckman and Brady, 1982). Partikel tanah digolongkan menjadi pasir, debu, dan liat. Berdasarkan perbandingan banyaknya butir-butir pasir, debu dan liat maka tanah dikelompokkan kedalam beberapa kelas tekstur tanah, antara lain pasir, lempung berpasir, lempung, lempung berliat dan sebagainya. Beberapa kelas tekstur tanah dikelompokkan kedalam kelas-kelas tekstur tanah yaitu : kasar, agak kasar, sedang, agak halus dan halus (Hardjowigeno, 1993).



Gambar 2. Segitiga Tekstur (La, An.2007)

Secara umum, tekstur tanah berpengaruh terhadap infiltrasi, simpanan lengas tanah, kemudahan dalam pengolahan tanah dan aerasi tanah (Gardiner and Miller, 2004). Tekstur tanah halus pada umumnya mempunyai air lebih banyak dan lebih sulit mengalirkan air dari pada tekstur tanah yang lebih kasar, karena tekstur tanah yang halus mempunyai lebih sedikit pori drainase.

2. Berat Isi Tanah

Berat isi tanah adalah berat dari volume tanah yang terjadi secara alami, termasuk didalamnya beberapa ruang tempat udara berada dan bahan organik di dalam volume tanah (Gardiner and Miller, 2004) karena berat isi dihitung pada tanah

yang telah dikeringkan sehingga air tidak termasuk dalam berat contoh tanahnya. Tanah yang didominasi oleh liat akan mempunyai berat isi yang lebih rendah daripada tanah yang didominasi pasir (Gardiner and Miller, 2004). Liat mengandung lebih banyak air, dimana air tidak termasuk didalam perhitungan berat isi, sehingga berat isi liat lebih rendah. Tanah yang mempunyai berat isi yang tinggi dapat menyebabkan lambatnya pergerakan air dan rendahnya aerasi tanah (Juo and Franzieuebbbers, 2003) sehingga lebih kecil kemungkinannya mengalami perkolasi.

3. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah atau kerapatan jenis zahra merupakan berat dari partikel tanah (Juo and Franzieuebbbers, 2003), sehingga berat air dan ruang pori tanah yang berisi udara tidak termasuk dalam berat jenis tanah. Tanah mineral yang mengandung kuarsa, feldspar, mika dan mineral lain mempunyai berat jenis rata-rata sekitar $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ (Juo and Franzieuebbbers, 2003). Nilai berat jenis dengan berat isi tanah digunakan untuk menghitung besarnya nilai porositas tanah. Semakin tinggi berat jenis tanah maka persentase ruang pori tanah akan semakin tinggi jika nilai BI tanah konstan (Gardiner and Miller, 2004) sehingga kemungkinan air yang ada di lama tanah juga akan semakin banyak.

4. Ruang Pori Tanah

Ruang pori tanah adalah bagian yang tidak terisi bahan padatan tanah (terisi oleh udara dan air) (Hardjowigeno, 1993). Jumlah air dan udara yang mengisi ruang pori tersebut selalu berubah setiap waktu. Beberapa faktor yang dapat membentuk ruang pori tanah adalah bahan oganik, perakaran tanaman dan pengolahan tanah.

Menurut Gardiner and Miller (2004) tanah yang mempunyai banyak ruang pori drainase akan mempunyai drainase tanah yang baik. Hal ini karena dengan lebih banyak terdapat pori drainase maka pergerakan air di dalam tanah berjalan dengan lancar.

5. Kurva Karakteristik Lengas Tanah

Kurva karakteristik lengas tanah menunjukkan jumlah air yang terkandung di dalam tanah pada tekanan matriks tanah 0,1 kPa; 1 kPa; 10kPa; dan 1500 kPa. Air yang terdapat pada pF 2 merupakan air pada kondisi kapasitas lapang yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya

gravitasi (Hardjowigeno, 1993). Tanah dengan kapasitas lapang yang lebih tinggi akan menyebabkan lebih banyak air yang terikat oleh matrik tanah tersebut sehingga lengas tanahnya menjadi tinggi.

6. Konduktivitas Hidraulik Jenuh

Konduktivitas hidraulik merupakan kecepatan bergeraknya suatu cairan pada media berpori (Tim Jurusan Tanah, 1997) konduktivitas hidraulik merupakan karakteristik tanah yang menggambarkan kecepatan pergerakan air melalui pori tanah pada kondisi tanah yang jenuh (Juo and Franzieuebbers, 2003). Pergerakan air tersebut disebabkan oleh gaya gravitasi.

7. Bahan Organik

Menurut Hairiah *et al.* (2000), bahan organik merupakan sisa-sisa tanaman, hewan, manusia yang belum terlapuk baik yang berada di atas permukaan maupun di dalam air tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik pada tanah, semakin banyak air yang diikat oleh bahan organik tersebut, sehingga ketersediaan air dalam tanah semakin meningkat.

2.4 Tanaman Apel (*Malus silvestris* MILL)

2.4.1 Klasifikasi Tanaman Apel (*Malus silvestris* MILL)



Gambar 3. Lahan Apel di Poncokusumo

Tanaman apel (*Malus silvestris* MILL) mempunyai sistematika sebagai berikut:

- Divisio : Spermstophyta
- Subdivisio : Angiospermae
- Klas : Dicotyledoane
- Ordo : Rosales
- Famili : Rosaceae
- Species : *Malus silvestris* Mill

Menurut Soelarso, (1997). Dari species *Malus silvestris* Mill ini terdapat bermacam-macam varietas yang pada umumnya tidak tampak berbeda ditinjau dari segi morfologinya.

1. Akar

Pohon apel yang berasal dari biji dan anakan akan membentuk akar tunggang, yaitu akar yang tumbuhnya lurus vertikal ke dalam tanah. Akar ini berfungsi sebagai penegak tanaman, penghisap air dan unsur hara dalam tanah, serta untuk menembus lapisan tanah yang keras. Sedangkan batang bawah yang berasal dari perbanyakan stek dan rundukan tunas akar, yang berkembang baik adalah akar cabang/akar serabut dan tidak mempunyai akar tunggang, sehingga batangnya kurang kuat dan rentan terhadap kekurangan air.

2. Batang

Pohon apel berkayu cukup keras dan kuat, cabang-cabang yang dibiarkan/tidak dipangkas pertumbuhannya lurus dan tidak beranting. Kulit kayunya cukup tebal, warna kulit batang muda coklat muda sampai coklat kekuning-kuningan dan setelah tua berwarna hijau kekuning-kuningan sampai kuning keabu-abuan. Karena dilakukan pemangkasan, baik pemangkasan bentuk maupun pemangkasan pemeliharaan, maka tajuk pohon berbentuk perdu seperti payung atau meja.

3. Daun

Daun apel berbentuk lonjong/oval, ada yang lebar dan ada yang kecil (apel liar). Ujung daunnya runcing, pangkal daun tumpul sedangkan tepi daunnya bergerigi teratur. Warna permukaan daun bagian atas hijau tua, tulang daun berwarna hijau muda, dan tangkai daun berwarna hijau kelabu.

4. Bunga

Bunga apel bertangkai pendek, menghadap ke atas, bertandan, dan pada tiap tandan terdapat 7-9 bunga. Bunga tumbuh pada ketiak daun, mahkota bunganya berwarna putih sampai merah jambu berjumlah 5 helai, menyelubungi benangsari pada badan buah, dan di tengah-tengah bunga terdapat putik atau bakal buah. Bunga apel penyerbukannya secara silang. Berkaitan dengan penyerbukan ini pengaruhnya sangat besar terutama atas varietas Manalagi.

Berdasarkan Djaenudin *et al.* (2000), temperatur rata-rata yang dibutuhkan untuk tanaman apel berkisar antara 10°C sampai 35°C dengan kondisi optimum sekitar 16°C sampai dengan 27°C. Sedangkan menurut Clive and Julie (1991), tanaman apel dapat tumbuh dengan baik pada batasan 10-30°C dengan batasan suhu siang/malam 35/20°C.

Anonymous (2004) menyatakan tanaman apel dapat menghasilkan buah yang baik dari segi kualitas pada tempat-tempat yang mempunyai ketinggian 700-1200 mdpl. Dengan ketinggian optimal 1000-1200 mdpl.

Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan apel berdasarkan Soelarso (1997), adalah 1600-2600 mm/tahun, dengan hari hujan 110-150 hari/tahun. Dalam satu tahun bulan basahnya 6-7 bulan, sedangkan bulan keringnya 3-4 bulan.

Selain kondisi iklim, yang juga menjadi perhatian adalah tanah. Tanah lapisan dalam lebih dominan dari pada tanah lapisan atas, dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman apel. Tanah lapisan bawah yang diinginkan adalah tanah dengan drainase baik agar pada daerah perakaran tidak terjadi penggenangan air dan supaya pertumbuhan akar dapat tumbuh dengan baik (Shoemaker, 1978).

Tanaman apel dapat tumbuh dengan baik pada berbagai tipe tanah yang mempunyai kedalaman efektif minimal 80cm, dengan permeabilitas sedang dan drainase baik (Djaenudin *et al.* 2000).

Tanaman apel tumbuh dengan baik pada tanah yang bersolum dalam, mempunyai lapisan organik tinggi, dan struktur tanahnya remah dan gembur, mempunyai aerasi, penyerapan air, dan porositas baik, sehingga pertukaran oksigen, pergerakan hara dan kemampuan menyimpan airnya optimal, dengan derajat kemasaman tanah (PH) yang cocok untuk tanaman apel adalah 6-7 dan kandungan air tanah yang dibutuhkan adalah air tersedia. Dalam pertumbuhannya tanaman apel membutuhkan memerlukan kandungan air tanah yang cukup (Anonymous, 2004).

2.5 *CropWat for Windows*

CropWat for Windows dulunya bernama CROPWAT yang dikeluarkan oleh FAO (1990) yang bertujuan untuk perencanaan dan pengelolaan proyek irigasi. Dalam perkembangan selanjutnya, program ini berubah nama menjadi *CropWat for Windows* yang juga keluaran FAO dan Southamton University of UK dan National Water Research Center of Egypt Cairo (NWRC).

CropWat for Windows merupakan program yang menggunakan metode Penman-Monteith dalam FAO (1992) yang digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi tanaman. Nilai estimasi ini digunakan dalam perhitungan kebutuhan air tanaman, kebutuhan irigasi, jadwal irigasi dan untuk menghitung penurunan hasil tanaman.

Metode ini berdasarkan prosedur FAO 24 yang diterbitkan pada tahun 1977 yang telah direkomendasikan secara menyeluruh pada pendugaan evapotranspirasi berlebih (Smith and Kivumbi, 2005)

Program ini menggunakan metodologi Penman-Monteith yang sama yang ada dalam *CropWat for Windows versi 5.7 dan 7.0* dan menggunakan data yang sama seperti *ClimWat* (file iklim dan curah hujan). Dalam program ini menggunakan data manual serta menghasilkan grafik. Grafik-grafik dari input data (iklim dan pola tanam) dan menghasilkan kebutuhan air (CWR) dan defisit (kelembaban tanah) yang dapat tergambar dan dicetak dengan mudah (Clarke, 1998).

CropWat for Windows menggunakan data bulanan untuk mengetahui evapotranspirasi. Data-data ini dimasukkan ke dalam data harian. Curah hujan harian dimasukkan ke nomor bilangan hujan masing-masing hujan. Rincian tabel ini mencakup data perhitungan kebutuhan air tanaman dan penjadwalan irigasi (Clarke, 1998).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Dalam penelitian ini diperlukan data-data sekunder, seperti : Data iklim (curah hujan, klimatologi) dari stasiun klimatologi Karangploso, Data tanaman, dan data tanah dari pengamatan di lapang. Sedangkan waktu penelitian dimulai pada bulan Maret – Agustus 2008, meliputi: persiapan, pengambilan data-data yang diperlukan, analisis data dan penulisan laporan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain : alat tulis-menulis, double ring untuk penghitungan infiltrasi di lapang, perangkat komputer dan software *CropWat for Windows versi 4.2*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah data-data sekunder lokasi penelitian yang meliputi : Data hujan dari stasiun klimatologi Karang ploso, Pos Poncokusumo selama 10 tahun (1998-2007), data klimatologi dari stasiun klimatologi Karang ploso, Pos Lanud AR. Saleh selama 10 tahun (1998-2007), data tanaman, dan data tanah.

3.3 Tahap Penelitian

Prosedur kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap persiapan atau pra survei, tahap pelaksanaan survei utama, interpretasi data dan penulisan laporan.

3.3.1 Tahapan Persiapan atau Pra-survei

Pada tahap ini yang dilakukan adalah pembuatan surat perijinan ke instansi terkait yang kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data-data skunder dari pihak terkait baik itu data iklim dan data klimatologi lokasi penelitian, serta data tanah.

Kegiatan lain pada tahap persiapan ini juga dilakukan persiapan software *CropWat For Windows* untuk membantu menghitung evapotranspirasi acuan, kebutuhan air tanaman, kebutuhan air irigasi dan penurunan hasil.

Selain itu juga dilakukan observasi daerah penelitian. Observasi ini menyangkut luas wilayah penelitian, jenis tanah, iklim dan vegetasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapat data dasar penunjang penelitian.

3.3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian atau Survei Utama

Dalam kegiatan ini, dilakukan pemeriksaan ulang data-data yang telah terkumpul, meliputi : data hujan dari stasiun klimatologi Karangploso Pos. Poncokusumo selama 10 tahun (1998-2007), data klimatologi dari stasiun klimatologi Karangploso Pos. Lanud. Abdurrahman Saleh selama 10 tahun (1998-2007), data tanaman, dan data tanah.

Rinciannya sebagai berikut :

- 1) Data meteorologi, yang meliputi : curah hujan, temperatur udara maksimum dan minimum, kelembaban relatif, lama penyinaran dan kecepatan angin.
- 2) Data tanaman yang terdiri dari koefisien tanaman (yang menyangkut nilai kc), jenis tanaman dan areal tanam (0-100% dari luas total area).
- 3) Data tanah, yang meliputi : Pengambilan contoh tanah menggunakan ring besar ditujukan untuk keperluan analisa sifat fisik tanah, yang meliputi : Berat Isi Tanah (BI), Berat Jenis Tanah (BJ) dan Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ). Sedangkan pengambilan contoh tanah terganggu untuk digunakan dalam analisa sifat fisik tanah. Analisa terhadap contoh tanah terganggu meliputi : Analisa Mekanik (Tekstur), Kemantapan Agregat, dan pF 2,5 dan pF 4,2.

3.4 Proses Evaluasi dengan *CropWat for Windows*

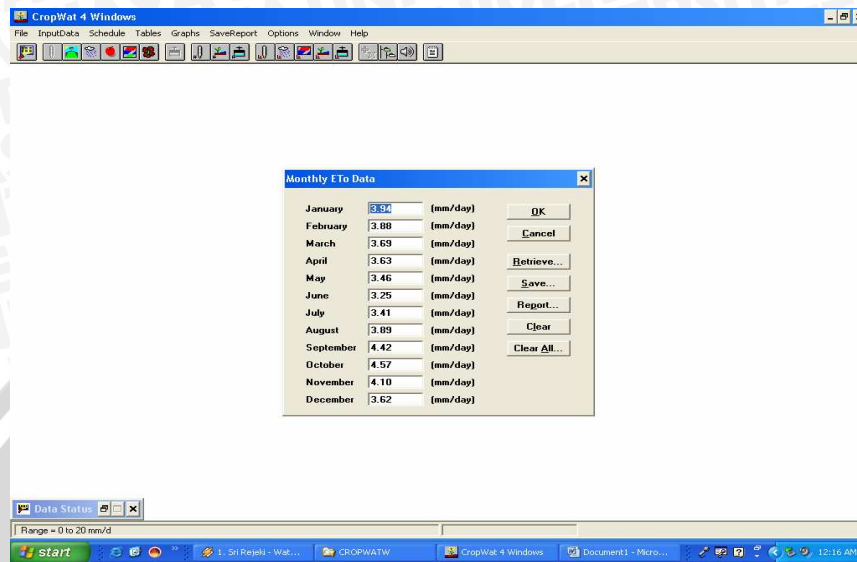
Dalam proses evaluasi dengan *CropWat for Windows* dapat diketahui antara lain :

1. Peningkatan Hujan efektif :

- i) Hujan efektif = 60% (total hujan)
- ii) Hujan efektif = 75% (total hujan)
- iii) Hujan efektif = 90% (total hujan)

Pada peningkatan hujan efektif merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun pemasukkan peningkatan hujan efektif ini masuk ke dalam

submenu Rainfall pada menu Input Data, kemudian lanjutkan klik Enter/modify sehingga akan tampilan sebagai berikut :



Gambar 4. Tampilan Peningkatan *Hujan Efektif* Dalam *CropWat for Windows*

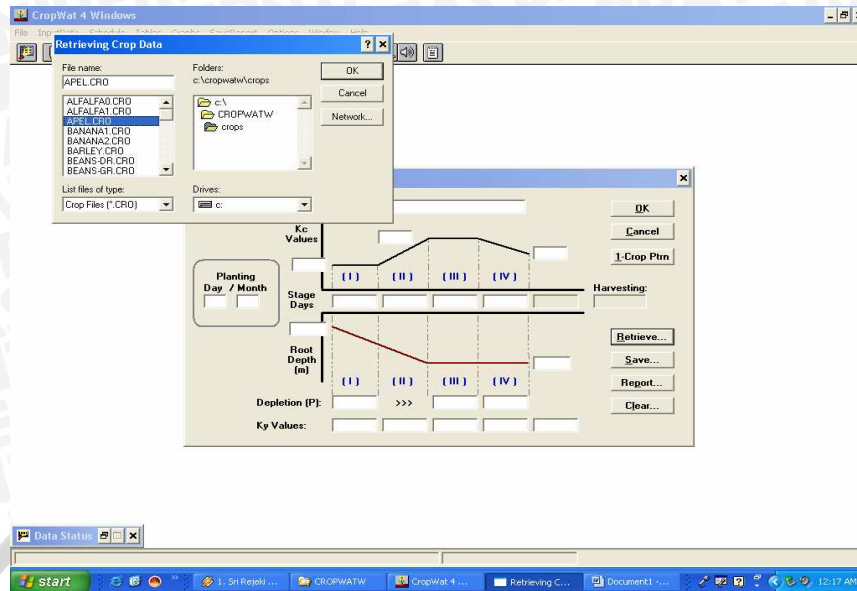
Pada Rainfall memasukkan data meliputi : i) total hujan tiap bulan (januari s/d Desember), ii) memilih metode perhitungan hujan efektif, klik *Effective* iii) pilih dan isikan metode perhitungannya dalam penelitian ini menggunakan *Fixed Percentage* (Priyono S. 2007).

Adapun cara memasukkan peningkatan hujan efektif dalam *Cropwat for windows* dengan cara memasukkan data *Monthly Rainfall* dari bulan Januari sampai Desember selama 10 tahun. Sehingga akan menghasilkan tingkatan presipitasi efektifitas yang berbeda-beda.

2. Ketebalan Solum :

- i) Ketebalan Solum : 40 cm → (0.40 m)
- ii) Ketebalan Solum : 80 cm → (0.80 m)
- iii) Ketebalan Solum : 120 cm → (1.20 m)

Pada peningkatan ketebalan solum merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun memasukkan peningkatan ketebalan solum ini masuk ke dalam submenu *Crop Coefficients* pada menu *Input Data Crops*, kemudian lanjutkan klik *Enter/modify* sehingga akan tampilan sebagai berikut :



Gambar 5. Tampilan Peningkatan *Ketebalan Solum* Dalam *CropWat for Windows*

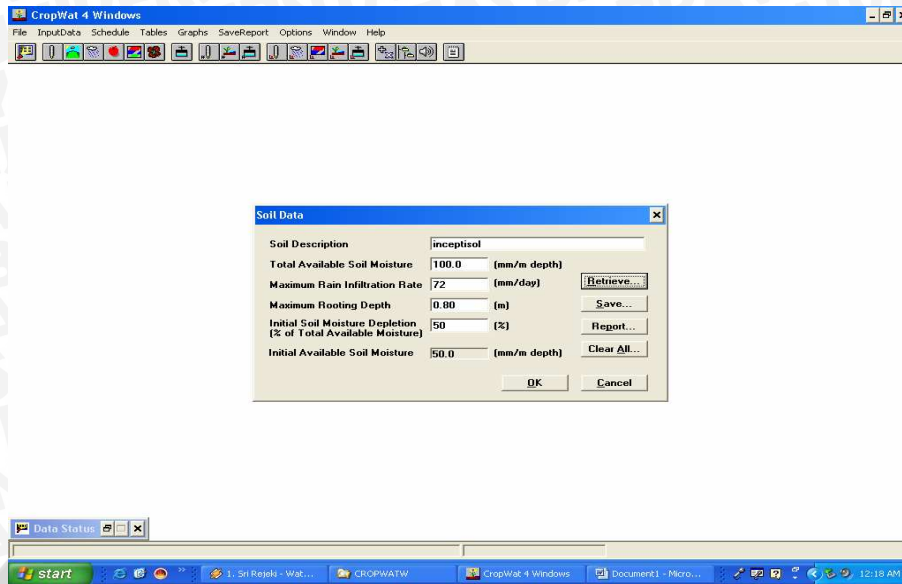
Pada data koefisien tanaman meliputi : i) data planting (hari/bulan), yaitu tanggal tanam ii) Kc (fase pertumbuhan) iii) Stage Days (lamanya fase pertumbuhan) iv) Root Depth (m) (awal dan akhir) v) Depletion (p) vi) Ky Values (Priyono S. 2007).

3. Peningkatan Ketersediaan Air:

Peningkatan ketersediaan air dalam program *cropwat for windows* dengan cara meningkatkan kedalaman tanah :

- i) Ketersediaan Air : 100 mm/m
- ii) Ketersediaan Air : 200 mm/m

Pada peningkatan ketersediaan air merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun memasukkan peningkatan ketersediaan air ini masuk ke dalam submenu Soil pada menu Input Data, kemudian lanjutkan klik Enter/modify sehingga akan tampilan sebagai berikut :



Gambar 6. Tampilan Peningkatan *Ketersediaan Air* Dalam *CropWat for Windows*

Pada data tanah memasukkan data meliputi : i) data Soil Description (Deskripsi tanahnya) ii) Total Available Soil Moisture (mm/m depth), dari data pF 2- pF 4.2 iii) Maximum Rain Infiltration Rate (mm/day), ini merupakan laju kapasitas infiltrasi atau infiltrasi konstan iv) Maximum Rooting Depth (m), yaitu ketebalan mintakat perakaran v) data Initial Soil Moisture Depletion (% of Total Available Moisture), yaitu kondisi penurunan kadar lengas tanah vi) data Initial Available Soil Moisture (mm/m depth), yaitu nilai air tersedia pada kondisi awal (Priyono S. 2007).

Meningkatkan ketersediaan air dalam cropwat *for windows* dengan cara memasukkan data pada Soil Data pada tingkatan Total Available Soil Moisture (mm/m). Cara peningkatan ketersediaan air pada pengelolaan tanah dengan cara penambahan Bahan organik, Menurut Hardjowigeno, 2003 Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah. Jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3-5 % tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali.

3.5 Interpretasi data dan penulisan laporan

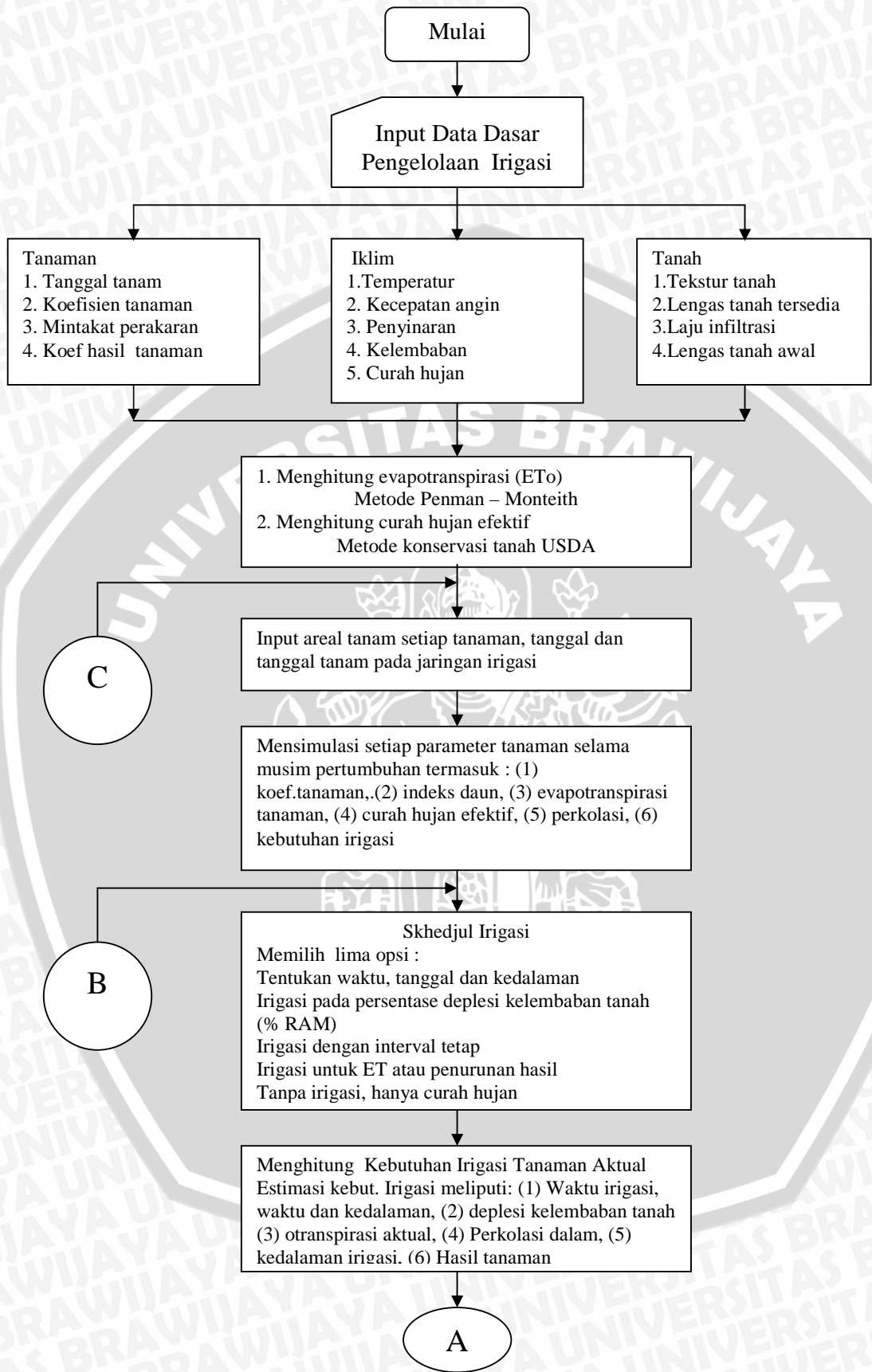
Dalam interpretasi data output dari model *CropWat for Windows* dapat diketahui antara lain:

- i) Neraca air, meliputi : evapotranspirasi tanaman (Eto), dan hujan efektif (Pe)
- ii) Kebutuhan air tanaman (CWR)
- iii) Penurunan kelembaban tanah (SMD), dan
- iv) Penurunan produksi (RP)

Setelah interpretasi data selesai dilakukan penulisan laoran. Dalam penulisan laporan ini data output perhitungan model *CropWat for Windows* yang sudah diketahui akan dijadikan dasar dalam pengelolaan tanah yang sesuai untuk diterapkan di Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

Gambar 4. menunjukkan bahwa dalam perhitungan ini diperlukan input data meliputi : penutupan tanaman, meteorologi dan tanah. Data meteorologi meliputi : i) temperatur maksimum dan minimum ii) kecepatan angin, iii) lama penyinaran iv) kelembaan relatif, dan v) curah hujan.

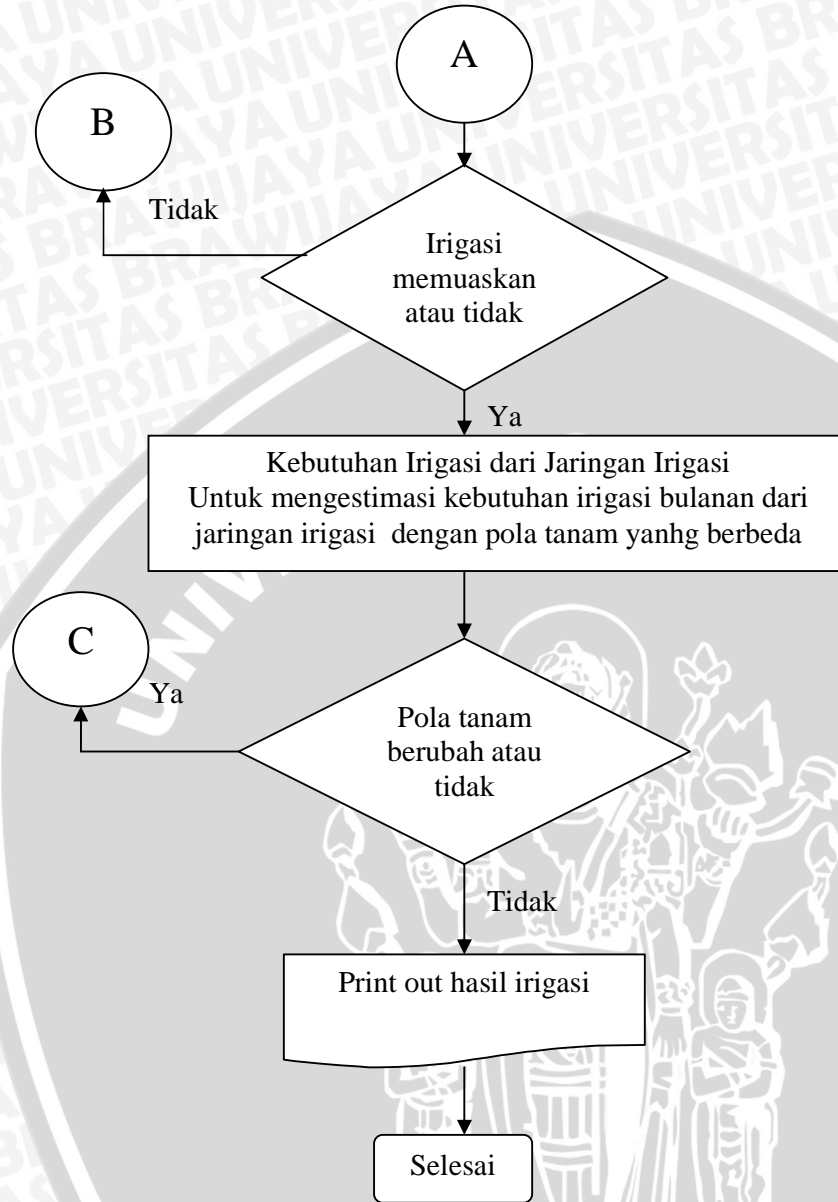




C

B

A



Gambar 7. Alur Model CropWat for Windows(Sheng-Feng et al., 1999)

- Evapotranspirasi potensial (ET_p) dihitung dengan persamaan Penman-Monteith. Hujan Efektif dihitung dengan menggunakan :

$$E_{to} = (K_c \times E_{tp})$$

$$P \text{ efektif} \quad PE = 90\% \times \text{total hujan}$$

$$P \text{ efektif} \quad PE = 75\% \times \text{total hujan}$$

$$P \text{ efektif} \quad PE = 60\% \times \text{total hujan}$$

Dimana : PE : Hujan Efektif (mm)

K_c : Fase Pertumbuhan Tanaman

- Kebutuhan air irigasi (IWR) dihitung dengan menggunakan :

$$IWR = (CWR - PE)$$

Dimana : CWR : Kebutuhan Air Tanaman (mm)

- Untuk ketersediaan air (S) pada ketebalan solum dihitung dengan menggunakan:

$$S = P_{f2.5} - P_{f4.5} \times R$$

Dimana : R : Ketebalan Solum Tanah (mm/m)

Setelah data input yang diperlukan dimasukkan model *CropWat for Windows* dapat menghitung dalam setiap dekade, meliputi : (1) koefisien tanaman (2) indeks daun tanaman (3) Evapotranspirasi tanaman (4) perkolasi (5) hujan efektif, dan (6) Kebutuhan air tanaman. Model juga dapat mengestimasi jadwal irigasi masing-masing tanaman dengan lima opsi : (1) setiap irigasi didefinisikan oleh pelaksana (2) Irigasi di bawah atau diatas titik deplesi tanah (%RAM) (3) irigasi pada interval tetap pada setiap fase (4) defisit irigasi dan (5) tanpa irigasi.

Kemudian model *CropWat for Windows* mulai mensimulasi neraca air pada lahan. Meliputi : (1) Lama irigasi, tanggal dan ketebalan irigasi (2) Deplesi lengas tanah (3) Jumlah perkolasi (4) Evapotranspirasi tanaman aktual, dan (5) Hasil tanaman. Neraca air pada lahan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{SDMt} = \text{SDM t-1} + \text{ETc} - \text{PE} - \text{IR} + \text{RO} + \text{DP}$$

Dimana :

SDMt, SDM t-1 : depleksi lengas tanah pada dekade t dan t-1 (mm)

ETc : evapotranspirasi aktual tanaman (mm)

PE : hujan efektif (mm)

IR : ketebalan irigasi (mm)

RO : runoff (mm)

DP : perkolasi dalam

Reduksi hasil tanaman pada masing-masing fase dievaluasi berdasar pada derajat depleksi lengas tanah untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi tanaman. Reduksi hasil masing-masing fase dan reduksi hasil kumulatif tanaman dapat dihitung sesuai rumus :

$$\left(1 - \frac{Ya}{Y_{\max}}\right) - K_y \left(1 - \frac{ETa}{E_{\max}}\right)$$

$$\left(1 - \frac{Ya}{Y_{\max}}\right) - 1 - \left(\frac{Ya}{Y_m}\right)^1 * \left(\frac{Ya}{Y_m}\right)^2 * \dots * \left(\frac{Ya}{Y_m}\right)^i$$

Dimana :

i : fase pertumbuhan tanaman

K : Faktor reduksi hasil tanaman (ketetapan, FAO 24)

Ya, Eta : hasil dan evapotranspirasi tanaman aktual

Ymax, Emax : hasil dan evapotranspirasi tanaman potensial

Setelah berakhirnya simulasi jadwal irigasi untuk masing-masing tanaman, Model *CropWat* berikutnya dapat mengestimasi kebutuhan air irigasi bulanan untuk areal irigasi, sesuai perbedaan pola tanam :

$$Q_{\text{gross}} = \frac{1}{e\rho * t} x \left[0.116 x A_{\text{scheme}} x \sum (ET_{\text{crop}} - PE) x \frac{A_{\text{crop}}}{A_{\text{scheme}}} \right]$$

Dimana :

Q gross : kebutuhan air bulanan untuk kebutuhan areal irigasi (1/detik)

Ep : efisiensi irigasi (≤ 1 , tak terdimensi)

t : faktor waktu operasional (≤ 1 , tak terdimensi)

i : indeks tanaman di dalam pola tanam

Acrop : luasan tanaman (ha)

Ascheme : total luasan areal irigasi (ha)

Etcop : evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

PE : hujan efektif (mm/hari)

Adapun nilai parameter tanaman apel untuk data masukkan *CropWat for Windows* dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Parameter Tanaman Apel (*Soil Test*, 1994)

Tingkat Pertumbuhan	Awal	Perkembangan	Tengah	Akhir	Total
Fase Pertumbuhan (Days)	140	100	80	40	360
Koefisien Tanaman (Kc)	0.70	>>>	1.00	0.91	
Kedalaman Perakaran (m)	1.00	>>>	1.00	1.00	
Level Kehabisan (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Faktor Hasil (Ky)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

3.6 Perlakuan Kombinasi

Dari ketiga faktor tersebut akan terdapat 18 perlakuan kombinasi tanpa adanya pengulangan, dimana pada setiap kombinasi akan dimasukkan ke dalam program *CropWat for Windows*. dan 1 kondisi aktual SCS (Soil Conservation Service) sebagai kontrol. 18 kombinasi perlakuan disajikan dalam tabel di bawah.

Tabel 2 . Kombinasi Perlakuan Dalam Cropwat *for windows*

Perlakuan Kombinasi		
P1R1S1	P2R1S1	P3R1S1
P1R1S2	P2R1S2	P3R1S2
PIR2S1	P2R2S1	P3R2S1
P1R2S2	P2R2S2	P3R2S2
P1R3S1	P2R3S1	P3R3S1
P1R3S2	P2R3S2	P3R3S2

Keterangan : P1 = Presipitasi Hujan Efektif 90% ; P2 = Presipitasi Hujan Efektif 75% ; P3 = Presipitasi Hujan Efektif 60% ; R1 = Ketebalan Solum 120 cm ; R2 = Ketebalan Solum 80 cm ; R3 = Ketebalan Solum 40 cm ; S1 = Ketersediaan Air 100 mm/m ; S2 = Ketersediaan Air 200 mm/m.

3.7 Metode Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah yang diambil dari lapangan berupa contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu pada lahan apel An Organik. Contoh tanah utuh diambil menggunakan ring besar. Pengambilan contoh tanah menggunakan ring besar ditujukan untuk keperluan analisa sifat fisik tanah, yang meliputi : Berat Isi Tanah (BI), Berat Jenis Tanah (BJ) dan Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ). Sedangkan pengambilan contoh tanah terganggu untuk digunakan dalam analisa sifat fisik dan sifat kimia tanah. Analisa terhadap contoh tanah terganggu meliputi : Analisis Mekanik (Tekstur), Kemantapan Agregat, C-organik dan Bahan Organik Tanah.

3.8 Analisis Laboratorium

Contoh tanah dianalisa di laboratorium sesuai parameter dan jenis analisis. Parameter pengamatan dan metode analisa tanah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pengamatan dan Metode Analisis

Parameter	Metoda / Alat / Ekstrak
Tekstur	Metode pipet
Berat isi	Metode silinder
Berat jenis	Piknometer
Porositas	$(1 - BI / BJ) \times 100\%$
C organik dan BO	Walkey and Black
KHJ	Constant Head
pF2 dan pF4.2	Sand Box dan Plate Pressure
Kapasitas Infiltrasi	Double Ring

3.9 Pengolahan Data dan Penulisan Laporan

Pengolahan data dilakukan setelah memperoleh data curah hujan dari stasiun klimatologi Karang plosos Pos. Poncokusumo selama 10 tahun (1998-2007), data klimatologi dari stasiun klimatologi Karang plosos Pos. Lanud. Abdurrahman Saleh selama 10 tahun (1998-2007), pengamatan di lapangan serta data hasil analisa laboratorium. Data iklim, tanaman, dan tanah dimasukkan ke dalam program *CropWat for Windows*, Serta dilakukan penyusunan laporan hasil penelitian.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BABIV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

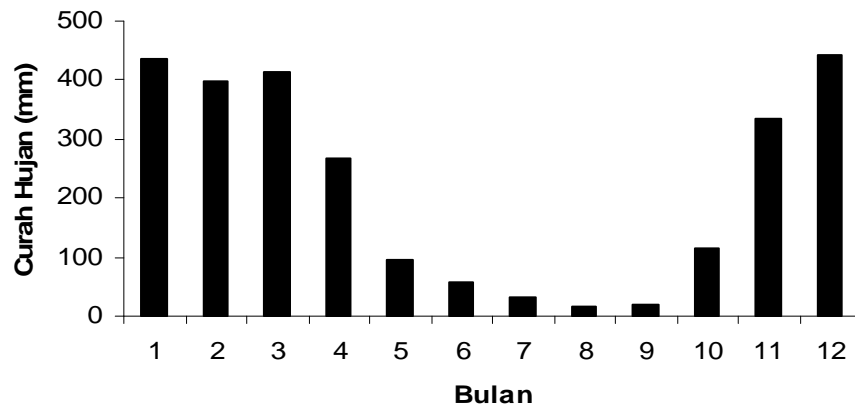
Daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Poncokusumo yang merupakan bagian dari wilayah administrasi Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Berada pada ketinggian 500 hingga 2100 m dpl dengan luasan wilayah sekitar 14.557 ha termasuk dalam sub DAS Lesti dan sub DAS Amprong adapun lokasi penelitian (Lampiran 1, 2 dan 3).

Kecamatan Poncokusumo terdiri dari 17 desa, desa terluas adalah Desa Ngadas seluas 5092 ha dan tersempit adalah Desa Wonomulyo seluas 201 ha. Lokasi terpilih dalam penelitian ini adalah Desa Poncokusumo yang mempunyai kelerengan antara 8 sampai 15 %. Sedangkan untuk ketinggian tempat antara 700 sampai 1200 m dpl yang merupakan syarat ketinggian optimum bagi tanaman apel.

4.2 Iklim

Data iklim curah hujan dari BMG Karang plosor untuk Pos. Poncokusumo selama 10 tahun (1998-2007), data klimatologi dari stasiun klimatologi Lanud. Abdurrahman Saleh selama 10 tahun (1998-2007). (Lampiran 4).

Menurut data iklim tersebut, Keadaan iklim di daerah penelitian yang berada di Desa Poncokusumo, berdasarkan klasifikasi Oldeman (1975) termasuk zona dengan tipe iklim C2. Zona ini adalah zona dalam satu tahun mempunyai 5 sampai 6 bulan basah berturut-turut dan 4 sampai 6 bulan kering berturut-turut. Sedangkan keadaan iklim menurut klasifikasi Smidt dan Ferguson (1951) termasuk dalam tipe C (daerah agak basah) dengan nilai $Q = 0,597$. Pola curah hujan Kecamatan Poncokusumo (Gambar 8).



Gambar 8. Curah Hujan Rata-rata Kec. Poncokusumo Tahun 1997-2008

4.3 Sifat Fisik Tanah

4.3.1 Tekstur tanah

Hasil pengamatan di lapangan pada lahan tanaman apel berkisar antara lempung, lempung berdebu dan lempung berpasir (Tabel 4).

4.3.2 Berat Isi dengan Metode Silinder (*Ring Blok*)

Berat isi atau bobot isi tanah adalah perbandingan antara massa padatan tanah dengan volume tanah. Berat isi tanah dipakai untuk mencirikan tanah, karena nilai perbandingan ini cukup stabil untuk jangka waktu yang lama. Berat isi juga dibutuhkan untuk perhitungan porositas tanah. Satuan berat isi adalah $kg\ m^{-3}$ atau $g\ cm^{-3}$ (Widianto *et al.*, 2004). Berat isi tanah pertanian mempunyai kisaran antara $1.1\ g\ cm^{-3}$ sampai $1.6\ g\ cm^{-3}$ nilai ini dipengaruhi oleh struktur (ruang pori), tekstur dan kandungan bahan organik. Berat isi tanah pada lahan apel berkisar antara $1.38-1.47\ g\ cm^{-3}$ (Tabel 4).

Berat isi pada lahan apel termasuk tinggi, hal ini disebabkan karena adanya penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus. Selain itu, adanya curah hujan yang tinggi juga dapat meningkatkan kadar air dalam tanah, sehingga melewati batas merekat dari tanah tersebut. Menurut Hardjowigeno (2003), bila kadar air lebih tinggi dari batas lekat, tanah akan mudah merekat dengan benda lain. oleh karena itu agregat-agregat tanah yang awalnya lepas menjadi lengket dan bersatu membentuk tanah yang kompak.

4.3.3 Berat Jenis

Berat jenis tanah merupakan perbandingan massa padatan dengan volume padatan. Berat jenis menunjukkan kerapatan dari partikel padat secara keseluruhan. Padatan tanah terdiri dari beberapa jenis mineral dan bahan organik. Komposisi inilah yang menentukan besarnya berat jenis padatan tanah. Satuan berat jenis padatan adalah $kg\ m^{-3}$ atau $g\ cm^{-3}$ (Widianto *et al.*, 2004).

Nilai berat jenis pada lahan apel berkisar antara 2.31-3.00 $g\ cm^{-3}$ (Tabel 4). Menurut Soepardi (1983) bahwa adanya bahan organik dalam tanah mempengaruhi berat jenis tanah, semakin banyak bahan organik tanah maka berat jenisnya semakin rendah.

4.3.4 Porositas

Porositas tanah tergantung pada nilai berat isi dan berat jenis tanah. Satuan porositas tanah dinyatakan dalam *persen (%)* (Widianto *et al.*, 2004). pada lahan apel termasuk ke dalam kategori sedang yaitu berkisar antara 36.36-54.00 %. Tingginya porositas tanah disebabkan adanya penambahan bahan organik tanah berupa kompos (Tabel 4).

4.3.5 C-Organik

Nilai kandungan C-Organik pada lahan apel berkisar antara 0.98-1.04 %, (Tabel 4). Pada lahan ini masukan bahan organiknya hanya berasal dari pupuk anorganik saja tanpa adanya penambahan yang lain. apabila pupuk anorganik diberikan secara terus-menerus akan berdampak negatif terhadap lingkungan, pada tanah khususnya akan menghambat perkembangan mikroorganisme di dalam tanah sehingga mikroorganisme tidak dapat menguraikan bahan organik di dalam tanah.

4.3.6 Konduktivitas Hidraulik Jenuh (KHJ)

KHJ adalah kecepatan bergeraknya aliran pada media berpori per satuan waktu dalam kondisi jenuh. Penetapan KHJ didasarkan pada hukum Darcy. Hantaran hidrolis dinyatakan sebagai faktor K. Satuan nilai KHJ tanah dinyatakan dalam $cm.jam^{-1}$. Dalam hukum ini tanah dianggap sebagai sekelompok tabung kapiler halus dan lurus dengan jari-jari yang seragam. Sehingga gerakan air dalam tabung tersebut dianggap mempunyai kecepatan yang sama (Widianto *et al.*, 2006).

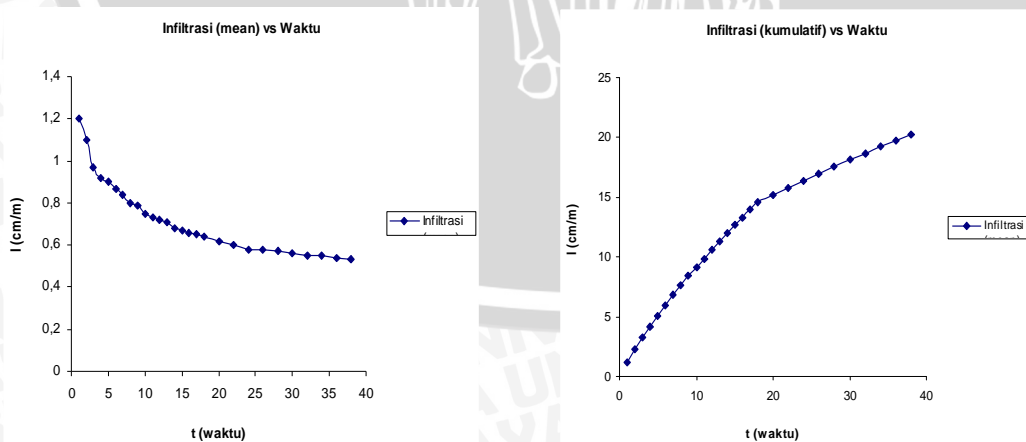
Pada penelitian ini nilai KHJ pada lahan apel berkisar antara 6.18 sampai - 11.81 $cm.jam^{-1}$ (Tabel 4). Nilai KHJ ini termasuk ke dalam kategori sedang-agak cepat. Hal ini menunjukkan bahwa air hanya tertahan sebentar di dalam tanah sehingga pencucian unsur hara juga cepat. Pergerakan air dapat dilihat dari nilai konduktivitas jenuh suatu tanah. Porositas tanah yang besar maka semakin besar pula kemampuan tanah melewatkan air.

4.3.7 pF2 dan pF4.2

Pada penelitian ini pada lahan apel nilai pF2 (0.90 $cm^3 cm^{-3}$), pada pF4.2 (0.18 $cm^3 cm^{-3}$) (Tabel 4). Kurva pF menggambarkan kadar air tanah di dalam tanah pada total pori sampai kadar air titik layu permanen, Untuk menggambarkan kemampuan tanah menahan air biasanya digunakan kurva karakteristik lengas tanah (Kurva pF).

4.3.8 Kapasitas Infiltrasi dengan Metode Double Ring

Infiltrasi adalah proses masuknya air kedalam tanah melalui seluruh atau sebagian permukaan tanah. Laju proses infiltrasi tergantung sifat-sifat tanah terutama pori-pori tanah, yang sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah, struktur tanah dan kedalaman tanah. Laju infiltrasi juga tergantung dari waktu atau lamanya infiltrasi. Secara umum semakin lama proses infiltrasi maka lajunya semakin kecil (Widiyanto, Ngadirin, dan Lestariningsih, D. L 2006). Oleh karena itulah untuk setiap tanah perlu dibuat kurva hubungan antara laju infiltrasi dengan waktu. ini sesuai dengan laju penambahan air (Gambar 9). dan Data dan perhitungan infiltrasi yang dimasukkan ke dalam program *Cropwat for windows* (Lampiran 5).



Gambar 9. Kurva Laju Infiltrasi dan Kumulatif Infiltrasi

Secara umum semakin lama proses infiltrasi/laju infiltrasi semakin kecil air yang masuk ke dalam tanah, kemudian mengalir ke berbagai arah dan sebagian akan diserap oleh akar tanaman (Widianto dan Ngadirin, 2004).

Tabel 4. Nilai Sifat Fisik Tanah.

No	Kode Plot	KHJ	Berat		porosi tas (%)	Kadar Air pF		Pasir (%)	De bu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur	C-Organik (%)
			ISI	JENIS		2	4,2					
			cm jam^{-1}	g cm^{-3}		g cm^{-3}	$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$					
1	A1	11.81	1.47	2.31	36.36	0.90	0.18	51	35	14	Lempung berpasir	1.04
2	A2	6.21	1.41	2.31	38.96	0.90	0.18	27	54	19	Lempung berdebu	1.02
3	A3	6.18	1.38	3.00	54.00	0.90	0.18	49	42	9	Lempung	0.98

4.4 Hubungan Pengelolaan Tanah Terhadap *CropWat for Windows*

Pengelolaan tanah merupakan input data dari program *CropWat for Windows*, adapun 3 teknik pengelolaan tanah yang digunakan dalam proses evaluasi adalah :

4.4.1 Peningkatan Hujan Efektif

Pada peningkatan hujan efektif merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun memasukkan peningkatan hujan efektif ini masuk ke dalam submenu *Rainfall* pada menu Input Data.

Peningkatan hujan efektif pada evaluasi *CropWat for Windows* mempengaruhi kebutuhan air irigasi (IWR) dan hujan efektif (P_e). Semakin besar nilai hujan efektif (90%), maka nilai kebutuhan air tanaman semakin kecil (281.55 mm) dibandingkan dengan hujan efektif (60%) sebesar 342.05 mm. Semakin besar pula tingkat hujan efektif maka total hujan efektif semakin besar (2273.35 mm). Hal ini berarti semakin besar tingkat hujan efektif maka nilai lengas tanahnya semakin besar pula.

4.4.2 Peningkatan Ketebalan Solum

Peningkatan ketebalan solum tanah merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun memasukkan peningkatan ketebalan solum ini masuk ke dalam submenu *Crop Coefficients* pada menu Input Data Crops.

Peningkatan ketebalan solum tanah dalam proses evaluasi mempengaruhi depleksi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD). Semakin bawah lapisan solum tanah (120 cm) maka semakin rendah nilai depleksi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD) sebesar (814.4 mm). dibandingkan dengan lapisan solum tanah (40 cm) yang mempunyai nilai SMD sebesar (1504.1 mm). Hal ini berarti semakin tebal lapisan solum tanah maka simpanan lengas tanahnya semakin meningkat.

4.4.3 Peningkatan Ketersediaan Air

Peningkatan ketersediaan air merupakan input data dari *CropWat for Windows*, adapun pemasukkan peningkatan ketersediaan air ini masuk ke dalam submenu *Soil* pada menu Input Data.

Berdasarkan hasil evaluasi, peningkatan ketersediaan air mempengaruhi depleksi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD) dan total lengas tanah tersedia / *total available moisture* (TAM). Semakin besar ketersediaan airnya (200 mm/m) maka nilai SMD sebesar (1371.4 mm) dan TAM semakin besar pula (107 mm). dibandingkan dengan ketersediaan air lebih kecil (100 mm/m), Nilai SMD sebesar (904.9 mm) dan nilai TAM sebesar (107 mm). Hal ini berarti semakin besar peningkatan ketersediaan air maka nilai lengas tanah semakin meningkat.

4.5 Pengaruh Pengelolaan Tanah Terhadap Ketersediaan Lengas Tanah

Tanah sebagai sumber air tersedia mempunyai cadangan air yang nantinya akan dipergunakan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Cadangan air ini biasanya disebut juga nilai simpanan air atau keadaan lengas tanah. Rendahnya ketersediaan lengas tanah menyebabkan kebutuhan air bagi tanaman yang diusahakan pada musim tanam berikutnya tidak terpenuhi, sementara kebutuhan untuk evapotranspirasi tanaman tergantung air hujan. Adapun teknik pengelolaan tanah yang dimasukkan untuk meningkatkan ketersediaan lengas tanah dalam program *CropWat for Windows* antara lain :

4.5.1 Peningkatan Hujan Efektif

Berdasarkan hasil program *Cropwat for Windows* terhadap Peningkatan hujan efektif, didapatkan data bahwa semakin tinggi tingkat hujan efektif yang dimasukkan dalam program *CropWat for Windows*, maka semakin besar pula nilai hujan efektif (Pe) dan semakin besar hujan efektif maka semakin kecil nilai kebutuhan air

irigasinya (IWR). Besarnya nilai hujan efektif (P_e) dan kebutuhan air irigasi (IWR) dengan peningkatan hujan efektif yang berbeda-beda (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai hujan efektif (P_e) dan kebutuhan air irigasi (IWR) pada peningkatan hujan efektif yang berbeda-beda

Perlakuan	ET _o	CWR	IWR	P _e
	(mm)			
P1 (90%)	1382.35	1160.77	281.55	2273.35
P2 (75%)	1382.35	1160.77	321.53	1892.81
P3 (60%)	1382.35	1160.77	342.05	1514.92
P (SCS)*	1382.35	1160.77	245.43	1198.63

Keterangan :

P1, P2, P3 : Tingkat Hujan Efektif (90%, 75%, 60%)

E_{to} : Evapotranspirasi potensial

CWR : Kebutuhan Air Tanaman

IWR : Kebutuhan Air Irigasi

P_e : Hujan Efektif

P (SCS)* Kontrol : Kontrol

Peningkatan hujan efektif berpengaruh terhadap hujan efektif dan kebutuhan air irigasi. Dengan kebutuhan air tanaman (CWR) sama, kebutuhan air tanaman dalam penelitian ini mempunyai nilai yang sama. Hal ini ditentukan oleh evapotranspirasi potensial (E_{to}) dan fase pertumbuhan (K_c) pada lokasi penelitian yang sama (Tabel 5). Pada Perlakuan P1 (90%) Nilai hujan efektif sebesar 2273.35 mm, pada perlakuan P2 (75%) sebesar 1892.81 mm dan pada perlakuan P3 (60%) nilai hujan efektif sebesar 1198.63 mm. Sedangkan pada kebutuhan air irigasi pada perlakuan P1 (90%) sebesar 281.55 mm, pada perlakuan P2 (75%) sebesar 321.53 mm dan pada perlakuan P3 (60%) nilai kebutuhan air irigasi sebesar 342.05 mm. Adanya perlakuan kombinasi diatas dapat dibandingkan dengan nilai kontrol P (SCS)*, Nilai kebutuhan air irigasi adalah 245.43 mm, sedangkan nilai hujan efektif adalah 1198.63 mm. Lebih kecil dibandingkan hujan efektif 60% (P3).

Tanah Poncokusumo termasuk order inceptisol dengan sifat-sifat seperti : pada lapisan atas mempunyai kelas tekstur lempung berpasir dan makin ke bawah didominasi oleh fraksi lempung, bahan organik yang rendah (Tabel 4). Sehingga tanah cepat jenuh air, akibatnya apabila ada hujan pada bulan basah terjadi kelebihan air. Hal ini mengakibatkan terjadinya limpasan (run off) dan terangkutnya bahan organik dan hara pada *top soil* bersamanya hal ini juga dikarenakan adanya pengaruh lereng pada tanaman apel rata-rata menggunakan lereng tengah-atas. Menurut (Kemal. 2000) Untuk meningkatkan hujan efektif di lakukan dengan cara sistem

konservasi tanah adapun caranya dengan pembuatan teras sesuai kontur berfungsi untuk mengurangi panjang lereng, mengurangi kecepatan aliran permukaan dan dapat meningkatkan daya infiltrasi tanah sehingga air mudah meresap ke dalam tanah dan akan berpengaruh terhadap ketersediaan lengas tanah di dalam tanah.

4.5.2 Peningkatan Ketebalan Solum

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap peningkatan ketebalan solum, didapatkan data bahwa semakin atas lapisan solum tanah maka semakin tinggi nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD), Sebaliknya semakin bawah lapisan solum tanah maka semakin rendah nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD). Hal ini berarti semakin tebal lapisan solum tanah maka simpanan lengasnya akan semakin meningkat.

Tanah yang dalam akan mempunyai air tersedia yang lebih banyak dibandingkan dengan tanah dangkal. Pelapisan tanah akan mempengaruhi air tersedia dan pergerakannya dalam tanah. Lapisan kedap air sangat memperlambat gerakan air dan mempengaruhi daya tembus dan penyebaran akar (Soepardi, 1983). Besarnya nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD) dengan peningkatan ketebalan solum yang berbeda-beda disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD) pada peningkatan ketebalan solum yang berbeda-beda

Perlakuan	ET _o	CWR	SMD
	(mm)		
R1(120cm)	1382.35	1160.77	814.4
R2 (80 cm)	1382.35	1160.77	1059.9
R3 (40 cm)	1382.35	1160.77	1540.1

Keterangan :
 R1, R2, R3 : Tingkat Ketebalan Solum (120cm, 80cm, 40cm)
 E_{to} : Evotranspirasi potensial
 CWR : Kebutuhan Air Tanaman
 SMD : Soil Moisture Defisit/ Deplesi Lengas Tanah

Dengan peningkatan ketebalan solum yang berbeda-beda berpengaruh terhadap nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD). Pada peningkatan ketebalan solum R1 (120 cm), pengaruh deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD) sebesar (814.4 mm), R2 (80 cm) sebesar (1059.9 mm) dan R3 (40 cm) sebesar (1540.1 mm).

Hasil pada perlakuan ketebalan solum sebenarnya berpengaruh terhadap nilai TAM/total lengas tersedia. pada kondisi aktual mempunyai satuan (cm), akan tetapi dalam evaluasi program *CropWat for Windows* di konversi pada satuan (mm/m). (Tabel 7).

Tabel 7. Total Air Tersedia Tiap Ketebalan Solum

Ketebalan Solum (cm)	Kadar Air pada		Air Tersedia/TAM (mm)
	pF 2	pF 4.2	
	($cm^3 cm^{-3}$)	($cm^3 cm^{-3}$)	
R1 (120)	0.90	0.18	60
R2 (80)	0.90	0.18	80
R3 (40)	0.90	0.18	120

Keterangan :

R1, R2, R3 : Tingkat *Ketebalan Solum* (120cm, 80cm, 40cm)

pF 2 : Kapasitas Lapang

pF 4.2 : Titik Layu Permanen

TAM : Total Available Moisture/ *total lengas tanah tersedia*

Upaya peningkatan ketebalan solum untuk meningkatkan ketersediaan lengas tanah dengan cara pengolahan dalam, mencegah pemadatan, memilih varietas dalam. Menurut (Suharto. 2006) Tumbuh-tumbuhan dengan tipe pohon mempunyai pertumbuhan akar yang relatif dalam. Dengan demikian, kedalaman efektif tanah pada tegakan pohon juga akan relatif dalam. Kedalaman efektif tanah yang dalam dengan adanya intersepsi perakaran akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan struktur tanah dan keseimbangan distribusi ukuran partikel tanah pada kedalaman yang lebih dalam, sehingga akan memperbesar kedalaman jeluk tanah dan meningkatkan kapasitas tanah memegang air.

4.5.3 Peningkatan Ketersediaan Air

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap peningkatan ketersediaan air, didapatkan data bahwa semakin besar ketersediaan air yang diberikan maka nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD) semakin tinggi dan semakin besar ketersediaan air maka nilai total lengas tanah tersedia (TAM) semakin besar pula. Ketersediaan air di lahan dan keadaan iklim setempat (terutama curah hujan) juga mempengaruhi kondisi kelembaban tanah. Nilai ketersediaan air ini dapat diketahui dari perhitungan (pF 2 - pF 4.2). Kelengasan tanah awal juga mempengaruhi kelembaban tanah, karena dapat menggambarkan bagaimana kelembaban tanah saat setelah panen dan sebelum tanam.

Besarnya nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD) dan nilai total lengas tanah tersedia (TAM) dengan peningkatan ketersediaan air yang berbeda-beda (Tabel 8).

Tabel 8. Nilai *soil moisture deficit* (SMD) dan total lengas tanah tersedia (TAM) pada peningkatan ketersediaan air yang berbeda-beda

Perlakuan	ET _o	CWR	SMD	TAM
	(mm)			
S1 (100mm/m)	1382.35	1160.77	904.9	67
S2 (200mm/m)	1382.35	1160.77	1371.4	107

Keterangan :

S1, S2 : Tingkat *Ketersediaan Air* (100mm/m, 200mm/m)

ET_o : Evotranspirasi potensial

CWR : Kebutuhan Air Tanaman

SMD : *Soil Moisture Defisit/ Deplesi lengas tanah*

TAM : Total Available Moisture/ *total lengas tanah tersedia*

Dengan Peningkatan ketersediaan air yang berbeda-beda berpengaruh terhadap nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture deficit* (SMD) dan total lengas tanah tersedia (TAM). Pada peningkatan ketersediaan air S1 (100 mm/m) *soil moisture deficit* (SMD) sebesar (904.9 mm) dan total lengas tanah tersedia (TAM) sebesar (67 mm), S2 (200 mm/m) sebesar (1371.4 mm) dan (107 mm).

Peningkatan ketersediaan air dapat dilakukan dengan cara penambahan bahan organik ke dalam tanah, Kadar bahan organik tanah mempunyai kontribusi terhadap kapasitas tanah memegang air sehingga dapat mengurangi kehilangan air tanah melalui drainase. Kontribusi ini merupakan akumulasi peran bahan organik dalam perbaikan struktur tanah dan keseimbangan distribusi ukuran partikel tanah pada *top soil* sehingga tersedianya kapasitas ruang pori mikro yang cukup bagi air tersedia tanah (Suharto. 2006).

4.6 Output Cropwat for Windows

Hasil dari program *CropWat for Windows* dari pengaruh pengelolaan tanah (peningkatan hujan efektif, ketebalan solum dan ketersediaan air) terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel Poncokusumo (Tabel 9).

Tabel 9. Hasil *CropWat for Windows* dari tiap perlakuan.

Perlakuan	CWR	IWR	ETo	Pe	Rp	SMD	TAM
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)
P1R1S1	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	7.9	594.9	40.0
P1R1S2	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	15.5	1033.9	80.0
P1R2S1	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	15.5	1033.9	80.0
P1R2S2	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	16.0	1085.9	80.0
P1R3S1	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	16.0	1085.9	80.0
P1R3S2	1160.77	281.55	1382.35	2273.35	18.0	1994.3	160.0
P2R1S1	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	7.9	594.9	40.0
P2R1S2	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	15.5	1033.9	80.0
P2R2S1	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	15.5	1033.9	80.0
P2R2S2	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	16.0	1085.9	80.0
P2R3S1	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	16.0	1085.9	80.0
P2R3S2	1160.77	321.53	1382.35	1892.81	18.0	1994.3	160.0
P3R1S1	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	7.9	594.9	40.0
P3R1S2	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	15.5	1033.9	80.0
P3R2S1	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	15.5	1033.9	80.0
P3R2S2	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	16.0	1085.9	80.0
P3R3S1	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	16.0	1085.9	80.0
P3R3S2	1160.77	342.05	1382.35	1514.92	18.0	1994.3	160.0
Kontrol(SCS)*	1160.77	245.43	1382.35	1198.63	15.5	1033.9	80.0

Keterangan :

CWR : Kebutuhan Air Tanaman

IWR : Kebutuhan Air Irigasi

ETo : ET potensial

Pe : Hujan Efektif

RP : Reduksi Produksi

SMD : Depleksi Lemas Tanah

TAM : Total Lemas Tanah Tersedia

P, R, S (SCS)* : *Kondisi Aktual SCS* (Soil Conservation Service)

Pada nilai kebutuhan air tanaman (CWR) tidak mengalami perubahan nilai, hal ini dikarenakan tergantung pada nilai evapotranspirasi potensial (ETo) dan jenis tanam serta fase pertumbuhannya (Kc) yang sama, akan tetapi pada nilai kebutuhan air irigasi (IWR), reduksi produksi (RP), depleksi lemas tanah (SMD) dan total lemas tanah tersedia (TAM) dipengaruhi oleh perlakuan.

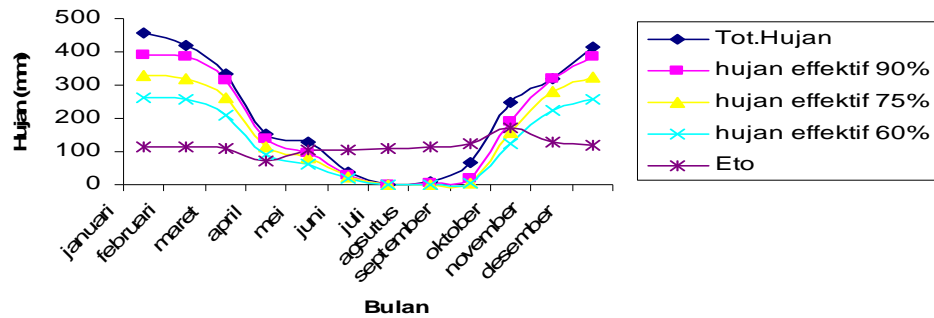
Pada nilai kebutuhan air irigasi menunjukkan bahwa dengan semakin besar tingkat hujan efektif maka nilai kebutuhan irigasinya semakin kecil akan tetapi perlakuan ketebalan solum dan ketersediaan air tidak berpengaruh, Pada reduksi produksi semakin atas lapisan solum tanah dan ketersediaan air lebih sedikit maka

nilai reduksi produksi semakin kecil, tetapi pada perlakuan tingkat hujan efektif tidak berpengaruh. Nilai SMD semakin atas lapisan solum tanah dan ketersediaan air sedikit maka semakin kecil nilai SMD dan untuk perlakuan presipitasi tidak berpengaruh terhadap nilai SMD. Sedangkan untuk nilai TAM semakin besar ketersediaan air nilai TAM semakin besar, pada perlakuan hujan efektif dan ketebalan solum tanah tidak berpengaruh terhadap nilai TAM.

4.6.1 Evapotranspirasi tanaman (ET_o)

Dari hasil perhitungan model Penman-Monteith, nilai rata-rata evapotranspirasi potensial (ET_o) sebesar 3,88 mm/hari atau 1382,35 mm/tahun. Nilai evapotranspirasi ini sama saja menggambarkan keseimbangan air setempat. Nilai ini dipengaruhi oleh temperatur maksimum dan minimum (°C), kelembaban udara (%), kecepatan angin (km/jam), lamanya penyinaran matahari (jam) dan radiasi sinar matahari (MJ/m²/hari). Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan nilai rata-rata sebesar 444 mm/tahun dan terendah pada bulan Agustus dengan nilai rata-rata 16 mm/tahun. Total hujan dalam waktu 10 tahun adalah 2627 mm/tahun. Ini berarti bahwa, lokasi penelitian merupakan wilayah basah yang selalu mendapatkan hujan setiap tahunnya. Meskipun pada bulan-bulan tertentu sekitar 6 bulan (Mei-Oktober) hujan yang turun tidak terlalu banyak, namun pada bulan Nopember-April, hujan yang turun banyak atau merata dan bulan Mei-Oktober merupakan bulan-bulan kekurangan air (defisit air). Surplus tertinggi dan terendah ialah pada bulan Januari untuk frekuensi 90% (392,35 mm/bulan), 75% (327 mm/bulan), 60% (261,56 mm/bulan) dan Agustus untuk frekuensi 90% (3,28 mm/bulan), 75% (0 mm/bulan), 60% (0 mm/bulan). Surplus tertinggi pada bulan Januari karena pada bulan ini merupakan puncak musim hujan, sedangkan pada bulan Nopember merupakan awal musim hujan setelah musim kemarau.

Total defisit air per mm/tahun. Menurut FAO 1978 dalam Sujalu 2003, bahwa untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik, maka kandungan air tanah harus ditambah (air irigasi) bila 50% dari air tersedia (kandungan air tanah optimum (KAT Optimum) telah habis terpakai.



Gambar 10. Kurva Hujan Efektif (90%, 75%, dan 60%) & ETo Selama 10 Tahun (1998-2007) Kec. Poncokusumo, Malang.

4.6.2 Kebutuhan Air Tanaman (CWR) dan Kebutuhan Air Irigasi (IWR)

Di Kecamatan Poncokusumo, Berdasarkan perhitungan model *CropWat for Windows*, untuk masing-masing pengelolaan tanah kebutuhan air tanaman (CWR) pada tanaman apel sama, ini dikarenakan nilai dari evapotranspirasi potensial dan jenis tanaman serta fase pertumbuhannya pada tiap bulannya sama. akan tetapi dengan adanya 3 teknik pengelolaan tanah diatas kebutuhan air irigasinya berbeda-beda. Besarnya nilai kebutuhan air irigasi (IWR) tiap perlakuan (Tabel 10).

Tabel 10. Nilai kebutuhan air irigasi (IWR) pada tiap perlakuan.

Perlakuan		Hujan Efektif		
		P1	P2	P3
R1	S1	281.55	321.53	342.05
	S2	281.55	321.53	342.05
R2	S1	281.55	321.53	342.05
	S2	281.55	321.53	342.05
R3	S1	281.55	321.53	342.05
	S2	281.55	321.53	342.05

Keterangan :
 P1, P2, P3 : Tingkat *Presipitasi Efektif* (90%, 75%, 60%)
 R1, R2, R3 : Tingkat *Kedalaman Perakaran* (120cm, 80cm, 40cm)
 S1, S2 : Tingkat *Ketersediaan Air* ((100mm/m, 200mm/m)
 IWR : Kebutuhan Air Irigasi

Nilai kebutuhan air irigasi (IWR) berpengaruh terhadap perlakuan hujan efektif hal ini dikarenakan semakin rendah air hujan yang dapat masuk kedalam tanah maka semakin besar kebutuhan air irigasinya. Nilai kebutuhan irigasi tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (hujan efektif 60%) sebesar 342.05 mm dan nilai terendah terdapat pada perlakuan P1 (hujan efektif 90%) sebesar 281.55 mm. Pada perlakuan ketebalan solum tanah dan ketersediaan air tidak berpengaruh terhadap nilai kebutuhan air irigasi.

4.6.3 Penurunan Kelembaban Tanah (SMD)

Ketebalan solum dan ketersediaan air mempengaruhi Nilai SMD (*soil moisture deficit*). Semakin tipis solum tanah maka dampaknya lahan mengalami defisit lengas tanah yang semakin besar dan makin besar ketersediaan airnya maka makin besar total defisit lengasnya. Hal ini dikarenakan semakin tipis lapisan solum tanah maka semakin cepat penguapan, ini dikarenakan tingkat intensitas cahaya matahari. Selain itu juga SMD dipengaruhi oleh CWR, tekstur, struktur dan kandungan bahan organik. Akan tetapi pada perlakuan hujan efektif tidak berpengaruh terhadap nilai SMD. Besarnya nilai SMD pada tiap perlakuan (Tabel 11).

Tabel 11. Nilai SMD pada tiap perlakuan.

Perlakuan		SMD (mm)		
		P1	P2	P3
R1	S1	594.9	594.9	594.9
	S2	1033.9	1033.9	1033.9
R2	S1	1033.9	1033.9	1033.9
	S2	1085.9	1085.9	1085.9
R3	S1	1085.9	1085.9	1085.9
	S2	1994.3	1994.3	1994.3

Keterangan :

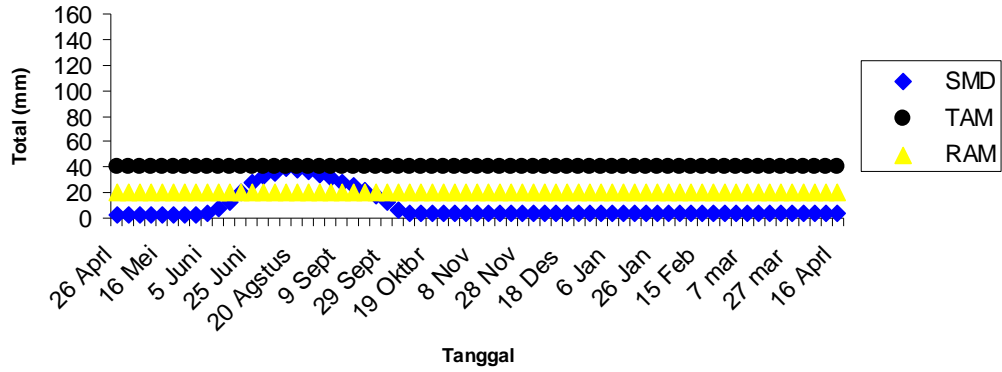
P1, P2, P3 : Tingkat *Hujan Efektif* (90%, 75%, 60%)

R1, R2, R3 : Tingkat *Kedalaman solum* (120cm, 80cm, 40cm)

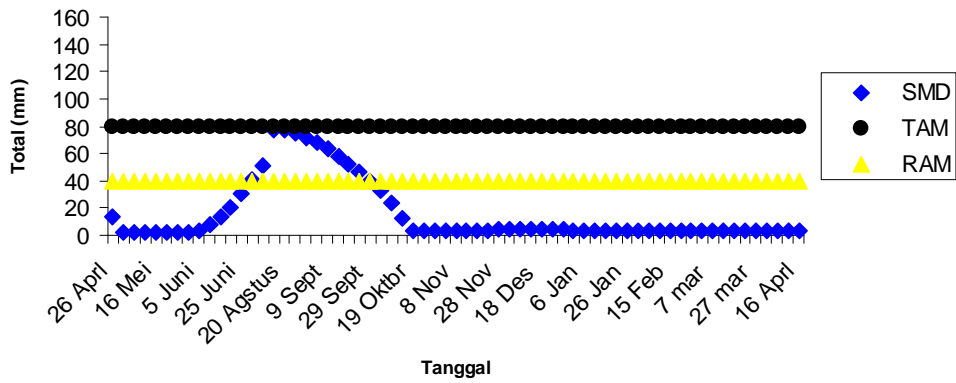
S1, S2 : Tingkat *Ketersediaan Air* ((100mm/m, 200mm/m)

SMD : Depleksi Lengas tanah

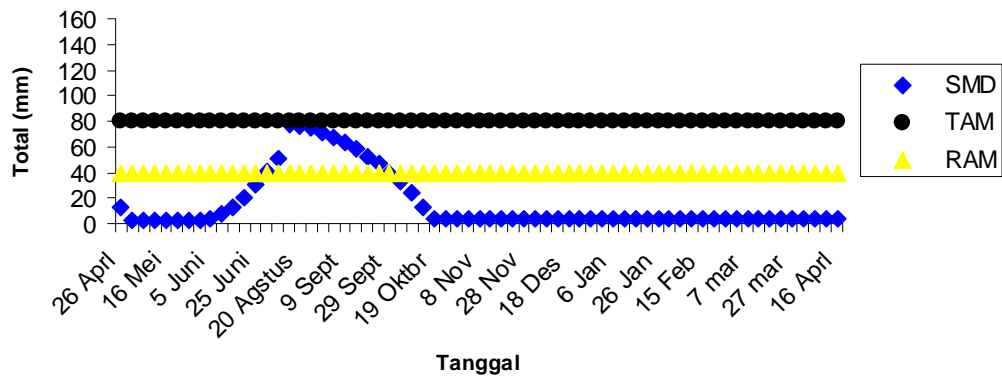
P1R1S1

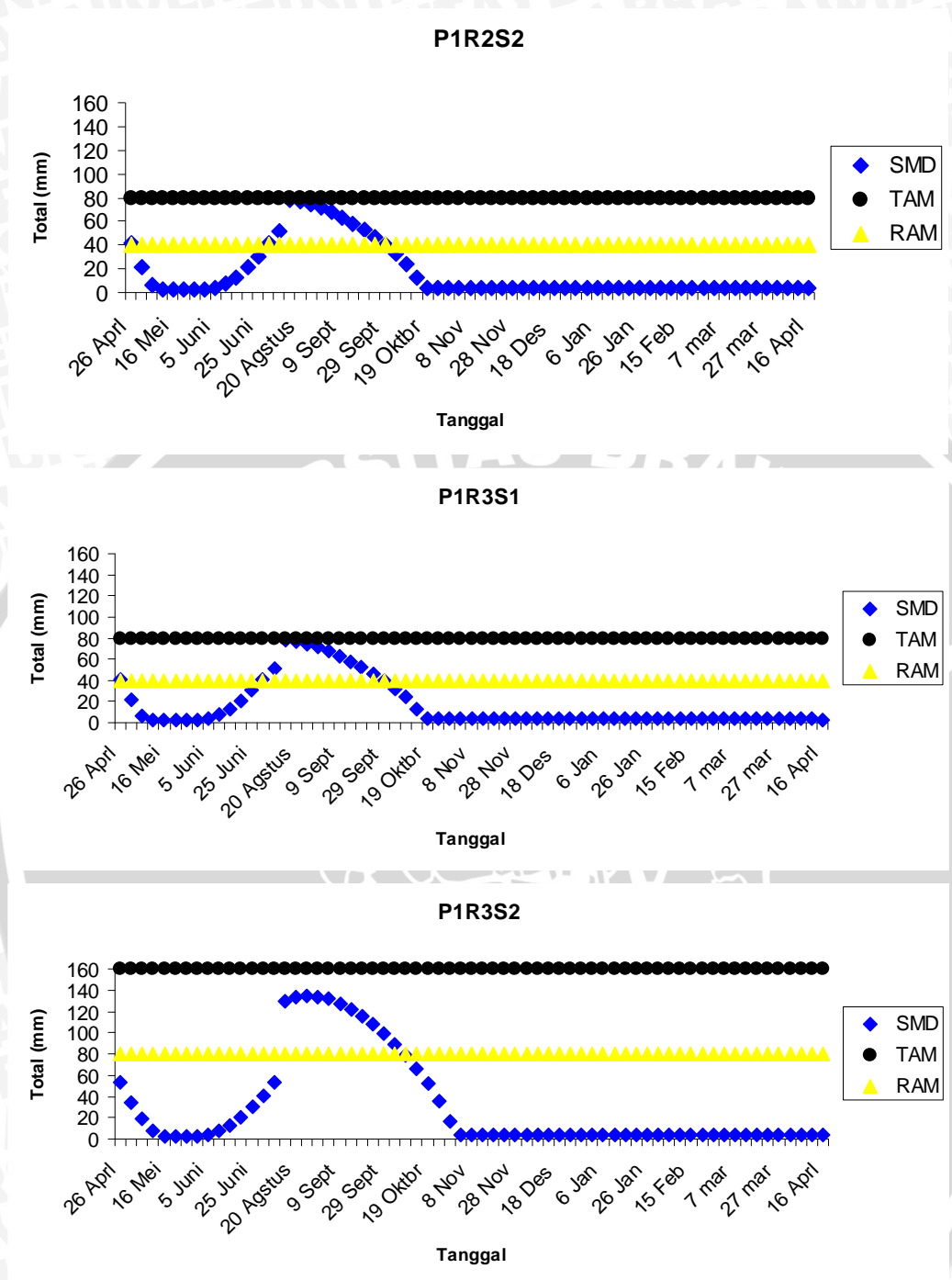


P1R1S2



P1R2S1





Gambar 11. Pengaruh Perbedaan Ketersediaan Air dan Simpanan Air Terhadap Neraca Air Lahan

Gambar 11 menunjukkan bahwa kebutuhan air tanaman apel berebeda-beda. Bahwa semakin tipis solum tanah dan semakin besar ketersediaan air maka nilai SMD, TAM dan RAM semakin besar, semakin tebal solum tanah dan semakin kecil ketersediaan air maka nilai SMD, TAM dan RAM semakin kecil. Akan tetapi pada

perlakuan P1R1S2 dan P1R2S1, P1R2S2 dan P1R3S1 mempunyai nilai yang sama dikarenakan adanya perlakuan ketersediaan air yang berbeda-beda $S2 \geq S1$. Pada perlakuan hujan efektif tidak berpengaruh sehingga nilai reduksi produksinya sama tergantung dari perlakuan ketebalan solum dan ketersediaan airnya.

4.6.4 Reduksi Produksi (%)

Peningkatan ketebalan solum dan ketersediaan air mempengaruhi nilai reduksi produksi. Semakin tipis lapisan solum tanah maka nilai reduksi produksi makin besar dan semakin tinggi ketersediaan airnya maka semakin tinggi nilai reduksi produksinya, pada perlakuan presipitasi hujan efektif tidak berpengaruh terhadap nilai reduksi produksi. Apabila adanya penurunan reduksi produksi dikarenakan adanya stress air (apabila $ET_c/ET_m < 100\%$). Besarnya nilai reduksi produksi pada tiap perlakuan (Tabel 12).

Tabel 12. Nilai reduksi produksi pada tiap perlakuan

Perlakuan		RP (%)		
		P1	P2	P3
R1	S1	7.9	7.9	7.9
	S2	15.5	15.5	15.5
R2	S1	15.5	15.5	15.5
	S2	16.0	16.0	16.0
R3	S1	16.0	16.0	16.0
	S2	18.0	18.0	18.0

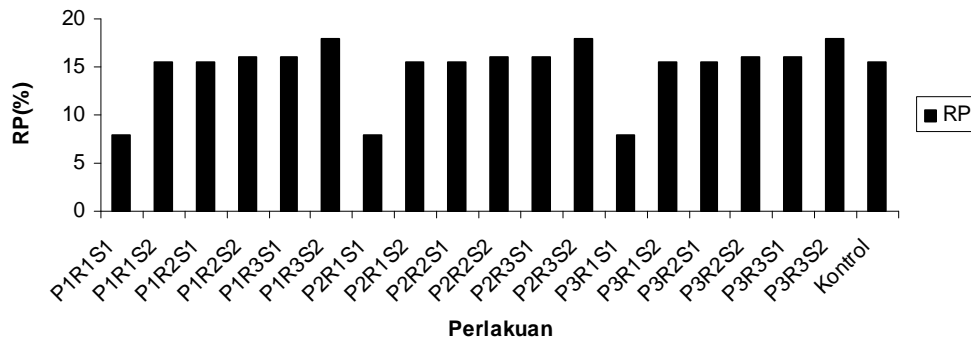
Keterangan :

P1, P2, P3 : Tingkat *Presipitasi Efektif* (90%, 75%, 60%)

R1, R2, R3 : Tingkat *Ketebalan Solum* (120cm, 80cm, 40cm)

S1, S2 : Tingkat *Ketersediaan Air* ((100mm/m, 200mm/m)

RP : Reduksi Produksi



Gambar 12. Nilai Reduksi Produksi Pada Tiap Perlakuan

Dari Tabel 12 dan Gambar 12 Hasil reduksi produksi tertinggi pada perlakuan (P1R3S2, P2R3S2, P3R3S2) dikarenakan semakin tipis lapisan solum tanah dan ketersediaan air yang besar. Sedangkan nilai terkecil pada perlakuan (P1R1S1, P2R1S1, P3R1S1) dikarenakan semakin tebal lapisan solum tanah dan ketersediaan air yang lebih kecil, akan tetapi nilai reduksi produksi pada perlakuan P1R1S2 dan P1R2S1, P1R1S2 dan P1R3S1 mempunyai nilai yang sama hal ini dikarenakan adanya perlakuan ketersediaan air yang berbeda $S2 \geq S1$. Pada perlakuan hujan efektif tidak berpengaruh sehingga nilai reduksi produksinya sama tergantung dari perlakuan ketebalan solum dan ketersediaan airnya.

Apabila adanya penurunan reduksi produksi dikarenakan adanya stress air (apabila $ET_c/ET_m < 100\%$). Besarnya nilai reduksi produksi pada tiap perlakuan dilihat dari nilai $PE, ET_c, ET_c / ET_m$ dan Y_a/Y_m (Tabel 13).

Tabel 13. Besarnya Nilai Reduksi Produksi Pada Tiap Perlakuan dilihat dari Nilai PE,ETc,ETc /Etm dan Ya/Ym.

Perlakuan	PE (mm)	ETc (mm)	ETc/Etm (%)	Ya/Ym (%)				
				1	2	3	4	Rata-rata
P1R1S1	2273.35	970.6	83.6	15.1	10.4	0.0	0.0	7.9
P1R1S2	2273.35	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P1R2S1	2273.35	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P1R2S2	2273.35	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P1R3S1	2273.35	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P1R3S2	2273.35	1051.0	90.5	54.2	4.6	0.0	0.0	18.0
P2R1S1	1892.81	970.6	83.6	15.1	10.4	0.0	0.0	7.9
P2R1S2	1892.81	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P2R2S1	1892.81	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P2R2S2	1892.81	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P2R3S1	1892.81	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P2R3S2	1892.81	1051.0	90.5	54.2	4.6	0.0	0.0	18.0
P3R1S1	1514.92	970.6	83.6	15.1	10.4	0.0	0.0	7.9
P3R1S2	1514.92	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P3R2S1	1514.92	997.0	85.9	43.5	7.1	0.0	0.0	15.5
P3R2S2	1514.92	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P3R3S1	1514.92	992.0	85.5	45.0	7.1	0.0	0.0	16.0
P3R3S2	1514.92	1051.0	90.5	54.2	4.6	0.0	0.0	18.0

Keterangan :

PE : Hujan Efektif

ETc : Evapotranspirasi Aktual

Ya/Ym : Reduksi Produksi Tiap Pertumbuhan

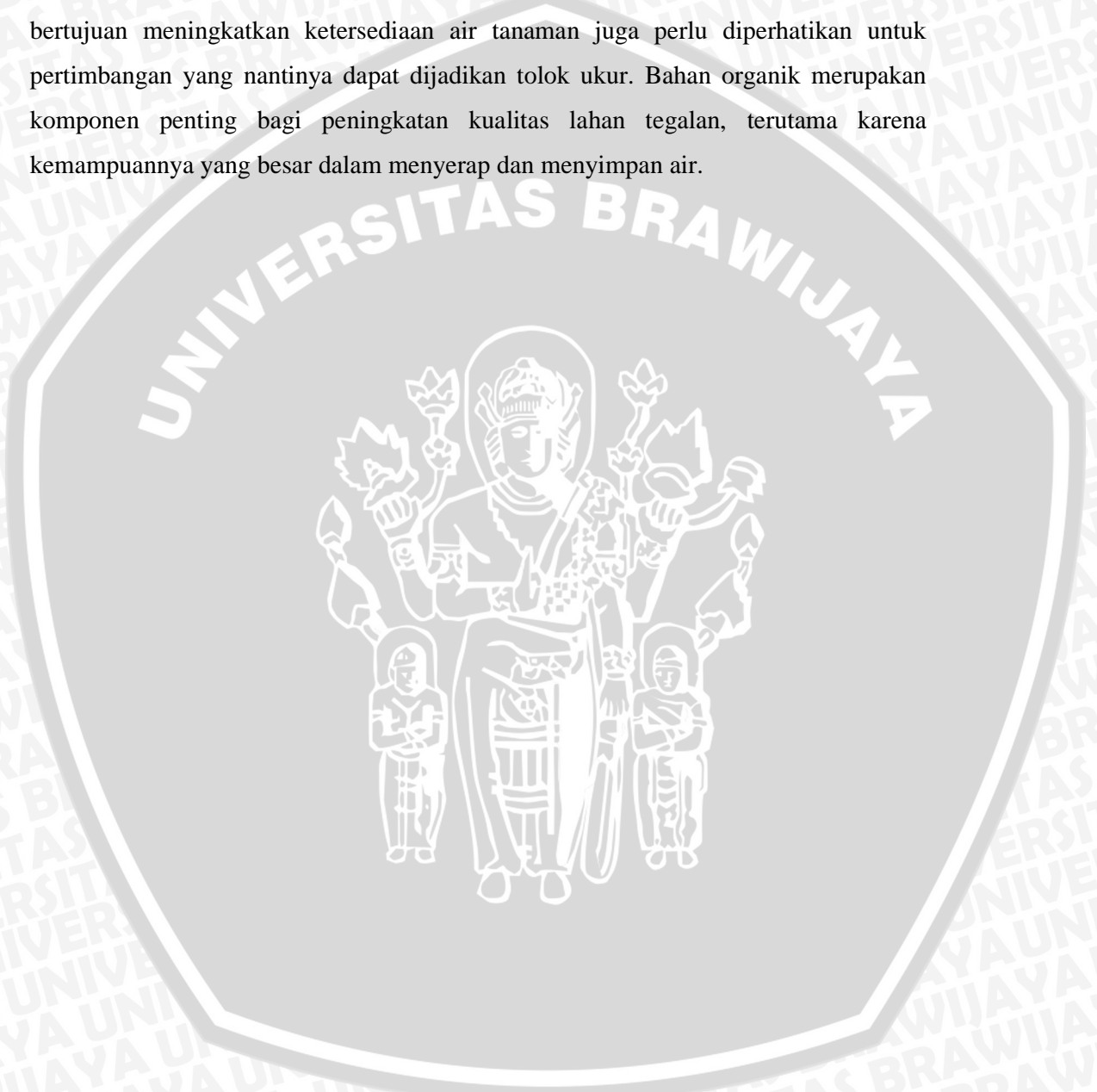
Dari hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada P1R3S2, P2R3S2, P3R3S2 . Bahwa semakin atas lapisan tanah dan semakin besar ketersediaan airnya maka nilai ETc, ETc/Etm dan nilai rata-rata Ya/Ym semakin besar, sedangkan nilai terkecil pada P1R1S1, P2R1S1, P3R1S1. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan solum tanah dan semakin kecil tingkat ketersediaan airnya maka nilai ETc, ETc/Etm dan nilai rata-rata Ya/Ym semakin kecil. Akan tetapi pada nilai PE tidak berpengaruh dikarenakan nilai Eto yang sama (Tabel 13).

4.7 Analisis Perlakuan dengan Menggunakan Model *CropWat for Windows*

Gambaran hasil dari suatu input data dasar analisa model *CropWat for Windows* dapat dilihat dari komoditas yang ditanam. Tanaman apel untuk pertumbuhannya memerlukan pengairan yang memadai sepanjang musim. Pada musim penghujan tidak ada masalah, tetapi pada musim kemarau perlu diusahakan penyiraman sekurang-kurangnya 2 minggu sekali dengan cara dileb/dikocor (S. Bambang,1996).

Tidak hanya data-data yang dibutuhkan kemudian diproses langsung jadi, tetapi aspek penunjang kelancaran data yang lainnya juga perlu diperhatikan. Adapun berbagai variasi perlakuan yang dilakukan diharapkan dapat memberikan tolok ukur yang sebenarnya di lapang.

Selain itu, data penunjang lain misalnya, bahan organik (Corganik) yang bertujuan meningkatkan ketersediaan air tanaman juga perlu diperhatikan untuk pertimbangan yang nantinya dapat dijadikan tolok ukur. Bahan organik merupakan komponen penting bagi peningkatan kualitas lahan tegalan, terutama karena kemampuannya yang besar dalam menyerap dan menyimpan air.



BABV

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Pengaruh pengelolaan tanah terhadap ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel dapat di hitung dengan metode *CropWat for Windows* yang menghasilkan beberapa perlakuan kombinasi untuk meningkatkan ketersediaan lengas tanah antara lain :

i) **Peningkatan Hujan Efektif**

Peningkatan hujan efektif pada evaluasi *CropWat for Windows* mempengaruhi kebutuhan air irigasi (IWR) dan hujan efektif (Pe). Semakin besar nilai hujan efektif (90%), maka nilai kebutuhan air tanaman semakin kecil (281.55 mm) dibandingkan dengan hujan efektif (60%) sebesar 342.05 mm. Semakin besar pula tingkat hujan efektif maka total hujan efektif semakin besar (2273.35 mm). Hal ini berarti semakin besar tingkat hujan efektif maka nilai lengas tanahnya semakin besar pula.

ii) **Peningkatan Ketebalan Solum**

Peningkatan ketebalan solum tanah dalam proses evaluasi mempengaruhi deplesi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD). Semakin bawah lapisan solum tanah (120 cm) maka semakin rendah nilai deplesi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD) sebesar (814.4 mm). dibandingkan dengan lapisan solum tanah (40 cm) yang mempunyai nilai SMD sebesar (1504.1 mm). Hal ini berarti semakin tebal lapisan solum tanah maka simpanan lengas tanahnya semakin meningkat.

iii) **Peningkatan Ketersediaan Air**

Berdasarkan hasil evaluasi, peningkatan ketersediaan air mempengaruhi deplesi lengas tanah / *soil moisture defisit* (SMD) dan total lengas tanah tersedia / *total available moisture* (TAM). Semakin besar ketersediaan airnya (200 mm/m) maka nilai SMD sebesar (1371.4 mm) dan TAM semakin besar pula (107 mm). dibandingkan dengan ketersediaan air lebih kecil (100 mm/m), Nilai SMD sebesar (904.9 mm) dan nilai TAM sebesar (107 mm). Hal ini berarti semakin besar peningkatan ketersediaan air maka nilai lengas tanah semakin meningkat.

2. Upaya-upaya pengelolaan tanah untuk meningkatkan ketersediaan lengas tanah pada tanaman apel di Poncokusumo antara lain :

- i) Peningkatan presipitasi efektif dengan cara konservasi tanah dengan pembuatan teras sesuai kontur berfungsi untuk mengurangi panjang lereng, mengurangi kecepatan aliran permukaan dan dapat meningkatkan daya infiltrasi tanah sehingga air mudah meresap ke dalam tanah dan akan berpengaruh terhadap ketersediaan lengas tanah di dalam tanah.
- ii) Upaya peningkatan ketebalan solum dengan cara pengolahan dalam dan mencegah pemadatan sehingga dapat meningkatkan ketersediaan lengas tanah.
- iii) Peningkatan ketersediaan air dapat dilakukan dengan cara penambahan bahan organik ke dalam tanah. Kadar bahan organik tanah mempunyai kontribusi terhadap kapasitas tanah memegang air sehingga dapat mengurangi kehilangan air tanah melalui drainase.

5.2 Saran

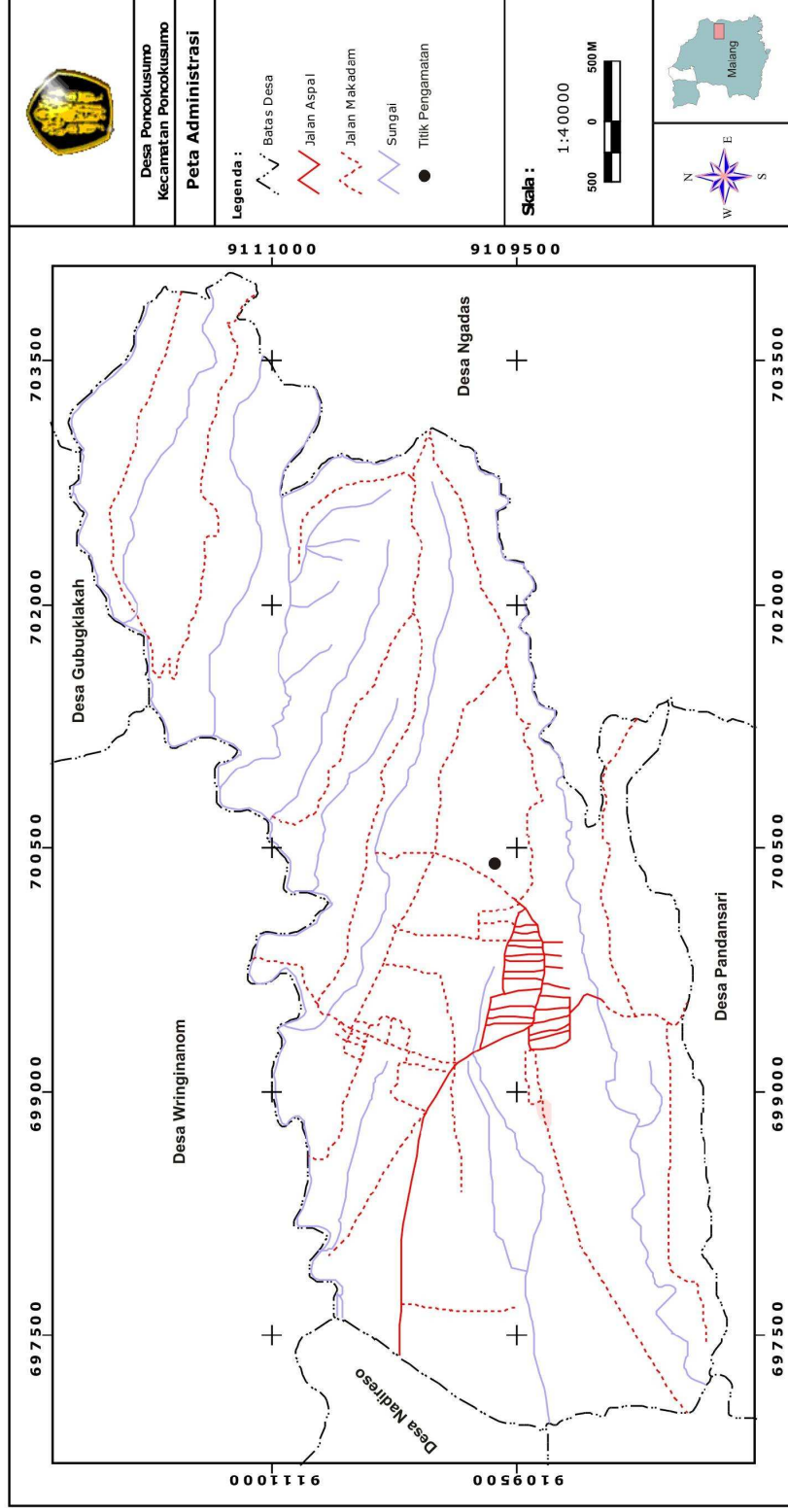
Dengan memperhatikan kebutuhan air tanaman yang berbeda-beda dan kondisi iklim, perlu dilakukan penelitian lanjutan pada tanaman apel dengan tempat yang berbeda sehingga dapat terlihat jelas perbedaan Eto (evapotranspirasi) dan CWR (kebutuhan air tanaman).

DAFTAR PUSTAKA

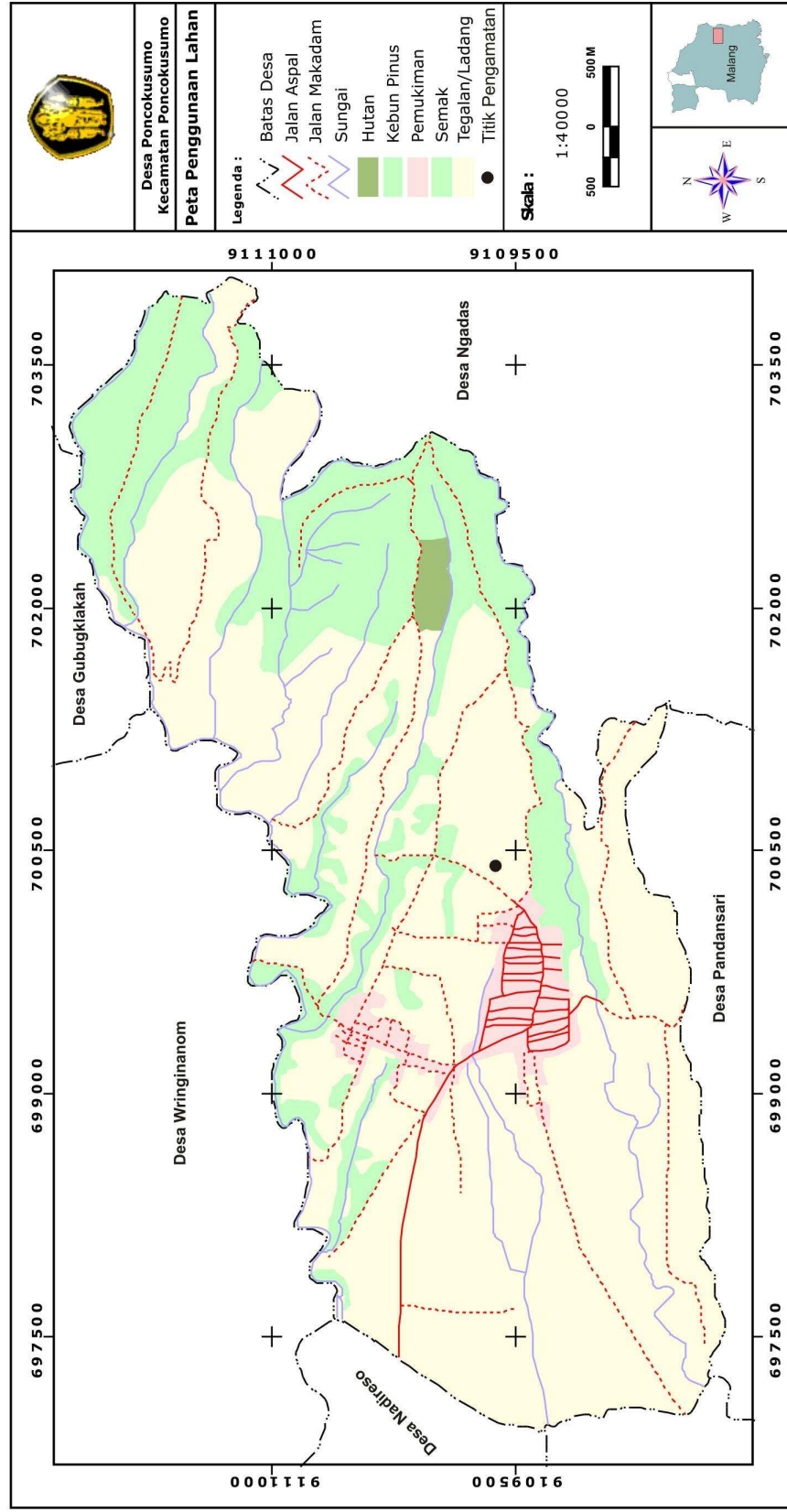
- Anonymous .2004. Budidaya Tanaman Apel 2000-2001.
(<http://www.Sasamba.Or.id/agribisnis/kebun/apel.Rtf>.)
- Buckman, H. O. dan Brady, N. C. 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Clive, H. and Julie, C. 1991. Edible Horticultural Crops Acompedium Of Information Of Fruit, Vegetable, Spice And Nut Species. Academic Press.
- Clarke, D. 1998. *CropWat for Windows : User Guide*. Institute of Irrigation and Development Studies (IIDS). Southampton University. Southampton. UK
- Djaenudin, D., H. Marwan, Subagyo H., Mulyani A., dan Suharta N., 2000, Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian. Pusat Penelitian Tanah Dan Agroklimat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Doorenbos, J and W. O. Pruitt.1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper 24. Rome.
- Gardiner, D. T., and Miller. 2004. Soil in Our Environment Tenth Edition. Person Edication. Ney Jersey. America.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademia Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno, Sarwono. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hairiah, K. Widiyanto. Sri Rahayu, U. Didik S. Sunarto. Sitompul. B. Lusianan. R Mulia. M. Van. Noordwijk. G. Cadish. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi : Refleksi Pengalaman Dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera. Jakarta.
- Juo, Anthony. S.R. and Franzieuebbbers, K. 2003. Tropical Soil Properties and Management of Sustainable Agriculture. Oxford University Press.
- La, An.2007. Segitiga Tekstur. (<http://mbojo.wordpress.com/2007/08/15/segitiga-tekstur/>) akses 9 April 2008.
- Nurhakim, R. M. 2006. Perbedaan Morfologi Dan Bahan Organik Tanah Akibat Sistem Tanam Lahan Sawah Di Desa Waturejo, Kec. Ngantang, Kab. Malang. Skripsi. Fakultas Pertanian. Jurusan Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Prihatman, Kemal. 2000. Apel (*Mallus sylvestris* Mill). Tentang Budidaya. BPP Teknologi, Jl. M.H. Thamrin 8 Jakarta 10340.
(<http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/apel.pdf>) Akses 15 Desember 2009.
- Prijono, S. 2007. Modul Aplikasi *CropWat for Windows*. Malang.

- Prijono, S, Endang Listyarini, Dawam. 1996. Soil Physical Properties and Soil Moisture Retention Related to Organic Matter Input. *J. Agrivita*, Vol. 19 No. 4.
- Sheng-Feng, K., Shin-Shen, H. 1999. Implementation of CropWat Model to Evaluate Agriculture Water Demand for chainan Irrigation Association in Taiwan. *Proceeding of 99 International Conference Agricultural Engineering*. Beijing. China.
- Smith, M and D. Kivumbi. 2005. Use of The FAO CROPWAT Model In Defisit Irrigation Studies. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy
(www.Fao.org/docrep/004/Y3655E/y3655e05.htm)
- Soelarso, B. 1997. Budi Daya Apel. Kanisius. Yogyakarta.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat Dan Ciri Tanah*. IPB. Bogor.
- Sudarsono. 2005. Karakterisasi Limpasan Permukaan dan Erosi Akibat Alihguna Lahan Hutan. Skripsi. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suharto, E. 2006, Kapasitas Simpanan Air Tanah Pada Sistem Tata Guna Lahan LPP Tahura Raja Lelo Bengkulu. Vol.8, No.1.
(<http://www.jurnal ilmu-ilmu Pertanian Indonesia.Pdf>)
- Syehan, E. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tim Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unibraw. 1997. Materi Praktikum Analisis Laboratorium. Program Studi Pengelolaan Tanah dan Air. Program Studi Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Tim Laboratorium Kimia Tanah, 2003. Prosedur Analisis Kimia Tanah. Laboratorium Kimia Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Widianto dan Ngadirin. 2004. Pedoman Praktikum : Pengantar Fisika Tanah. Laboratorium Fisika Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Widianto, Ngadirin, dan Iva D.L. 2006. Pedoman Praktikum : Pengantar Fisika Tanah. Laboratorium Fisika Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

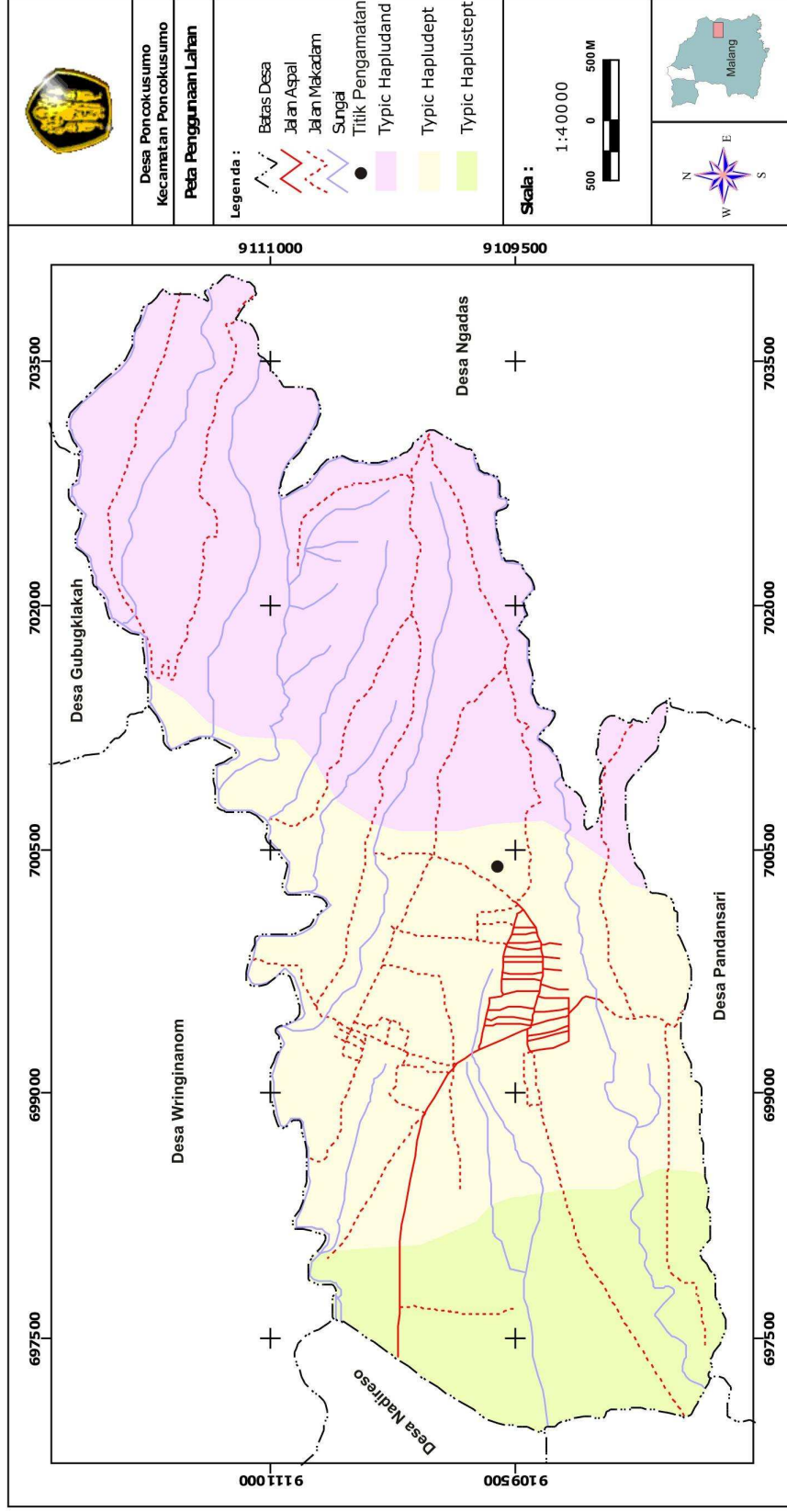
Lampiran 1. Peta Administrasi Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang



Lampiran 3. Peta Landuse Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang



Lampiran 2. Peta Jenis Tanah Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang



Lampiran 4. Data Curah Hujan Poncokusumo (1998-2007)

Bulan	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Rata-rata
- Januari	230	514	478	691	394	596	625	285	488	68	437
- Februari	398	331	531	408	424	331	461	379	369	358	399
- Maret	503	261	630	454	460	262	448	381	353	376	413
- April	374	450	534	254	307	189	33	163	210	151	267
- Mei	71	101	168	84	39	128	106	0	201	43	94
- Juni	203	0	54	140	0	0	23	109	6	24	56
- Juli	272	0	0	36	0	0	0	25	0	0	33
- Agustus	37	0	114	0	0	0	0	7	0	0	16
- September	140	0	0	0	0	0	22	27	0	0	19
- Oktober	209	123	285	254	0	51	59	123	0	49	115
- November	402	477	662	235	364	416	365	204	74	144	334
- Desember	530	346	98	292	706	480	593	465	357	577	444
Jumlah	3369	2603	3554	2848	2694	2453	2735	2168	2058	1790	2627

Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Karangploso



Lampiran 5. Data dan perhitungan infiltrasi yang dimasukkan ke dalam program *Cropwat for windows*

Waktu	Interval	Waktu kumulatif	Kedalaman air infiltrometer	Masukan air	Masukan air kumulatif	Infiltrasi (imeediate)	Infiltrasi (mean)	Infiltrasi kumulatif
menit	menit	menit	cm	cm	cm	cm menit-1	cm menit-1	cm menit-1
14.00	1	0	20	0	0	0	0	0
	1	1	18,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	1	2	17,8	1	2,2	1	1,1	2,3
	1	3	17,1	0,7	2,9	0,7	0,97	3,27
	1	4	16,3	0,8	3,7	0,8	0,92	4,19
	1	5	15,5	0,8	4,5	0,8	0,9	5,09
	1	6	14,8	0,7	5,2	0,7	0,87	5,96
	1	7	14,1	0,7	5,9	0,7	0,84	6,8
	1	8	13,6	0,5	6,4	0,5	0,8	7,6
	1	9	13	0,6	7	0,6	0,79	8,39
	1	10	12,5	0,5	7,5	0,5	0,75	9,14
	1	11	11,9	0,6	8,1	0,6	0,73	9,87
	1	12	11,3	0,6	8,7	0,6	0,72	10,59
	1	13	10,8	0,5	9,2	0,5	0,71	11,3
	1	14	10,4	0,4	9,6	0,4	0,68	11,98
	1	15	9,9	0,5	10,1	0,5	0,67	12,65
	1	16	9,4	0,5	10,6	0,5	0,66	13,31
	1	17	8,9	0,5	11,1	0,5	0,65	13,96
	1	18	8,4	0,5	11,6	0,5	0,64	14,6
	2	20	7,6	0,8	12,4	0,4	0,62	15,22
	2	22	6,8	0,8	13,2	0,4	0,6	15,82
	2	24	6,1	0,7	13,9	0,35	0,58	16,4
	2	26	15,5	1,3	15,2	0,65	0,58	16,98
	2	28	14,7	0,8	16	0,4	0,57	17,55
	2	30	13,8	0,9	16,9	0,45	0,56	18,11
	2	32	12,9	0,9	17,8	0,45	0,55	18,66
	2	34	12	0,9	18,7	0,45	0,55	19,21
	2	36	11,1	0,9	19,6	0,45	0,54	19,75
	2	38	10,2	0,9	20,5	0,45	0,53	20,28

Perhitungan Data Infiltrasi Double Ring yang dimasukkan ke dalam Program CropWat for Windows

$$1. \quad T : 36 \text{ m}, \quad \Sigma : 19.6 \text{ cm} \quad = \frac{19.6}{36} \times 60 = 32.67 \text{ cm/jam}$$

$$2. \quad T : 38 \text{ m}, \quad \Sigma : 20.5 \text{ cm} \quad = \frac{20.5}{36} \times 60 = 32.37 \text{ cm/jam}$$

$$= 32.67 \text{ cm/jam} - 32.37 \text{ cm/jam}$$

$$= 0.3 \text{ cm/jam} \longrightarrow 7.2 \text{ cm/hari}$$

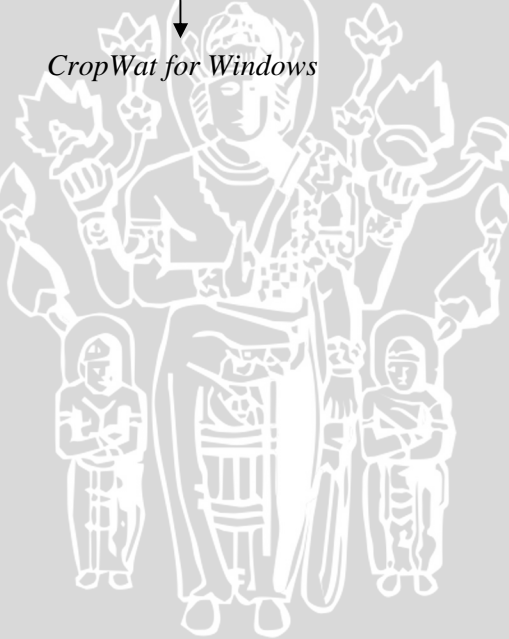
$$= 72 \text{ mm/hari}$$

CropWat for Windows

Keterangan:

T : (Waktu Kumulatif)

Σ : (Masukkan Air Kumulatif)



8/5/2008

CropWat 4 Windows Ver 4.3

Climate and ETo (grass) Data

Data Source: C:\CROPWAT\CLIMATE\SALEH.PEM

Country : Indonesia Station : AR Saleh
Altitude: 523 meter(s) above M.S.L.
Latitude: -7.53 Deg. (South) Longitude: 112.42 Deg. (East)

Table with 8 columns: Month, MaxTemp (deg.C), MiniTemp (deg.C), Humidity (%), Wind Spd. (Km/d), SunShine (Hours), Solar Rad. (MJ/m2/d), ETo (mm/d). Rows include months from January to December and an Average row.

Pen-Mon equation was used in ETo calculations with the following values for Angstrom's Coefficients:

a = 0.25 b = 0.5



Hasil Output CropWat for Windows

8/5/2008 P1R1S1 CropWat 4 Windows Ver4.3

Crop Water Requirements Report

- Crop # 1 : APEL (Manalagi)
- Block # : [All blocks]
- Planting date : 24/4
- Calculation time step = 10 Day(s)
- Irrigation Efficiency = 70%

Date	ETo (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
24/4	34.87	100.00	0.70	24.41	67.18	57.44	0.00	0.00
4/5	34.60	100.00	0.70	24.22	54.44	43.33	0.00	0.00
14/5	34.44	100.00	0.70	24.11	42.28	30.84	0.00	0.00
24/5	34.41	100.00	0.70	24.09	31.03	20.80	3.28	0.05
3/6	34.52	100.00	0.70	24.16	20.98	13.85	10.31	0.17
13/6	34.76	100.00	0.70	24.33	12.41	10.17	14.16	0.23
23/6	35.14	100.00	0.70	24.59	5.53	5.53	19.07	0.32
3/7	35.64	100.00	0.70	24.95	0.78	0.78	24.16	0.40
13/7	36.26	100.00	0.70	25.38	0.00	0.00	25.38	0.42
23/7	36.97	100.00	0.70	25.88	0.00	0.00	25.88	0.43
2/8	37.76	100.00	0.70	26.43	0.00	0.00	26.43	0.44
12/8	38.59	100.00	0.70	27.02	1.11	0.00	27.02	0.45
22/8	39.44	100.00	0.70	27.61	6.19	3.28	24.33	0.40
1/9	40.27	100.00	0.70	28.19	13.27	5.51	22.68	0.38
11/9	41.05	100.00	0.72	29.42	22.01	5.34	24.08	0.40
21/9	41.74	100.00	0.75	31.16	32.19	9.46	21.70	0.36
1/10	42.32	100.00	0.78	32.86	43.55	19.80	13.07	0.22
11/10	42.74	100.00	0.81	34.47	55.76	35.89	0.00	0.00
21/10	42.98	100.00	0.84	35.96	68.52	55.83	0.00	0.00
31/10	43.03	100.00	0.87	37.29	81.45	77.04	0.00	0.00
10/11	42.87	100.00	0.90	38.43	94.20	94.18	0.00	0.00
20/11	42.49	100.00	0.93	39.37	106.40	106.40	0.00	0.00
30/11	41.91	100.00	0.96	40.08	117.69	117.69	0.00	0.00
10/12	41.14	100.00	0.99	40.58	127.76	127.76	0.00	0.00
20/12	40.23	100.00	1.00	40.23	136.29	131.92	0.00	0.00
30/12	38.62	100.00	1.00	38.62	149.00	127.77	0.00	0.00
9/1	38.50	100.00	1.00	38.50	152.48	129.00	0.00	0.00
19/1	38.53	100.00	1.00	38.53	152.30	131.09	0.00	0.00
29/1	38.41	100.00	1.00	38.41	150.14	132.26	0.00	0.00
8/2	38.17	100.00	1.00	38.17	145.93	131.81	0.00	0.00
18/2	37.83	100.00	1.00	37.83	139.76	129.20	0.00	0.00
28/2	37.40	100.00	1.00	37.40	131.75	124.06	0.00	0.00
10/3	36.92	100.00	0.99	36.47	122.14	116.28	0.00	0.00
20/3	36.42	100.00	0.97	35.15	111.19	105.97	0.00	0.00
30/3	35.92	100.00	0.94	33.86	99.23	93.52	0.00	0.00
9/4	35.45	100.00	0.92	32.62	86.60	79.53	0.00	0.00
Total	1382.35			1160.77	2581.51	2273.35	281.55	[0.13]

* ETo data is distributed using polynomial curve fitting.
 * Rainfall data is distributed using polynomial curve fitting.

8/5/2008

P1R1S1

CropWat 4 Windows Ver 4.3

Irrigation Scheduling Report

* Crop Data:

- Crop # 1 : APEL (Manalagi)
- Block # : 1
- Planting date: 24/4

* Soil Data:

- Soil description : inceptisol
- Initial soil moisture depletion: 50%

* Irrigation Scheduling Criteria:

- Application Timing:
Irrigate at variable intervals (user-defined).
- Applications Depths:
Variable depths (user-defined).
- Start of Scheduling: 24/4

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)	User Adj. (mm)
26/4	40.0	20.0	33.9	24.6	2.4	95.9%	2.4				
1/5	40.0	20.0	30.7	12.2	2.4	100.0%	2.4				
6/5	40.0	20.0	27.5	12.2	2.4	100.0%	2.4				
11/5	40.0	20.0	24.4	12.1	2.4	100.0%	2.4				
16/5	40.0	20.0	21.4	12.1	2.4	100.0%	2.4				
21/5	40.0	20.0	18.5	12.1	2.4	100.0%	2.4				
26/5	40.0	20.0	15.8	12.0	2.4	100.0%	2.4				
31/5	40.0	20.0	13.2	12.0	2.4	100.0%	2.4				
5/6	40.0	20.0	10.7	10.7	2.4	100.0%	3.8				
10/6	40.0	20.0	8.4	8.4	2.4	100.0%	7.4				
15/6	40.0	20.0	6.4	6.4	2.4	100.0%	13.2				
20/6	40.0	20.0	4.5	4.5	2.4	99.6%	20.7				
25/6	40.0	20.0	2.9	2.9	1.8	78.3%	27.4				
30/6	40.0	20.0	1.5	1.5	1.1	50.6%	32.2				
5/7	40.0	20.0	0.3	0.3	0.6	30.9%	35.7				
15/8	40.0	20.0	0.6	0.6	0.1	4.1%	39.5				
20/8	40.0	20.0	1.8	1.8	0.3	3.7%	38.2				
25/8	40.0	20.0	3.2	3.2	0.6	10.0%	36.4				
30/8	40.0	20.0	4.9	4.9	1.0	18.7%	34.1				
4/9	40.0	20.0	6.8	6.8	1.4	29.3%	31.4				
9/9	40.0	20.0	8.9	8.9	1.9	41.6%	28.3				
14/9	40.0	20.0	11.2	11.2	2.6	55.2%	25.0				
19/9	40.0	20.0	13.7	13.7	3.0	67.9%	21.4				
24/9	40.0	20.0	16.3	16.3	3.1	79.1%	17.1				
29/9	40.0	20.0	19.1	19.1	3.2	90.4%	12.2				
4/10	40.0	20.0	22.1	22.1	3.3	98.1%	6.0				
9/10	40.0	20.0	25.1	19.2	3.3	100.0%	3.3				
14/10	40.0	20.0	28.2	16.9	3.4	100.0%	3.4				
19/10	40.0	20.0	31.4	17.3	3.5	100.0%	3.5				
24/10	40.0	20.0	34.6	17.7	3.6	100.0%	3.6				
29/10	40.0	20.0	37.8	18.0	3.6	100.0%	3.6				
3/11	40.0	20.0	41.0	18.4	3.7	100.0%	3.7				
8/11	40.0	20.0	44.3	18.7	3.8	100.0%	3.8				
13/11	40.0	20.0	47.4	19.0	3.8	100.0%	3.8				
18/11	40.0	20.0	50.5	19.2	3.9	100.0%	3.9				
23/11	40.0	20.0	53.5	19.5	3.9	100.0%	3.9				
28/11	40.0	20.0	56.4	19.7	4.0	100.0%	4.0				
3/12	40.0	20.0	59.1	19.9	4.0	100.0%	4.0				
8/12	40.0	20.0	61.7	20.1	4.0	100.0%	4.0				
13/12	40.0	20.0	64.1	20.2	4.1	100.0%	4.1				
18/12	40.0	20.0	66.4	20.3	4.1	100.0%	4.1				
23/12	40.0	20.0	68.4	20.3	4.0	100.0%	4.0				
28/12	40.0	20.0	56.0	20.1	4.0	100.0%	4.0				
1/1	40.0	20.0	75.4	15.9	3.8	100.0%	3.8				
6/1	40.0	20.0	75.9	19.2	3.8	100.0%	3.8				
11/1	40.0	20.0	76.2	19.2	3.8	100.0%	3.8				
16/1	40.0	20.0	76.3	19.3	3.9	100.0%	3.9				
21/1	40.0	20.0	76.2	19.3	3.9	100.0%	3.9				



26/1	40.0	20.0	75.8	19.3	3.9	100.0%	3.9
31/1	40.0	20.0	75.2	19.2	3.8	100.0%	3.8
5/2	40.0	20.0	74.3	19.2	3.8	100.0%	3.8
10/2	40.0	20.0	73.1	19.2	3.8	100.0%	3.8
15/2	40.0	20.0	71.7	19.1	3.8	100.0%	3.8
20/2	40.0	20.0	70.1	19.0	3.8	100.0%	3.8
25/2	40.0	20.0	68.2	18.9	3.8	100.0%	3.8
2/3	40.0	20.0	66.1	18.8	3.8	100.0%	3.8
7/3	40.0	20.0	63.8	18.7	3.7	100.0%	3.7
12/3	40.0	20.0	61.3	18.6	3.7	100.0%	3.7
17/3	40.0	20.0	58.7	18.3	3.6	100.0%	3.6
22/3	40.0	20.0	55.9	17.9	3.5	100.0%	3.5
27/3	40.0	20.0	53.0	17.6	3.5	100.0%	3.5
1/4	40.0	20.0	49.9	17.3	3.4	100.0%	3.4
6/4	40.0	20.0	46.8	17.0	3.4	100.0%	3.4
11/4	40.0	20.0	43.6	16.6	3.3	100.0%	3.3
16/4	40.0	20.0	40.4	16.3	3.2	100.0%	3.2

Total	2582.8	980.9	970.6	83.6%		0.0	0.0	0.0
-------	--------	-------	-------	-------	--	-----	-----	-----

* Yield Reduction:

- Estimated yield reduction in growth stage # 1 = 15.1%
 - Estimated yield reduction in growth stage # 2 = 10.4%
 - Estimated yield reduction in growth stage # 3 = 0.0%
 - Estimated yield reduction in growth stage # 4 = 0.0%
-
- Estimated total yield reduction = 7.9%

* These estimates may be used as guidelines and not as actual figures.

* Legend:

TAM = Total Available Moisture = (FC% - WP%)* Root Depth [mm].
 RAM = Readily Available Moisture = TAM * P [mm].
 SMD = Soil Moisture Deficit [mm].

* Notes:

Monthly ETo is distributed using polynomial curve fitting.
 Monthly Rainfall is distributed using polynomial curve fitting.
 To generate rainfall events, each 5 days of distributed rainfall are accumulated as one storm.
 Only NET irrigation requirements are given here. No any kind of losses was taken into account in the calculations.



Crop Water Requirements Report

 - Crop # 1 : APEL (Manalagi)
 - Block # : [All blocks]
 - Planting date : 24/4
 - Calculation time step = 10 Day(s)
 - Irrigation Efficiency = 70%

Date	ETo (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
24/4	34.87	100.00	0.70	24.41	67.18	35.39	0.00	0.00
4/5	34.60	100.00	0.70	24.22	54.44	30.53	0.00	0.00
14/5	34.44	100.00	0.70	24.11	42.28	25.83	0.00	0.00
24/5	34.41	100.00	0.70	24.09	31.03	21.42	2.66	0.04
3/6	34.52	100.00	0.70	24.16	20.98	17.45	6.71	0.11
13/6	34.76	100.00	0.70	24.33	12.41	12.35	11.98	0.20
23/6	35.14	100.00	0.70	24.59	5.53	5.53	19.07	0.32
3/7	35.64	100.00	0.70	24.95	0.78	0.78	24.16	0.40
13/7	36.26	100.00	0.70	25.38	0.00	0.00	25.38	0.42
23/7	36.97	100.00	0.70	25.88	0.00	0.00	25.88	0.43
2/8	37.76	100.00	0.70	26.43	0.00	0.00	26.43	0.44
12/8	38.59	100.00	0.70	27.02	1.11	1.11	25.91	0.43
22/8	39.44	100.00	0.70	27.61	6.19	6.19	21.42	0.35
1/9	40.27	100.00	0.70	28.19	13.27	12.66	15.53	0.26
11/9	41.05	100.00	0.72	29.42	22.01	16.54	12.88	0.21
21/9	41.74	100.00	0.75	31.16	32.19	20.28	10.88	0.18
1/10	42.32	100.00	0.78	32.86	43.55	24.44	8.42	0.14
11/10	42.74	100.00	0.81	34.47	55.76	28.87	5.60	0.09
21/10	42.98	100.00	0.84	35.96	68.52	33.44	2.52	0.04
31/10	43.03	100.00	0.87	37.29	81.45	38.00	0.00	0.00
10/11	42.87	100.00	0.90	38.43	94.20	42.41	0.00	0.00
20/11	42.49	100.00	0.93	39.37	106.40	46.51	0.00	0.00
30/11	41.91	100.00	0.96	40.08	117.69	50.17	0.00	0.00
10/12	41.14	100.00	0.99	40.58	127.76	53.27	0.00	0.00
20/12	40.23	100.00	1.00	40.23	136.29	55.72	0.00	0.00
30/12	38.62	100.00	1.00	38.62	149.00	58.54	0.00	0.00
9/1	38.50	100.00	1.00	38.50	152.48	60.66	0.00	0.00
19/1	38.53	100.00	1.00	38.53	152.30	61.87	0.00	0.00
29/1	38.41	100.00	1.00	38.41	150.14	62.24	0.00	0.00
8/2	38.17	100.00	1.00	38.17	145.93	61.72	0.00	0.00
18/2	37.83	100.00	1.00	37.83	139.76	60.32	0.00	0.00
28/2	37.40	100.00	1.00	37.40	131.75	58.08	0.00	0.00
10/3	36.92	100.00	0.99	36.47	122.14	55.07	0.00	0.00
20/3	36.42	100.00	0.97	35.15	111.19	51.40	0.00	0.00
30/3	35.92	100.00	0.94	33.86	99.23	47.21	0.00	0.00
9/4	35.45	100.00	0.92	32.62	86.60	42.63	0.00	0.00
Total	1382.35			1160.77	2581.51	1198.63	245.43	[0.11]

* ETo data is distributed using polynomial curve fitting.
 * Rainfall data is distributed using polynomial curve fitting.

8/5/2008

Aktual

CropWat 4 Windows Ver 4.3

Irrigation Scheduling Report

* Crop Data:

- Crop # 1 : APEL (Manalagi)
- Block # : 1
- Planting date: 24/4

* Soil Data:

- Soil description : inceptisol
- Initial soil moisture depletion: 50%

* Irrigation Scheduling Criteria:

- Application Timing:
Irrigate at variable intervals (user-defined).
- Applications Depths:
Variable depths (user-defined).
- Start of Scheduling: 24/4

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)	User Adj. (mm)
26/4	80.0	40.0	33.9	33.9	2.4	98.0%	13.3				
1/5	80.0	40.0	30.7	23.1	2.4	100.0%	2.4				
6/5	80.0	40.0	27.5	12.2	2.4	100.0%	2.4				
11/5	80.0	40.0	24.4	12.1	2.4	100.0%	2.4				
16/5	80.0	40.0	21.4	12.1	2.4	100.0%	2.4				
21/5	80.0	40.0	18.5	12.1	2.4	100.0%	2.4				
26/5	80.0	40.0	15.8	12.0	2.4	100.0%	2.4				
31/5	80.0	40.0	13.2	12.0	2.4	100.0%	2.4				
5/6	80.0	40.0	10.7	10.7	2.4	100.0%	3.8				
10/6	80.0	40.0	8.4	8.4	2.4	100.0%	7.4				
15/6	80.0	40.0	6.4	6.4	2.4	100.0%	13.2				
20/6	80.0	40.0	4.5	4.5	2.4	100.0%	20.8				
25/6	80.0	40.0	2.9	2.9	2.5	100.0%	30.1				
30/6	80.0	40.0	1.5	1.5	2.5	100.0%	41.0				
5/7	80.0	40.0	0.3	0.3	1.9	86.4%	51.3				
15/8	80.0	40.0	0.6	0.6	0.2	25.3%	77.6				
20/8	80.0	40.0	1.8	1.8	0.2	6.1%	76.7				
25/8	80.0	40.0	3.2	3.2	0.4	8.9%	74.7				
30/8	80.0	40.0	4.9	4.9	0.6	14.1%	71.7				
4/9	80.0	40.0	6.8	6.8	0.9	21.4%	67.9				
9/9	80.0	40.0	8.9	8.9	1.3	30.7%	63.3				
14/9	80.0	40.0	11.2	11.2	1.7	41.8%	58.1				
19/9	80.0	40.0	13.7	13.7	2.2	54.1%	52.4				
24/9	80.0	40.0	16.3	16.3	2.8	67.4%	46.4				
29/9	80.0	40.0	19.1	19.1	3.2	79.8%	39.8				
4/10	80.0	40.0	22.1	22.1	3.3	91.2%	32.4				
9/10	80.0	40.0	25.1	25.1	3.3	98.8%	23.7				
14/10	80.0	40.0	28.2	28.2	3.4	100.0%	12.5				
19/10	80.0	40.0	31.4	26.4	3.5	100.0%	3.5				
24/10	80.0	40.0	34.6	17.7	3.6	100.0%	3.6				
29/10	80.0	40.0	37.8	18.0	3.6	100.0%	3.6				
3/11	80.0	40.0	41.0	18.4	3.7	100.0%	3.7				
8/11	80.0	40.0	44.3	18.7	3.8	100.0%	3.8				
13/11	80.0	40.0	47.4	19.0	3.8	100.0%	3.8				
18/11	80.0	40.0	50.5	19.2	3.9	100.0%	3.9				
23/11	80.0	40.0	53.5	19.5	3.9	100.0%	3.9				
28/11	80.0	40.0	56.4	19.7	4.0	100.0%	4.0				
3/12	80.0	40.0	59.1	19.9	4.0	100.0%	4.0				
8/12	80.0	40.0	61.7	20.1	4.0	100.0%	4.0				
13/12	80.0	40.0	64.1	20.2	4.1	100.0%	4.1				

18/12	80.0	40.0	66.4	20.3	4.1	100.0%	4.1	
23/12	80.0	40.0	68.4	20.3	4.0	100.0%	4.0	
28/12	80.0	40.0	56.0	20.1	4.0	100.0%	4.0	
1/1	80.0	40.0	75.4	15.9	3.8	100.0%	3.8	
6/1	80.0	40.0	75.9	19.2	3.8	100.0%	3.8	
11/1	80.0	40.0	76.2	19.2	3.8	100.0%	3.8	
16/1	80.0	40.0	76.3	19.3	3.9	100.0%	3.9	
21/1	80.0	40.0	76.2	19.3	3.9	100.0%	3.9	
26/1	80.0	40.0	75.8	19.3	3.9	100.0%	3.9	
31/1	80.0	40.0	75.2	19.2	3.8	100.0%	3.8	
5/2	80.0	40.0	74.3	19.2	3.8	100.0%	3.8	
10/2	80.0	40.0	73.1	19.2	3.8	100.0%	3.8	
15/2	80.0	40.0	71.7	19.1	3.8	100.0%	3.8	
20/2	80.0	40.0	70.1	19.0	3.8	100.0%	3.8	
25/2	80.0	40.0	68.2	18.9	3.8	100.0%	3.8	
2/3	80.0	40.0	66.1	18.8	3.8	100.0%	3.8	
7/3	80.0	40.0	63.8	18.7	3.7	100.0%	3.7	
12/3	80.0	40.0	61.3	18.6	3.7	100.0%	3.7	
17/3	80.0	40.0	58.7	18.3	3.6	100.0%	3.6	
22/3	80.0	40.0	55.9	17.9	3.5	100.0%	3.5	
27/3	80.0	40.0	53.0	17.6	3.5	100.0%	3.5	
1/4	80.0	40.0	49.9	17.3	3.4	100.0%	3.4	
6/4	80.0	40.0	46.8	17.0	3.4	100.0%	3.4	
11/4	80.0	40.0	43.6	16.6	3.3	100.0%	3.3	
16/4	80.0	40.0	40.4	16.3	3.2	100.0%	3.2	

Total		2582.8	1027.3	997.0	85.9%	0.0	0.0	0.0

* Yield Reduction:

- Estimated yield reduction in growth stage # 1 = 43.5%
- Estimated yield reduction in growth stage # 2 = 7.1%
- Estimated yield reduction in growth stage # 3 = 0.0%
- Estimated yield reduction in growth stage # 4 = 0.0%
- Estimated total yield reduction = 15.5%

* These estimates may be used as guidelines and not as actual figures.

* Legend:

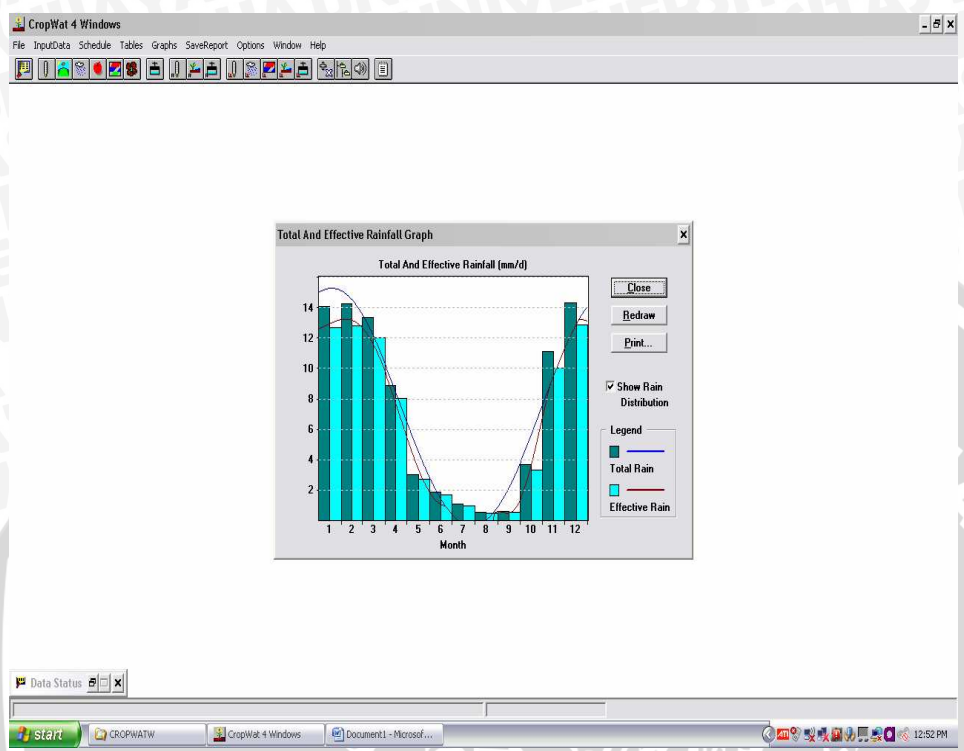
TAM = Total Available Moisture = (FC% - WP%)* Root Depth [mm].
 RAM = Readily Available Moisture = TAM * P [mm].
 SMD = Soil Moisture Deficit [mm].

* Notes:

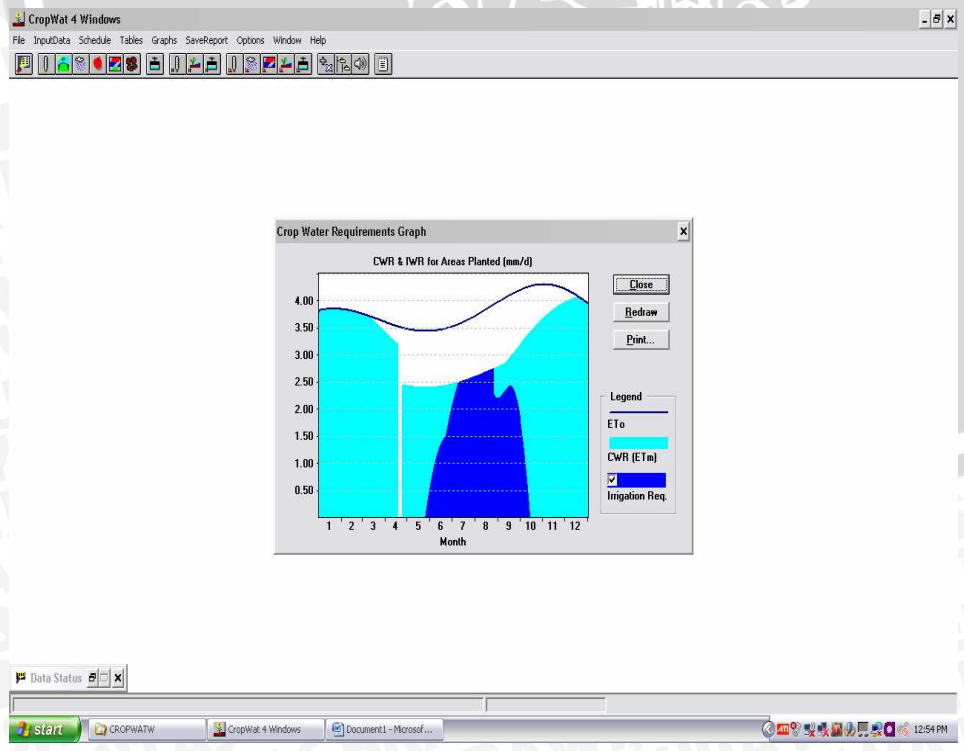
Monthly ETo is distributed using polynomial curve fitting.
 Monthly Rainfall is distributed using polynomial curve fitting.
 To generate rainfall events, each 5 days of distributed rainfall are accumulated as one storm.
 Only NET irrigation requirements are given here. No any kind of losses was taken into account in the calculations.

OUTPUT GRAPH

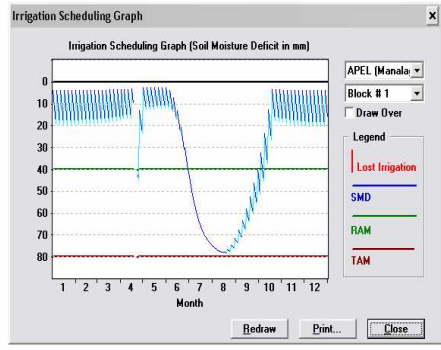
Climate Graph



CWR Graph



Scedhule Graph



Lampiran 8. Deskripsi dan Klasifikasi Tanah Poncokusumo**Deskripsi dan Klasifikasi Tanah**

Seri	: Poncokusumo	Nomor Lapangan:01
Nomor observasi	: 01	
Nama lokasi	: Desa Poncokusumo, Kec.Poncokusumo Malang, Jawa Timur	
Jenis pengamatan	: Minipit	
Ketinggian	: 800 m dpl metode altimeter	
Vegetasi dan penggunaan lahan	: Apel	
Kenampakan vegetasi	: Agak Baik (apel)	
Bahan induk	: vulkanik	
Fisiografis Landform	: Lower plains (lereng bawah)	
Lereng	: 3-8 %, lurus (Kelas lereng mikro)	
Panjang lereng	: 20 m	
Posisi	: lereng tengah	
Mikrorelief	: Terraced (man-made)	
Erosi	: ringan sampai sedang	
Drainase	: baik sampai sangat baik	
Permeabilitas	: sedang	
Air tanah	: dalam	
Keadaan batuan	: sedikit di permukaan	
Kedalaman efektif	: 80 cm	
Dideskripsi oleh	: Team Poncokusumo	
Tanggal	: 05 Mei 2008	



0-20 cm	Horizon Ap kedalaman 0-20 cm; 10 YR 3/3; lempung berpasir; granuler, gembur (lembab), agak lekat dan agak plastis (basah); pori meso banyak, makro sedikit; akar sedang banyak, akar kasar sedikit; batas baur.
20-47 cm	Horizon Bw1 kedalaman 20-47 cm; 10 YR 2/2; lempung berdebu; granuler, gembur (lembab), agak lekat dan agak plastis (basah); pori meso banyak, makro sedikit; akar sedang banyak,akar kasar sedikit; batas baur.
47-105 cm	Horizon Bw2 kedalaman 47-105 cm; 10 YR 2/2; lempung; gumpal membulat; gembur (lembab), agak lekat dan agak plastis (basah), pori mikro banyak; akar halus sedikit, batas baur.

- Rejim kelembaban : Udik
- Rejim suhu : Isohipertermik(Suhu tanah diperkirakan $\geq 22^{\circ}$ dengan perbedaan suhu antara musim panas dan musim hujan tidak lebih dari 5°)
- Epipedon : Umbrik
- Endopedon : Kambik
- Ordo : Inceptisol
- Sub ordo : Udepts
- Grup : Dystrudepts
- Great grup : Andic Dystrudepts



Foto 1 Landuse Apel AnOrganik