

**PENENTUAN KALENDER TANAM PADA LAHAN KERING DI
KECAMATAN KENDURUAN, TUBAN DENGAN MODEL
*CROPWAT for WINDOWS***

Oleh :
LUKDATUL WARDAH



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG
2011**



*Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua Orang tua tercinta, Adikku
serta Orang² yang sayang sama aku.*

RINGKASAN

Lukdatul Wardah – 0610433002. **Penentuan Kalender Tanam pada Lahan Kering di Kecamatan Kenduruan, Tuban dengan Model *CropWat for Windows***. Di bawah bimbingan Sugeng Priyono dan Zaenal Kusuma.

Lahan kering di Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar untuk pembangunan pertanian, namun produktivitas umumnya rendah. Pengelolaan tanaman di lahan kering umumnya terkendala oleh ketersediaan air. Sebab ketersediaan air di lahan tersebut hanya berasal dari air hujan. Ketersediaan air di lahan kering umumnya dipengaruhi oleh curah hujan dan kemampuan tanah menahan air. Peluang untuk meningkatkan produksi tanaman pada pertanian tadah hujan ditekankan bagaimana memaksimalkan produksi per unit air. Besarnya air tanah yang dapat diserap oleh tanaman sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman. *Cropwat* adalah program komputer yang menggunakan model FAO Penman-Monteith dalam perhitungan Eto, dan dapat menghitung kebutuhan air tanaman (Etm) serta kebutuhan irigasi (Smith,1992). Program ini dapat dikembangkan untuk penjadwalan irigasi dalam berbagai kondisi manajemen dan kondisi ketersediaan air, mengevaluasi produksi tanaman di lahan kering, dampak kekeringan, serta efisiensi praktek irigasi. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi tingkat ketersediaan air pada lahan kering dengan menggunakan metode *Cropwat for Windows*, menghitung kebutuhan air tanaman pada setiap pola tanam dilokasi Kecamatan Kenduruan, Tuban dengan menggunakan model *Cropwat for Windows*, serta menentukan kalender tanam yang tepat berdasar neraca lengas tanah.

Penelitian dilakukan bulan September hingga November 2010 dalam dua tahap: pengambilan sampel tanah di lapang dan analisis di laboratorium. Tempat penelitiannya di Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban. Perlakuan pola tanamnya adalah T1 (Padi-Jagung-Kacang Tanah), T2 (Padi-Jagung-Jagung), T3 (Cassava). Dengan waktu tanam W1 (sesuai tanggal tanam di lapangan), W2 (tanggal tanam mundur 5 hari), dan W3 (tanggal tanam mundur 10 hari).

Hasil penelitian menunjukkan penundaan tanggal tanam akan memberikan resiko reduksi produksi karena ketersediaan air dalam tanah tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman. Ditunjukkan pada tanaman jagung (MK 1) W3 sebesar 13.3%, pada tanaman kacang tanah (MK 2) W3 sebesar 62.0%, pada tanaman jagung (MK 2) W3 sebesar 98.3%, dan pada tanaman cassava W3 sebesar 47.2%. Tingkat kebutuhan air tanaman terbesar terdapat pada pola tanam padi-jagung-jagung sebesar 1607.4 mm, sedang untuk pola tanam padi-jagung-kacang tanah sebesar 1566.9 mm, dan cassava sebesar 1428.8 mm. Waktu tanam yang baik untuk Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban berdasarkan metode *CropWat for Windows* adalah waktu tanam pada W1 (Padi, Jagung, Kacang Tanah, Cassava) karena mampu menghasilkan produksi yang lebih besar dibandingkan dengan waktu tanam W2 dan W3. Sedangkan pada pola tanamnya lebih baik menggunakan pola tanam padi-jagung-kacang tanah.

SUMMARY

Lukdatul Wardah – 0610433002. **The Determination of Cropping Calender on Dry-Land at Kenduruan, Subdistrict Tuban Regency with *CropWat* for *Windows* Model.** Supervisor: Sugeng Prijono and Co-Supervisor: Zaenal Kusuma.

Dry land in Indonesia has huge potential for agricultural development, but productivity is generally low. Management of crops on dry land are generally constrained by water availability. Because the availability of water on the land only from rain water. Water availability in drylands is generally influenced by rainfall and the soil's ability to hold water. Opportunities to increase crop production in rainfed agriculture are emphasized how to maximize production per unit of water. The amount of groundwater that can be absorbed by plants is very influential on crop production. Cropwat is a computer program that uses the FAO Penman-Monteith model in the calculation of Eto, and can calculate the crop water needs (ETM) as well as the need for irrigation (Smith, 1992). This program can be developed for irrigation scheduling in a variety of management conditions and water availability conditions, to evaluate crop production in dry land, the impact of drought, as well as the efficiency of irrigation practices. The purpose of this study to evaluate the level of water availability in drylands using Cropwat for Windows, calculate crop water needs at any District location Kenduruan cropping pattern, Tuban using Cropwat model for Windows, and determine the proper planting calendar based on soil moisture balance.

The study was conducted September to November 2010 in two stages: in the field soil sampling and analysis in the laboratory. Places research in District Kenduruan, Tuban. Cropping pattern is the T1 treatment (Rice-Corn-Peanut), T2 (Rice-Corn-Corn), T3 (Cassava). By planting time W1 (according to date of planting in the field), W2 (planting date back 5 days), and W3 (planting date back 10 days).

The results showed a delay planting date will provide risk reduction in production due to water availability in the soil is not able to meet the water needs of plants. Shown in maize (MK 1) W3 by 13.3%, the peanut plants (MK 2) W3 by 62.0%, on maize (MK 2) of 98.3% W3, and W3 on cassava plants by 47.2%. Levels of crop water needs are greatest in the cropping pattern of rice-corn-corn of 1607.4 mm, while for rice cropping pattern of maize-peanut-of 1566.9 mm and 1428.8 mm for cassava. Planting time is good for the District Kenduruan, Tuban based method CropWat for Windows is the planting time on W1 (Rice, Maize, Peanut, Cassava) because it can result in greater production than the time of planting W2 and W3. While in the cropping pattern is better to use the cropping pattern of rice-corn-peanut.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” **Penentuan Kalender Tanam Pada Lahan Kering Di Kecamatan Kenduruan, Tuban Dengan Model *CropWat for Windows*** “. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Sugeng Prijono, MS, Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun proposal penelitian ini hingga selesai.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Brawijaya Malang.
3. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
4. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan dan informasi yang diberikan.
5. Yang tercinta orang tua dan adikku yang telah memberikan dukungan baik materiil maupun moril hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh kakak- adik seperjuangan di Tanah, terutama Soiler 2006, terima kasih atas dukungan, perhatian, bantuan, serta kenangan indah selama ini, serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas terselesaikan proposal penelitian ini.

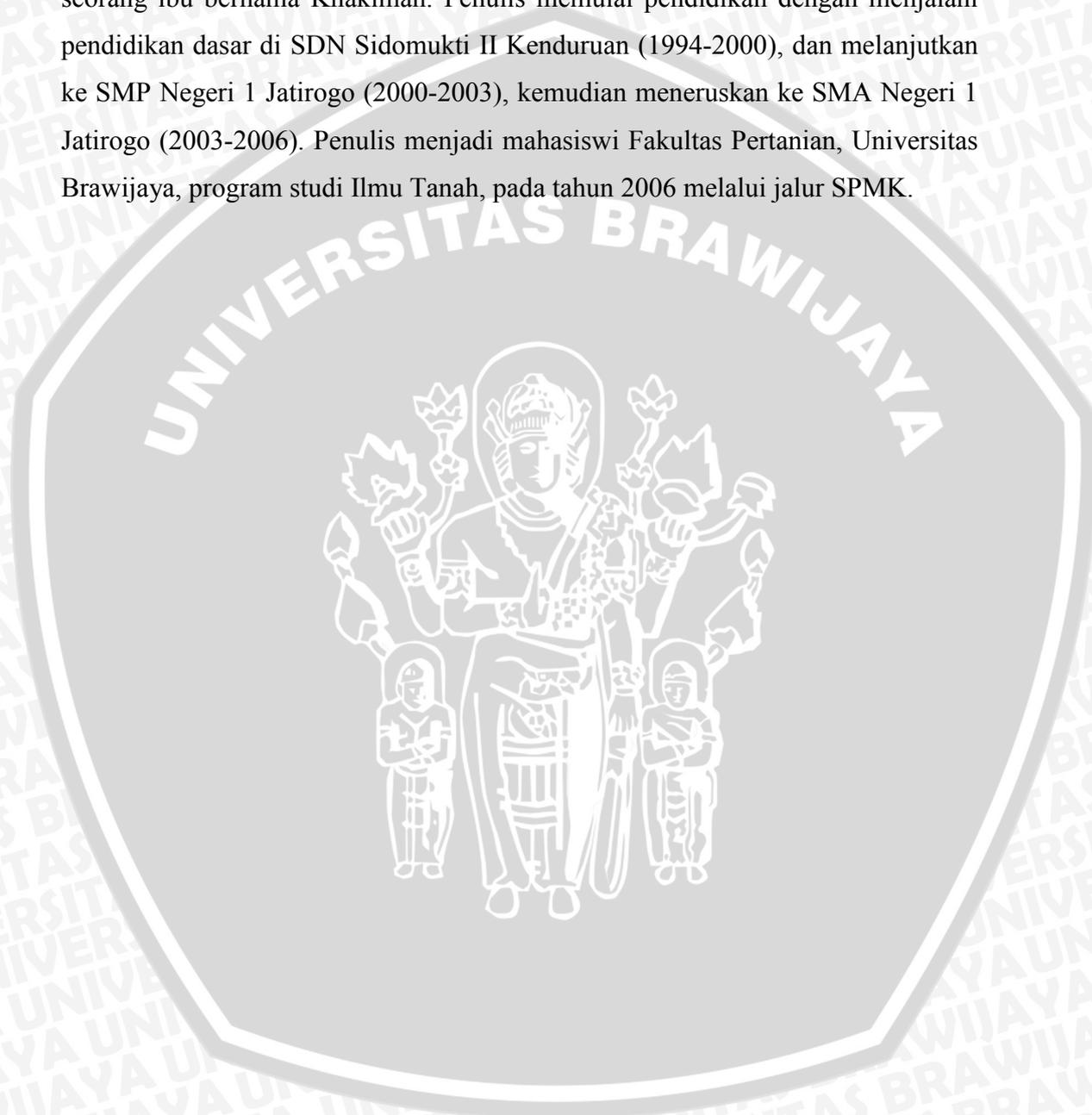
Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai upaya untuk lebih optimal dalam melakukan penelitian.

Malang, Juli 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tuban, pada tanggal 07 Oktober 1988 dan merupakan putri pertama dari 2 bersaudara dengan seorang ayah yang bernama Tamami dan seorang ibu bernama Khakimah. Penulis memulai pendidikan dengan menjalani pendidikan dasar di SDN Sidomukti II Kenduruan (1994-2000), dan melanjutkan ke SMP Negeri 1 Jatirogo (2000-2003), kemudian meneruskan ke SMA Negeri 1 Jatirogo (2003-2006). Penulis menjadi mahasiswi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, program studi Ilmu Tanah, pada tahun 2006 melalui jalur SPMK.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lahan Kering.....	4
2.2 Konsep Air Tersedia	5
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Air Tersedia dalam Tanah	6
2.4 Lengas Tanah	7
2.4.1 Pengertian Lengas Tanah.....	7
2.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Simpanan Lengas Tanah	8
2.5 Kebutuhan Air Tanaman.....	12
2.5.1 Syarat Tumbuh Tanaman Padi.....	12
2.5.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung	13
2.5.3 Syarat Tumbuh Tanaman Ketela Pohon	14
2.5.4 Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah.....	14
2.6 Data-data yang Digunakan Dalam Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman (CWR).....	15
2.7 Sejarah dan Metodologi <i>CropWat for Windows</i>	16
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18

3.3 Tahapan Penelitian	19
3.3.1 Tahapan Persiapan atau Pra-survei	19
3.3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian atau Survei Utama	20
3.4 Proses Evaluasi dengan <i>CropWat for Windows</i>	20
3.5 Interpretasi Data dan Penulisan Laporan	24
3.6 Metode Pengambilan Contoh Tanah	28
3.7 Analisis Laboratorium	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Umum Wilayah	30
4.1.1 Kondisi Iklim	30
4.1.2 Neraca Air Wilayah (Thornthwaite – Mather)	32
4.1.3 Karakteristik Tanah	33
4.2 Evaluasi Kebutuhan Air Tanaman	36
4.2.1 Pola Tanam : Padi – Jagung – Kacang Tanah (T1)	36
4.2.2 Pola Tanam : Padi – Jagung – Jagung (T2)	38
4.2.3 Pola Tanam : Cassava (T3)	39
4.3 Neraca Air di Mintakat Perakaran	40
4.3.1 Pola Tanam : Padi – Jagung – Kacang Tanah (T1)	40
4.3.2 Pola Tanam : Padi - Jagung – Jagung (T2)	46
4.3.3 Pola Tanam : Cassava (T3)	51
4.4 Rekomendasi Jadwal Tanam dari Hasil <i>CropWat for Windows</i>	54
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian.....	19
Tabel 2. Skenario Pola Tanam	21
Tabel 3. Waktu Tanam dan Tanggal Tanam.....	21
Tabel 4. Pertumbuhan Tanaman Padi yang Diperlukan dan Indikatornya	22
Tabel 5. Pertumbuhan Tanaman Jagung yang Diperlukan dan Indikatornya	22
Tabel 6. Pertumbuhan Tanaman Kacang tanah yang Diperlukan dan Indikatornya	23
Tabel 7. Pertumbuhan Tanaman Cassava yang Diperlukan dan Indikatornya	23
Tabel 8. Parameter Pengamatan dan Metode Analisis.....	29
Tabel 9. Nilai Curah Hujan dan Evapotranspirasi (ET _o) Bulanan 10 Tahun (2000-2009)	30
Tabel 10. Hasil Neraca Air Wilayah (Thornthwaite – Mather)	32
Tabel 11. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Padi – Jagung – Kacang Tanah	36
Tabel 12. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Padi – Jagung – Jagung	38
Tabel 13. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Cassava.....	39
Tabel 14. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Padi – Jagung – Kacang Tanah.....	40
Tabel 15. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Padi – Jagung – Jagung.....	46
Tabel 16. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Cassava	51
Tabel 17. Kalender Tanam Paling Awal (Dasarian–1 Oktober).....	54

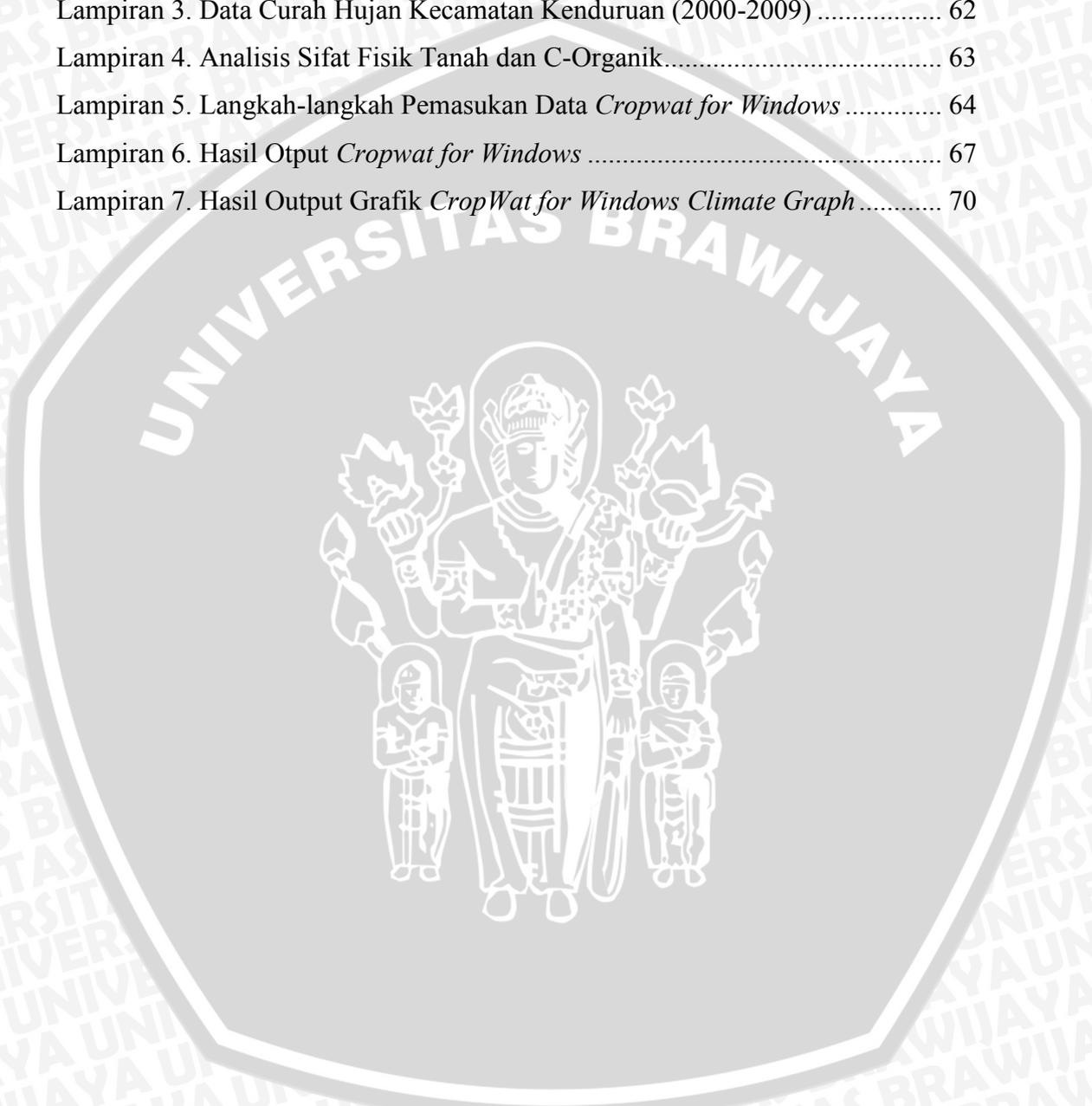
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Segitiga Tekstur	9
Gambar 2. Alur Kerja Model Pengelolaan Irigasi CROPWAT	25
Gambar 3. Curah Hujan Rata-rata Kecamatan Kenduruan Tahun 2000-2009	31
Gambar 4. ETo Rata-rata Bulanan	31
Gambar 5. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Padi pada W1, W2, dan W3	42
Gambar 6. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Jagung pada W1, W2, dan W3	43
Gambar 7. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Kacang Tanah pada W1, W2, dan W3	45
Gambar 8. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Padi pada W1, W2, dan W3	48
Gambar 9. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Jagung (MK1) pada W1, W2, dan W3	49
Gambar 10. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Jagung (MK2) pada W1, W2, dan W3	51
Gambar 11. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan <i>CropWat for Windows</i> untuk Tanaman Cassava pada W1, W2, dan W3	53



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta Landuse Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban	60
Lampiran 2. Peta Jenis Tanah Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban	61
Lampiran 3. Data Curah Hujan Kecamatan Kenduruan (2000-2009)	62
Lampiran 4. Analisis Sifat Fisik Tanah dan C-Organik.....	63
Lampiran 5. Langkah-langkah Pemasukan Data <i>Cropwat for Windows</i>	64
Lampiran 6. Hasil Otput <i>Cropwat for Windows</i>	67
Lampiran 7. Hasil Output Grafik <i>CropWat for Windows Climate Graph</i>	70



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lahan kering di Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar untuk pembangunan pertanian. Namun, produktivitas umumnya rendah, kecuali sistem pertanian lahan kering dengan tanaman tahunan atau perkebunan. Pada usaha tani lahan kering dengan tanaman pangan semusim, produktivitas relatif rendah.

Pengelolaan lahan kering dihadapkan pada masalah mudahnya lahan terdegradasi akibat kurangnya perlindungan dari terpaan radiasi matahari dan butiran air hujan. Radiasi matahari yang mengenai permukaan tanah akan meningkatkan laju oksidasi bahan organik, yang akan meningkatkan kehilangan unsur hara dan bahan organik, sehingga keberlanjutan proses produksi tanaman akan mengalami hambatan. Pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan dapat menyebabkan kerusakan tanah dan semakin merosotnya produktivitas tanah.

Luas lahan kering di Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban khususnya yang berupa tegalan tercatat sebesar 2.638,8 Ha. Pengelolaan tanaman di lahan kering umumnya terkendala oleh ketersediaan air. Sebab ketersediaan air di lahan tersebut hanya berasal dari air hujan. Sebagian besar lahan sawah tadah hujan terletak pada daerah dengan rata-rata curah hujan kurang dari 1.500 mm/tahun dan hujan terkonsentrasi selama 3-4 bulan. Ekosistem lahan sawah tadah hujan beragam, antara lain disebabkan oleh adanya perbedaan ketersediaan air, intensitas curah hujan rendah dan distribusi hujan yang tidak merata menjadi masalah utama pada lahan tersebut. Pada musim hujan air berlimpah sedang pada musim kemarau air menjadi sangat langka.

Ketersediaan air di lahan kering umumnya dipengaruhi oleh curah hujan dan kemampuan tanah menahan air. Peluang untuk meningkatkan produksi tanaman pada pertanian tadah hujan ditekankan bagaimana memaksimalkan produksi per unit air. Terdapat hubungan antara kebutuhan air tanaman dan hasil (Al-Jamal *et al.* 1999 dan Rockstron, 2001).

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.

Cropwat adalah program komputer yang menggunakan model FAO Penman-Monteith dalam perhitungan Eto, dan dapat menghitung kebutuhan air tanaman (Etm) serta kebutuhan irigasi (Smith,1992). Program ini dapat dikembangkan untuk penjadwalan irigasi dalam berbagai kondisi manajemen dan kondisi ketersediaan air, mengevaluasi produksi tanaman di lahan kering, dampak kekeringan, serta efisiensi praktek irigasi.

Dengan mengevaluasi ketersediaan air lahan kering di Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban dalam satu periode tanam dengan pendekatan model *CropWat for Windows* diharapkan dapat mengetahui kebutuhan air tanaman pada setiap pola tanam. Sehingga studi ini dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air yang diharapkan dapat mampu mencukupi kebutuhan air bagi tanaman untuk dapat mampu meningkatkan hasil produksinya.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan di Kecamatan Kenduruan, Tuban ini memiliki tujuan :

- Mengevaluasi tingkat ketersediaan air pada lahan kering dengan menggunakan metode *Cropwat for Windows*.
- Menghitung kebutuhan air tanaman pada setiap pola tanam dilokasi Kecamatan Kenduruan, Tuban dengan menggunakan model *Cropwat for Windows*.
- Menentukan kalender tanam yang tepat berdasar neraca lengas tanah.

1.3 Hipotesis

- Neraca lengas tanah lahan kering di Kenduruan dapat dievaluasi dengan model *Cropwat for Windows*.
- Perbedaan pola tanam membutuhkan air yang berbeda.
- Penentuan kalender tanam dapat didasarkan pada ketersediaan lengas tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang besarnya jumlah ketersediaan air pada lahan kering pada berbagai kedalaman dan bermanfaat sebagai acuan dalam pengolahan air pada lahan kering, serta sebagai acuan pengelolaan lahan kering yang berkelanjutan di Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan Kering

Lahan kering adalah suatu hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu (Kurnia *et al*, 2004). Lahan kering adalah hamparan lahan yang didayagunakan tanpa penggenangan air, baik secara permanen maupun musiman dengan sumber air berupa hujan atau air irigasi (Suwardji, 2003). Sedangkan definisi dari konvensi internasional PBB mengenai lahan kering adalah lahan yang menerima curah hujan tahunan kurang dari duapertiga dari evaporasi potensial, dimana produksi tanamannya dibatasi oleh ketersediaan air.

Untuk menghilangkan kerancuan penggunaan istilah lahan kering dan pertanian lahan kering, perlu dibedakan pengertian kering:

1. Keadaan iklim yang kering dalam istilah bahasa Inggris arid land menurut salah satu takrifnya:
 - Daerah dengan curah hujan tahunan kurang dari 250 mm (USA)
 - Daerah yang jumlah hujannya tidak mencukupi untuk menghidupi vegetasi sedikitpun
 - Daerah yang jumlah hujannya tidak mencukupi untuk memapankan pertanian tanpa irigasi
 - Daerah dengan jumlah evaporasi potensial melebihi jumlah curahan aktual (Monkhouse and Small, 1978).
2. Keadaan lahan yang berkaitan dengan pengatusan alamiah lancer (bukan rawa, dataran banjir, lahan dengan air tanah dangkal dan lahan basah alamiah lain).
3. Lahan pertanian yang diusahakan tanpa penggenangan.

Lahan kering merupakan salah satu ekosistem sumber daya lahan yang mempunyai potensi besar untuk pembangunan. Mengingat potensinya yang besar, maka pengembangan lahan kering perlu didorong dan ditingkatkan. Mengembangkan pertanian lahan kering dataran rendah saat ini dan yang akan datang merupakan pilihan strategis dalam menghadapi tantangan peningkatan

produksi pertanian untuk informasi awal menempati lahan tanpa kendala atau hambatan, lahan dengan kesuburan tanah rendah, lahan dengan tanah retak-retak, lahan dengan tanah dangkal dan lahan perbukitan (Hidayat dan Mulyani, 2002).

Tipologi lahan ini dapat dijumpai dari dataran rendah (0-700 m dpl) hingga dataran tinggi (> 700 m dpl). Dari pengertian diatas, maka jenis penggunaan lahan yang termasuk dalam kelompok lahan kering mencakup: lahan tadah hujan, tegalan, ladang, kebun campuran, perkebunan, hutan, semak, padang rumput, dan padang alang-alang (Tejoyuwono, 1997). Tegalan adalah usahatani lahan kering dengan tanaman semusim. Pada umumnya pola penggunaan tegalan dimasukkan pada daerah-daerah yang tidak mendapat pengairan secara teratur atau sumber air tergantung pada curah hujan. Kelompok penggunaan ini terpecah-pecah di daerah berombak sampai daerah berbukit. Lahan kering di Indonesia meliputi luas lebih dari 140 juta ha (Hidayat dan Mulyani, 2002). Menurut BPS (2001), sekitar 56 juta ha lahan kering di Indonesia (di luar Maluku dan Papua) sudah digunakan untuk pertanian. Di lihat dari luasan, lahan kering merupakan sumberdaya lahan yang mempunyai potensi besar untuk menunjang pembangunan pertanian di Indonesia.

Kendala utama yang terjadi pada lahan kering adalah tingkat produktivitasnya yang rendah, dicirikan oleh reaksi tanah masam, miskin hara, bahan organik rendah, kandungan besi, mangan dan aluminium tinggi melebihi batas toleransi tanaman serta peka erosi (Hidayat, A. dan Mulyani, 2002). Masalah fisik lahan kering banyak yang telah rusak atau mempunyai potensi yang cukup besar untuk menjadi rusak. Kekurangan air pada saat musim kemarau, kahat unsur hara serta keadaan tanah yang peka terhadap erosi merupakan kendala lingkungan yang paling dominan di kawasan lahan kering.

2.2 Konsep Air Tersedia

Menurut Suharto (2006), lengas tanah merupakan air tanah yang mengisi bagian pori-pori antara zarah-zarah (partikel) padat tanah. Status air tanah disuatu tempat selalu berbeda dengan status air ditempat lain yang mengakibatkan air tanah tersebut akan bergerak dari tempat yang energinya tinggi ke tempat yang

status energinya lebih rendah (Islami dan Utomo, 1995). Titik keseimbangan untuk lengas tanah adalah kapasitas lapangan dan titik layu.

Titik layu (Wilting point) adalah suatu kondisi di mana laju aliran air dalam tanah ke akar menjadi lambat sehingga tidak mampu lagi mengimbangi laju transpirasi normal (Notohadiprawiro *et al.*, 2006).

Untuk mencapai ketersediaan air yang maksimal di dalam tanah dan juga pada proses metabolisme tanaman, tanah dengan tekstur kasar dan porous membutuhkan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah bertekstur halus. Pada tanah dengan tekstur kasar, air lebih banyak bergerak atau hilang kelapisan tanah lebih dalam sebagai air perkolasi, atau hilang melalui evaporasi. Sebaliknya, pada tanah dengan tekstur halus namun struktur tanahnya gumpal atau padat, mungkin tanaman tidak atau kurang mampu menyerap air dengan baik karena penyerapan air oleh tanaman terhambat. Selain itu, pada tanah tersebut, infiltrasi air ke dalam tanah umumnya sangat lambat, sehingga air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah banyak mengalir sebagai aliran permukaan. Kondisi tersebut pada akhirnya dapat mengakibatkan pemakaian air oleh tanaman tidak efisien (Hardjowigeno, 1995).

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Air Tersedia dalam Tanah

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi simpanan lengas tanah yang meliputi curah hujan atau irigasi, kemampuan tanah menahan air, besarnya evapotranspirasi dan tingginya muka air tanah (Islami dan Utomo, 1995).

a. Curah Hujan atau Irigasi

Rachmaini (2004) mengemukakan bahwa iklim sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air tanah. Unsur utama iklim yang sangat mempengaruhi ketersediaan air di lahan adalah curah hujan, lama penyinaran matahari dan keadaan musim sepanjang tahun. Tersedianya air dalam tanah tergantung dari intensitas dan besarnya curah hujan yang diterima oleh suatu lahan. Lamanya penyinaran matahari akan mempengaruhi jumlah air yang diuapkan dari permukaan tanah dan tanaman. Semakin besar jumlah air yang diuapkan, jumlah

air tersedia akan semakin sedikit. Apabila musim kemarau berlangsung lama sepanjang tahun, jumlah air tersedia akan semakin sedikit.

b. Kemampuan Tanah Menahan Air

Kemampuan tanah menahan air biasanya terlihat dari teksturnya, tanah yang mempunyai tekstur kasar mempunyai daya menahan air yang lebih kecil daripada tanah dengan tekstur yang halus. Ketika kemampuan tanah menahan air lebih besar maka dapat mengakibatkan tingginya air tersedia dalam tanah (Hardjowigeno, 1995).

c. Besarnya Evapotranspirasi

Menguapnya air dari permukaan tanah dan tanaman (evapotranspirasi) dapat menyebabkan berubahnya kandungan air tersedia dalam tanah. Semakin besar evapotranspirasi terjadi maka semakin besar air tersedia dalam tanah yang hilang dan sebaliknya semakin kecil evapotranspirasi terjadi maka semakin sedikit air tersedia dalam tanah yang hilang (Islami dan Utomo, 1995).

d. Tingginya Muka Air Tanah

Menurut Sari (2007) muka air tanah yang tinggi dapat menyebabkan kondisi tanah jenuh air yang berarti bahwa semakin tingginya muka air tanah maka dapat menyebabkan ketersediaan air di dalam tanah semakin tinggi.

2.4 Lengas Tanah

2.4.1 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 :

Adsorpsi, molekul air yang ditarik dan beradhesi pada permukaan partikel tanah secara kuat,

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

Gaya kapiler, molekul permukaan air yang ditarik terutama oleh molekul di dalam air dan selaput air dalam tanah dengan demikian di pegang di lapangan oleh gaya tegangan muka.

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 lapangan dikurangi kadar air pada titik layu permanen.

2.4.2 Faktor yang Mempengaruhi Simpanan Lengas Tanah

Simpanan lengas tanah dan keragamannya pada masing-masing penggunaan lahan tergantung pada tekstur, berat isi, berat jenis, ruang pori tanah, lengas tanah, komduktivitas hidraulik jenuh, dan bahan organik :

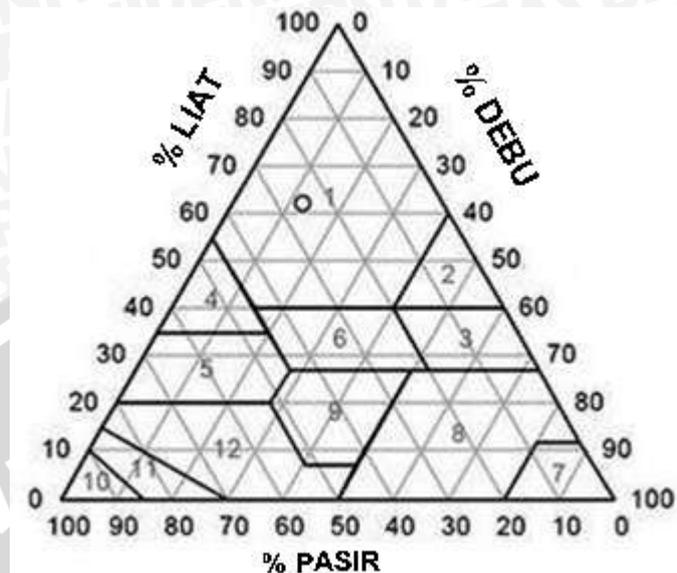
Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif berbagai proporsi partikel di dalam tanah (Buckman dan Brady, 2002). 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 ke dalam kelas-kelas tekstur tanah yaitu : kasar, agak kasar, sedang, agak halus dan halus. Pengkelasan tekstur tanah di tunjukan pada gambar segitiga tekstur (Gambar 1)

Dalam Hardjowigeno (1993), disebutkan pula bahwa tanah-tanah yang bertekstur pasir mempunyai luas permukaan yang kecil sehingga sulit menyerap (menahan) air dan unsur hara. Tanah-tanah yang bertekstur liat mempunyai luas permukaan yang besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi, tanah bertekstur halus lebih aktif dalam reaksi kimia daripada tanah bertekstur kasar. Tekstur tanah menentukan tata air dalam tanah, yaitu berupa infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah (Sarief, 1988).

Secara umum, tekstur tanah berpengaruh terhadap infiltrasi, simpanan lengas tanah, kemudahan dalam pengolahan tanah dan aerasi tanah (Gardiner dan 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.



Gambar 1. Segitiga Tekstur (La, An. 2007)

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 dan 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 dan 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 dan Franzieuebbers, 2003) sehingga lebih kecil kemungkinannya mengalami perkolasi. Semakin kecil perkolasi maka kebutuhan air tanaman akan semakin tercukupi.

Tanah dengan tekstur halus, seperti lempung berdebu, liat dan lempung berliat mempunyai berat isi yang lebih rendah dibanding tanah yang bertekstur pasir (Buckman dan Brady, 2002). Makin padat tanah, makin tinggi berat isi, yang berarti makin sulit meneruskan air (infiltrasi dan perkolasi) atau ditembus akar tanaman (Hardjowigeno, 1993).

Berat isi tanah berpengaruh terhadap nilai konduktivitas hidrolik. Tanah dengan berat isi rendah mencerminkan tanah tersebut adalah ringan dan banyak terdapat rongga udara (ruang pori). Tanah dengan porositas tinggi akan mempercepat konduktivitas hidraulik jenuh tanah. Sebaliknya, tanah yang memiliki berat isi tinggi mencerminkan tanah yang padat dan berat. Tanah yang banyak terdapat pori mikro dapat menghambat pergerakan air dalam tanah sehingga kecepatan konduktivitas hidraulik menjadi lambat.

Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah atau kerapatan jenis tanah merupakan berat dari partikel tanah (Juo dan 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 dan 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 dan Miller, 2004) sehingga kemungkinan air yang ada di dalam tanah juga akan semakin banyak.

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 organik, perakaran tanaman dan pengolahan tanah.

Tanah mempunyai dua macam pori, yaitu pori makro dan pori mikro. Pori makro memudahkan lalu lintas udara dan perkolasi air. Sebaliknya pori mikro sangat menghambat lalu lintas udara. Hasil penelitian Masdiastuning (2003), menunjukkan bahwa jumlah pori makro yang tinggi akan meningkatkan kecepatan pergerakan air pada lapisan tanah. Semakin tinggi jumlah pori makro, maka semakin cepat pergerakan air di dalam profil tanah (Hillel, 1982).

Menurut Gardiner dan Miller (2004) tanah yang mempunyai banyak ruang pori drainase akan mempunyai drainase tanah yang baik. Hal ini dikarenakan

bahwa dengan lebih banyak terdapat pori drainase maka pergerakan air di dalam tanah berjalan dengan lancar.

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 lapangan yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi (Hardjowigeno, 1993). Tanah dengan kapasitas lapangan yang lebih tinggi akan menyebabkan lebih banyak air yang terikat oleh matrik tanah tersebut sehingga lengas tanahnya menjadi tinggi.

Konduktivitas Hidraulik Jenuh

Konduktivitas hidraulik merupakan karakteristik tanah yang menggambarkan kecepatan pergerakan air melalui pori tanah pada kondisi tanah yang jenuh (Juo dan Franzieuebbbers, 2003). Pergerakan air tersebut disebabkan oleh gaya gravitasi.

Menurut Buckman dan Brady (2002), konduktivitas hidraulik jenuh merupakan pergerakan air dalam tanah saat kondisi pori-pori tanah terisi air semua atau tidak ada udara dalam tanah. Konduktivitas hidraulik jenuh dalam tanah dipengaruhi oleh ukuran dan susunan pori. Air akan mudah bergerak masuk ke dalam tanah melalui saluran atau ruang pori sehingga meningkatkan aliran jenuh air.

Konduktivitas hidraulik jenuh yang tinggi akan menjamin pergerakan air dalam tanah untuk semakin cepat daripada tanah yang nilai konduktivitas hidraulik jenuhnya rendah. Tanah dengan konduktivitas hidraulik jenuh tinggi berarti pergerakan air dalam tanah adalah cepat, menyebabkan tanah membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai jenuh.

Bahan Organik

Bahan organik berperan penting untuk menciptakan kesuburan tanah. Peranan bahan organik bagi tanah adalah dalam kaitannya dengan perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisik, biologis, dan sifat kimia tanah. Bahan organik merupakan pembentuk granulasi dalam tanah dan sangat penting dalam pembentukan agregat tanah yang stabil. Bahan organik adalah bahan pemantap

agregat tanah yang tiada taranya. Melalui penambahan bahan organik, tanah yang tadinya berat menjadi berstruktur remah yang relatif lebih ringan. Pergerakan air secara vertikal atau infiltrasi dapat diperbaiki dan tanah dapat menyerap air lebih cepat sehingga aliran permukaan dan erosi diperkecil. Demikian pula dengan aerasi tanah yang menjadi lebih baik karena ruang pori tanah (porositas) bertambah akibat terbentuknya agregat.

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.

Bahan organik dalam tanah juga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air melalui pengikatan molekul air dan pengisian pori-pori mikro tanah akibat agregasi yang lebih baik (Stevenson, 1982). Tanah-tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi akan memiliki kemampuan memegang air yang lebih tinggi dibanding dengan tanah yang memiliki kandungan bahan organik rendah.

2.5 Kebutuhan Air Tanaman

Produksi tanaman dapat optimal apabila jumlah air yang dibutuhkan cukup selama masa pertumbuhannya. Jumlah air yang cukup memenuhi untuk pertumbuhan tanaman sering juga disebut sebagai kebutuhan air tanaman (CWR) (Santosa, 2006). Kebutuhan air setiap tanaman berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, kondisi iklim tempat tumbuh tanaman dan lamanya periode pertumbuhan. Doorenbos dan Kassam (1979) mengemukakan bahwa kebutuhan air tanaman adalah sama dengan evapotranspirasi (ETc). Hal ini berarti bahwa air yang hilang melalui evapotranspirasi harus diganti dengan jumlah air yang sama untuk memenuhi kebutuhan air suatu jenis tanaman.

2.5.1 Syarat Tumbuh Tanaman Padi

Sistem pembudidayaan tanaman padi di Indonesia secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yaitu padi sawah dan padi gogo. Padi gogo adalah

budidaya padi dilahan kering. Sumber air seluruhnya tergantung pada curah hujan. Tanaman padi dapat hidup baik didaerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air. Curah hujan yang baik rata-rata 200 mm per bulan atau lebih, dengan distribusi selama 4 bulan, curah hujan yang dikehendaki per tahun sekitar 1500-2000 mm. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi 23 °C.

Tinggi tempat yang cocok untuk tanaman padi berkisar antara 0-1500 m dpl. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam perbandingan tertentu dengan diperlukan air dalam jumlah yang cukup. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya antara 18 -22 cm dengan pH antara 4 -7 (Purwono dan Purnamawati, 2009).

2.5.2 Syarat Tumbuh Tanaman Jagung

Tanaman jagung tidak memerlukan persyaratan tanah yang khusus. Namun, beberapa persyaratan ideal yang dikehendaki tanaman jagung, diantaranya pH 5,6 – 7,5 dan berdrainase baik. Jenis tanah yang dapat ditanami jagung, antara lain andosol (berasal dari gunung berapi), latosol, grumosol, dan tanah berpasir. Tanah dengan tekstur lempung atau liat (latosol) berdebu merupakan tanah terbaik untuk pertumbuhan jagung. Namun, tanah dengan tekstur berat (grumosol) masih dapat ditanami jagung dengan hasil yang baik, asalkan pengolahan tanahnya tepat. Kemiringan tanah yang optimum untuk tanaman jagung maksimum 8 % karena kemungkinan terjadinya erosi tanah sangat kecil.

Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim sub-tropis atau tropis basah. Oleh karena itu, jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0 – 50° LU hingga 0 - 40° LS. Pada lahan yang tidak beririgasi, pertumbuhan tanaman ini memerlukan curah hujan ideal sekitar 85 – 200 mm/bulan secara merata. Pada fase pembungaan dan pengisian biji, tanaman jagung perlu mendapatkan cukup air. Pertumbuhan tanaman jagung sangat membutuhkan sinar matahari. Tanaman jagung yang ternaungi, pertumbuhannya akan terhambat atau merana. Selain itu biji yang dihasilkan kurang baik, bahkan buahnya tidak dapat terbentuk. Suhu yang dikehendaki tanaman jagung antara 21-34° C. Saat proses

perkecambahan, benih jagung memerlukan suhu yang cocok sekitar 30° C (Purwono dan Purnamawati, 2009).

2.5.3 Syarat Tumbuh Tanaman Ketela Pohon

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman ketela pohon antara 1.500-2000 mm/tahun. Kelembapan udara optimal untuk tanaman ketela pohon antara 60-65 %. Suhu udara minimal bagi tumbuhnya ketela pohon sekitar 10° C. Jika suhunya di bawah 10° C, pertumbuhan tanaman akan sedikit terhambat. Selain itu, tanaman menjadi kerdil karena pertumbuhan bunga yang kurang sempurna. Sinar matahari yang dibutuhkan bagi tanaman ketela pohon sekitar 10 jam/hari, terutama untuk kesuburan daun dan perkembangan umbinya.

Tanah yang paling sesuai untuk ketela pohon adalah tanah yang berstruktur remah, gembur, tidak terlalu liat dan tidak terlalu poros, serta kaya bahan organik. Tanah dengan struktur remah mempunyai tata udara yang baik, unsure hara lebih mudah tersedia, dan mudah diolah. Jenis tanah yang sesuai untuk tanaman ketela pohon adalah jenia alluvial, latosol, grumosol dan andosol.

Derajat kemasaman (pH) tanah yang sesuai untuk budidaya ketela pohon berkisar antara 4,5 – 8,0 dengan pH ideal 5,8. Umumnya tanah di Indonesia ber-pH rendah (asam), yaitu berkisar 4,0 – 8,0 sehingga sering kali dikatakan cukup netral bagi suburnya tanaman ketela pohon.

Ketinggian tempat yang baik dan ideal untuk tanaman ketela pohon antara 10 – 700 m dpl, sedangkan toleransinya antara 10 – 1.500 m dpl. Jenis ketela pohon tertentu dapat ditanam pada ketinggian tempat tertentu untuk dapat tumbuh optimal (Purwono dan Purnamawati, 2009).

2.5.4 Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman kacang tanah antara 800-1.300 mm/tahun. Hujan yang terlalu keras akan mengakibatkan rontok dan bunga tidak terserbuki oleh lebah. Selain itu, hujan yang terus-menerus akan meningkatkan kelembapan di sekitar pertanaman kacang tanah. Suhu udara bagi tanaman kacang tanah tidak terlalu sulit, karena suhu udara minimal bagi tumbuhnya kacang tanah sekitar 28–32 °C. Bila suhunya di bawah 10 °C menyebabkan pertumbuhan tanaman sedikit terhambat, bahkan jadi kerdil dikarenakan pertumbuhan bunga

yang kurang sempurna. Kelembaban udara untuk tanaman kacang tanah berkisar antara 65-75 %. Adanya curah hujan yang tinggi akan meningkatkan kelembaban terlalu tinggi di sekitar pertanaman. Penyinaran sinar matahari secara penuh amat dibutuhkan bagi tanaman kacang tanah, terutama kesuburan daun dan perkembangan besarnya kacang.

Ketinggian tempat yang baik dan ideal untuk tanaman kacang tanah adalah pada ketinggian antara 500 m dpl.

Tanaman Kacang Tanah membutuhkan tanah yang berstruktur ringan, seperti tanah regosol, andosol, latosol dan alluvial. Kacang tanah dapat dibudidayakan di lahan sawah berpengairan, sawah tadah hujan, lahan kering tadah hujan. Hal yang paling penting diperhatikan dalam pemilihan lahan adalah :

- Tanah cukup subur, gembur serta bertekstur ringan.
- Tanah berdrainase dan beraerasi baik.
- pH antara 6,0 -6,5.

Kekurangan air akan menyebabkan tanaman kurus, kerdil, layu dan akhirnya mati. Tanaman kacang tanah tidak menghendaki air yang menggenang. Fase kritis untuk tanaman Kacang Tanah adalah fase perkecambahan, fase pertumbuhan dan fase pengisian polong. Air yang diperlukan tanaman berasal dari mata air atau sumber air yang ada disekitar lokasi penanaman. Tanah berdrainase dan berserasi baik atau lahan yang tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering, baik bagi pertumbuhan kacang tanah (Purwono dan Purnamawati, 2009).

2.6 Data-data yang Digunakan Dalam Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman (CWR)

Dalam pengoperasian program *CropWat for Windows*, data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan kebutuhan air tanaman (CWR) antara lain:

- a) Evapotranspirasi tanaman (ET_o), melalui metode Penman-Monteith.

Dalam *CropWat for Windows*, ET_o diketahui dari memasukkan data iklim bulanan yang mencakup: data suhu, kelembaban tanah, kecepatan angin dan penyinaran matahari. Data-data tersebut dimasukkan ke dalam program dengan menekan InputData, Climate, Enter/Modify atau dari file data tekan InputData, Climate, Retrieve.

b) Pola tanam

Pola tanam yang terdiri dari satu atau lebih nama file dan tanggal tanam. Untuk itu, menggunakan pilihan menu InputData, Crops, CroppingPattern.

c) Data curah hujan bulanan.

Data ini tidak begitu penting (misalnya: banyak area di Mesir tidak terdapat hujan), tetapi tetap digunakan jika terjadi hujan dimusim tanam. Untuk proses ini gunakan InputData, Rainfall.

Sedangkan dalam penentuan jadwal irigasi perlu ditambahkan data-data: informasi tipe tanah. Data tipe tanah ini dimasukkan dengan menggunakan InputData, Soil. Data yang diperlukan adalah tekstur tanah.

d) Kriteria Penjadwalan.

Dalam proses ini harus secara spesifik penjadwalannya (misalnya: 100mm setiap 14 hari, atau irigasi untuk menjenuhi tanah/kapasitas lapangan, dimana semua kelembaban digunakan). Pemasukan data dengan memilih menu *Schedule, Criteria*.

Setelah semua data dimasukkan, *CropWat for Windows* akan menghitung dengan cepat sampai diperoleh hasil akhir (Clarke, 1998).

2.7 Sejarah dan Metodologi *CropWat for Windows*

Cropwat for Windows adalah suatu system untuk membantu dalam pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Land and Water Development Division pada FAO sebagai perencanaan dan manajemen irigasi. *Cropwat for Windows* dimaksudkan sebagai alat praktis dalam menyelesaikan kalkulasi baku untuk acuan evapotranspirasi, kebutuhan air dan kebutuhan irigasi di dalam dunia pertanian (Marica, 2008).

Metode perhitungan banyaknya air irigasi yang butuhkan adalah menggunakan model *Cropwat for Windows* dengan memasukkan data rata-rata temperature ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban, penyinaran matahari, kecepatan angin, serta letak astronomis (bujur dan lintang) dan seterusnya di masukkan data curah hujan (FAO, 1988).

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 dan 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).

CropWat for Windows sangat sensitive untuk iklim dan data pertumbuhan tanaman. Program ini merupakan alat yang mudah untuk membantu perhitungan standar untuk menentukan gambaran dalam mengatur penjadwalan irigasi dan untuk merubah irigasi menjadi baik serta merencanakan penjadwalan irigasi di bawah kondisi ketersediaan air yang bermacam-macam (Priyono, S. 2008).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban. Letak geografis Kecamatan Kenduruan $6^{\circ} 87892'$ – $6^{\circ} 99295'$ LS dan $111^{\circ} 57910'$ – $111^{\circ} 69752'$ BT. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September - November 2010 dengan melaksanakan jenis kegiatan yang sudah ada. Pengambilan sampel tanah yang akan diambil meliputi perbedaan jenis tanah. Analisis data dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika, Kimia, dan P2JP Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Secara umum, alat yang digunakan penelitian tersebut adalah ring contoh, alat untuk mengambil contoh tanah dan survey set. Bahan yang digunakan adalah contoh tanah yang diambil menggunakan ring sampel maupun contoh tanah biasa. Alat dan bahan penelitian disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Jenis Kegiatan	Alat	Bahan
Penentuan titik pengamatan di lapangan	-	Peta administrasi dan peta jenis tanah
Pengambilan contoh tanah	Sekop kecil, pisau lapangan, kantong plastik, kertas label, meteran, ring, sampel, cangkul	Tanah
Analisis laboratorium: Laboratorium fisika	Ayakan, kaleng timbang, timbangan, ring sampel, jangka sorong, oven, penggaris, kantong plastik, kertas label.	Contoh tanah, air.
Analisis data	<i>Notebook</i> , perangkat lunak <i>Microsoft excel</i> dan <i>software CropWat for Windows</i> .	Data analisis laboratorium dan data iklim

3.3 Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: 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, pola tanam, serta data tanah.

Kegiatan lain pada tahap persiapan ini juga dilakukan persiapan *software CropWat for Windows* untuk membantu menghitung evapotranspirasi acuan, kebutuhan air tanaman, 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 PPL Kenduruan selama 10 tahun (2000-2009), dan data klimatologi dari stasiun klimatologi Perak 2 selama 3 tahun (2007-2009), data tanaman, dan data tanah.

Rinciannya sebagai berikut:

- a. Data meteorology, yang meliputi : curah hujan, temperature udara maksimum dan minimum, kelembaban relative, lama penyinaran dan kecepatan angin.
- b. Data tanaman yang terdiri dari koefisien tanaman (yang menyangkut nilai kc), jenis tanaman dan luas areal tanam (0 – 100 % dari luas total areal).
- c. Data tanah, yang meliputi : Pengambilan contoh tanah menggunakan ring besar ditujukan untuk keperluan analisis 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 analisis sifat fisik tanah. Analisis terhadap contoh tanah terganggu meliputi : Analisis 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 :

- Areal tanam

Jenis tanaman pada penelitian ini adalah tanaman Padi, Jagung, Kacang tanah, dan Cassava. Luasan yang akan dievaluasi dalam metode *CropWat for Windows* sebesar 100% areal tanam di daerah Kenduruan, Kabupaten Tuban.

- Skenario pola tanam

Jenis tanaman pada penelitian ini adalah tanaman Padi, Jagung, Kacang Tanah, dan Cassava. Skenario pola tanam yang akan dievaluasi dalam metode *CropWat for Windows* di daerah Kenduruan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skenario Pola Tanam

No	Pola Tanam	Kode
1.	Padi – Jagung – Kacang Tanah	T1
2.	Padi – Jagung – Jagung	T2
3.	Cassava	T3

- Waktu tanam dan tanggal tanam

Waktu tanam dan tanggal tanam yang akan dievaluasi dalam metode *CropWat for Windows* di daerah Kenduruan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Tanam dan Tanggal Tanam

Tanaman	Waktu Tanam	Tanggal Tanam	Panen
Padi	W1	7 Oktober	17 Januari
	W2	12 Oktober	22 Januari
	W3	17 Oktober	27 Januari
Jagung	W1	17 Febuari	6 Juni
	W2	22 Febuari	11 Juni
	W3	27 Febuari	16 Juni
Kacang Tanah	W1	16 Juni	26 September
	W2	21 Juni	1 Oktober
	W3	26 Juni	6 Oktober
Cassava	W1	7 Oktober	1 Oktober
	W2	12 Oktober	6 Oktober
	W3	17 Oktober	11 Oktober



- Data parameter tanaman yang dimasukkan dalam *CropWat for Windows*.

Nilai data parameter tanaman padi yang dimasukkan dalam *CropWat for Windows* meliputi lama fase, koefisien tanaman (Kc), faktor reduksi hasil tanaman (Ky), perakaran, dan depleksi (Tabel 4).

Tabel 4. Pertumbuhan Tanaman Padi yang Diperlukan dan Indikatornya

Tanaman	Indikator	Fase Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Padi	Lama fase (hari)	10	40	50	20	120
	Kc	1.20	>>>	1.33	0.90	
	Ky	1.30	2.00	3.00	0.40	1.70
	Perakaran (m)	0.10	>>>	0.40	0.40	
	Depleksi (p)	0.50	>>>	0.90	0.20	

Nilai data parameter tanaman jagung yang dimasukkan dalam *CropWat for Windows* meliputi lama fase, koefisien tanaman (Kc), faktor reduksi hasil tanaman (Ky), perakaran, dan depleksi (Tabel 5).

Tabel 5. Pertumbuhan Tanaman Jagung yang Diperlukan dan Indikatornya

Tanaman	Indikator	Fase Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Jagung	Lama fase (hari)	17	40	33	15	105
	Kc	0.30	>>>	1.20	0.50	
	Ky	0.40	0.40	1.30	0.50	1.25
	Perakaran (m)	0.30	>>>	0.60	0.60	
	Depleksi (p)	0.50	>>>	0.50	0.80	

Nilai data parameter tanaman kacang tanah yang dimasukkan dalam *CropWat for Windows* meliputi lama fase, koefisien tanaman (Kc), faktor reduksi hasil tanaman (Ky), perakaran, dan depleksi (Tabel 6).

Tabel 6. Pertumbuhan Tanaman Kacang tanah yang Diperlukan dan Indikatornya

Tanaman	Indikator	Fase Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Kacang tanah	Lama fase (hari)	25	35	45	35	140
	Kc	0.40	>>>	1.15	0.60	
	Ky	0.40	0.60	0.80	0.40	0.70
	Perakaran (m)	0.10	>>>	0.30	0.30	
	Depleksi (p)	0.45	>>>	0.45	0.50	

Nilai data parameter tanaman cassava yang dimasukkan dalam *CropWat for Windows* meliputi lama fase, koefisien tanaman (Kc), faktor reduksi hasil tanaman (Ky), perakaran, dan depleksi (Tabel 7).

Tabel 7. Pertumbuhan Tanaman Cassava yang Diperlukan dan Indikatornya

Tanaman	Indikator	Fase Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Cassava	Lama fase (hari)	50	90	155	65	360
	Kc	0.30	>>>	1.10	0.50	
	Ky	0.45	0.80	0.70	0.20	1.10
	Perakaran (m)	0.30	>>>	0.40	0.40	
	Depleksi (p)	0.20	>>>	0.20	0.20	

3.5 Interpretasi Data dan Penulisan Laporan

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

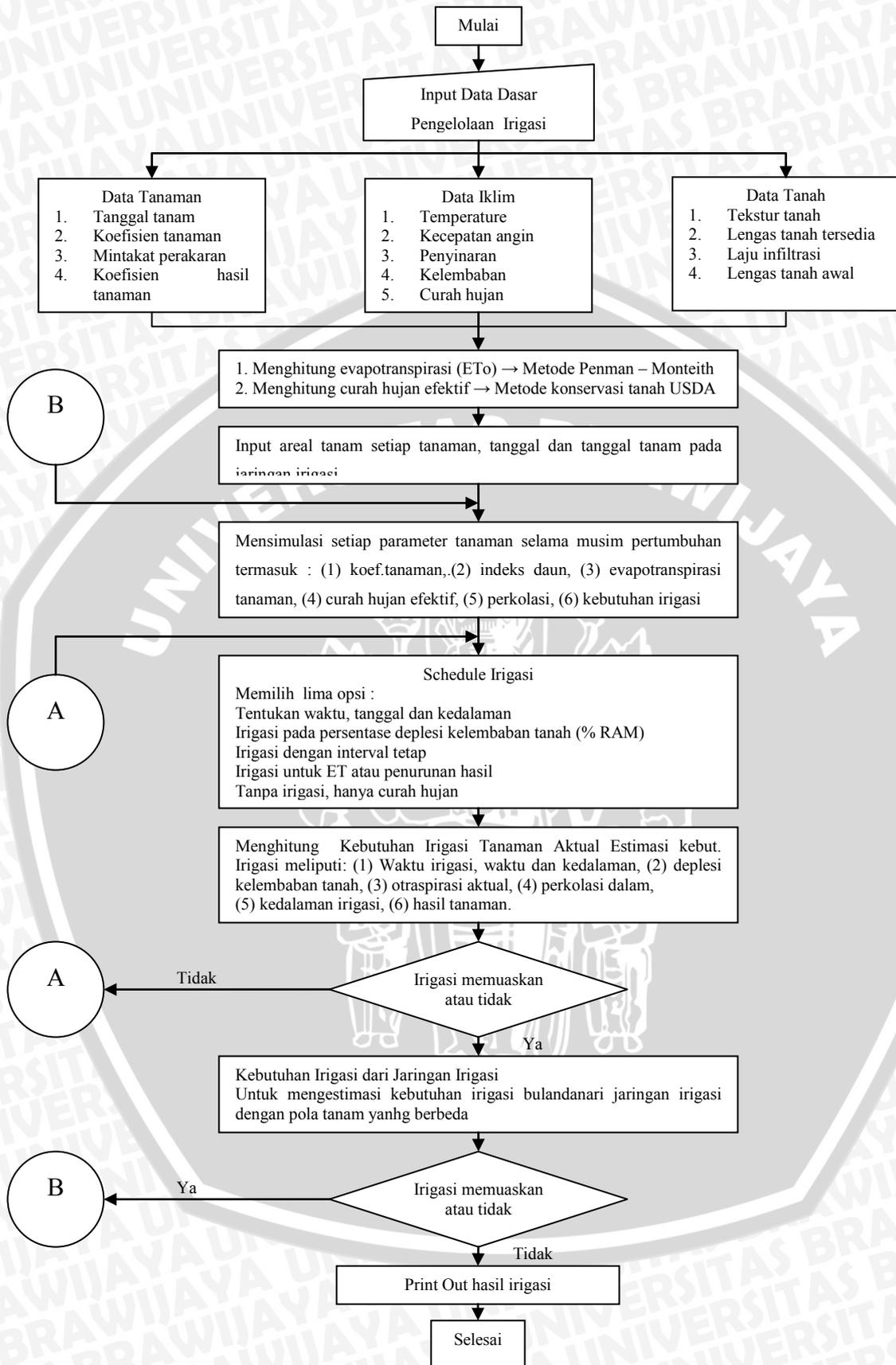
Neraca air, meliputi : evapotranspirasi tanaman, dan hujan efektif.

Kebutuhan air tanaman (CWR) dan

Penurunan produksi

Gambar (2). menunjukkan bahwa dalam perhitungan ini diperlukan input data meliputi : penutupan tanaman, meteorologi dan tanah. Data meteorologi meliputi : (1) temperatur maksimum dan minimum (2) kecepatan angin, (3) lama penyinaran (4) kelembaan relatif, dan (5) curah hujan.





Gambar 2. Alur Kerja Model Pengelolaan Irigasi CROPWAT (dimodifikasi Sheng-Feng *et al.*, 1999)



Gambar 2 menunjukkan bahwa input data meliputi: penutupan tanaman, meteorologi dan tanah. Data meteorologi meliputi: i). temperatur maksimum dan minimum, ii). kecepatan angin, iii). lama penyinaran, iv). kelembaban relatif, v). curah hujan

Evapotranspirasi potensial (ET_o) dihitung dengan persamaan Penman-Monteith. Hujan efektif dihitung dengan menggunakan metode konservasi tanah USDA, yaitu:

$$PE = P_{tot} \times \frac{125 - 0.2P_{tot}}{125} \quad \text{untuk } P_{tot} < 250 \text{ mm}$$

$$PE = 125 + 0.1 \times P_{tot} \quad \text{untuk } P_{tot} > 250 \text{ mm}$$

Dimana: PE: hujan efektif (mm), P_{tot}: hujan total (mm)

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
6. Kebutuhan air tanaman

Model juga dapat mengestimasi jadwal irigasi masing-masing tanaman dengan lima opsi : i). setiap irigasi didefinisikan oleh pelaksana, ii). irigasi di bawah atau diatas titik deplesi tanah (%RAM), iii). irigasi pada interval tetap pada setiap fase, iv). defisit irigasi, dan v). tanpa irigasi.

Kemudian model *CropWat for Windows* mulai mensimulasi neraca air pada lahan. Meliputi : i). lama irigasi, tanggal dan ketebalan irigasi, ii). deplesi lengas tanah, iii). jumlah perkolasi, iv). evapotranspirasi tanaman aktual, dan v). 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 (mm)

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 :

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_{\max}}\right) - K_y \left(1 - \frac{ET_a}{E_{\max}}\right)$$

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

Dimana :

i : fase pertumbuhan tanaman (hari)

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

Ya, Eta : hasil dan evapotranspirasi tanaman aktual (%)

Ymax, Etmx : 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 :

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

Dimana :

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

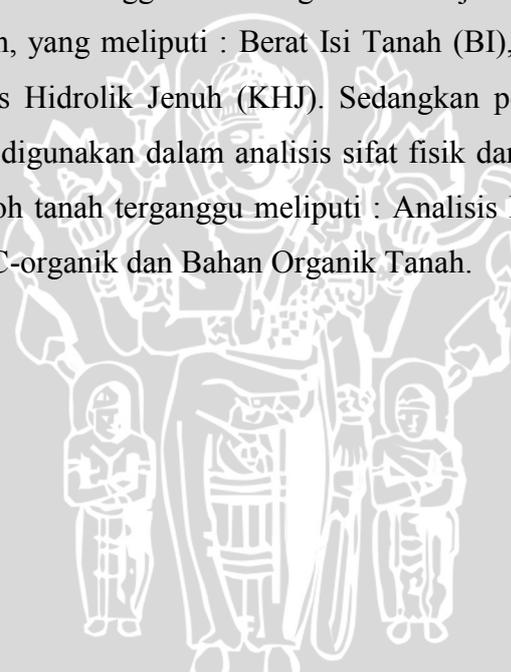
Ep : efisiensi irigasi (≤ 1 , tak terdimensi)

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

- i : indeks tanaman di dalam pola tanam (hari)
Acrop : luasan tanaman (ha)
Ascheme : total luasan areal irigasi (ha)
Etcop : evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
PE : hujan efektif (mm/hari)

3.6 Metode Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah yang diambil dari lapangan berupa contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu. Contoh tanah utuh diambil menggunakan ring besar. Pengambilan contoh tanah menggunakan ring besar ditujukan untuk keperluan analisis 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 analisis sifat fisik dan sifat kimia tanah. Analisis terhadap contoh tanah terganggu meliputi : Analisis Mekanik (Tekstur), Kemantapan Agregat, C-organik dan Bahan Organik Tanah.



3.7 Analisis Laboratorium

Contoh tanah dianalisis di laboratorium sesuai parameter dan jenis analisis. Parameter yang diamati adalah tekstur, berat isi, berat jenis, porositas, c-organik, KHJ, dan kadar air (pF). Parameter pengamatan dan metode analisis tanah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. 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 dan Black
KHJ	Constant Head
pF2 dan pF4.2	Sdan Box dan Plate Pressure

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Wilayah

Daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Kenduruan yang merupakan bagian dari wilayah administrasi Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. Berada pada ketinggian 0 – 500 m dpl dengan luasan wilayah sekitar 8379,3 ha. Kecamatan Kenduruan terdiri dari 9 Desa, Desa terluas adalah Desa Jamprong seluas 1788,4 ha dan tersempit adalah Desa Sidorejo seluas 607 ha.

4.1.1 Kondisi Iklim

Data iklim diperoleh dari BMG Perak Maritim II Surabaya selama kurun waktu 3 tahun (2008 – 2010). Data curah hujan diperoleh dari stasiun Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban selama kurun waktu 10 tahun (2000-2009). Nilai curah hujan dan evapotranspirasi (ET_o) bulanan 10 tahun (2000-2009) disajikan pada Tabel 9.

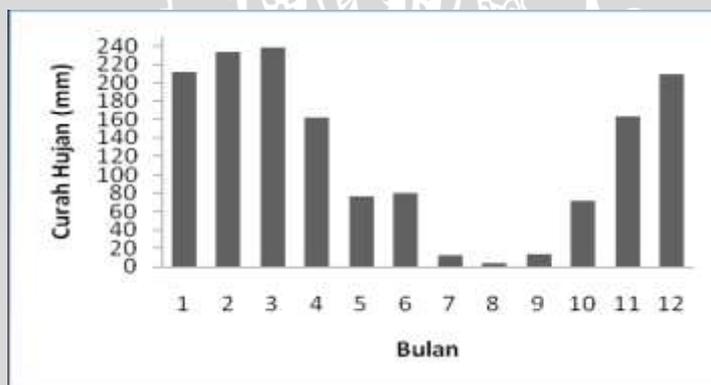
Tabel 9. Nilai Curah Hujan dan Evapotranspirasi (ET_o) Bulanan 10 Tahun (2000-2009)

Bulan	Hujan (mm)	ET _o (mm)
Januari	211.1	4.70
Februari	232.7	4.08
Maret	237.8	4.20
April	162.4	4.55
Mei	76.8	5.03
Juni	79.9	4.21
Juli	13.1	4.43
Agustus	3.6	5.09
September	13.6	6.43
Oktober	71.3	5.75
November	163.2	5.14
Desember	209.1	4.41
Rerata	122.88	4.84

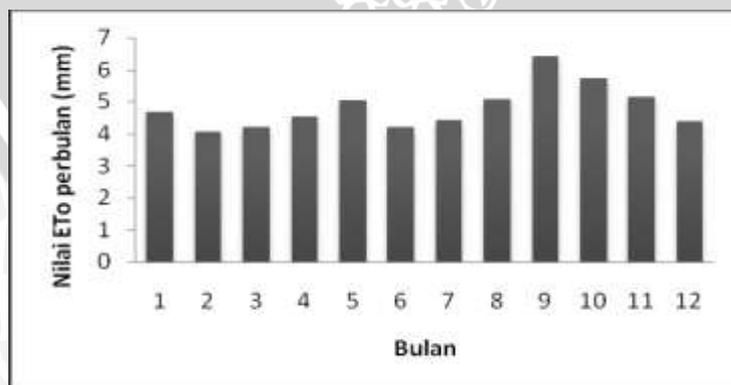
Dari hasil perhitungan model Penman-Monteith, nilai rata-rata evapotranspirasi acuan (ET_o) sebesar 4,84 mm/bulan. Nilai ini dipengaruhi oleh temperatur maksimum dan minimum (°C), kelembaban udara (%), kecepatan angin (km.jam⁻¹), lama penyinaran matahari (jam) dan radiasi sinar matahari (MJ/m²/hari). Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret dengan nilai sebesar 237,8 mm/bulan dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus dengan nilai sebesar 3,6 mm/bulan

Total curah hujan selama setahun adalah 1474,6 mm/tahun. Meskipun pada bulan-bulan tertentu sekitar 6 bulan (Mei-Oktober) curah hujan yang turun tidak terlalu banyak, namun pada bulan Nopember-April curah hujan yang turun cukup banyak.

Pola curah hujan dan nilai evapotranspirasi Kecamatan Kenduruan disajikan dalam Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Curah Hujan Rata-rata Kecamatan Kenduruan Tahun 2000-2009



Gambar 4. ETo Rata-rata Bulanan

4.1.2 Neraca Air Wilayah (Thornthwaite – Mather)

Dari hasil neraca air dengan metode Thornthwaite – Mather, karakteristik neraca air di lokasi penelitian tercantum dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Neraca Air Wilayah (Thornthwaite – Mather)

Bulan	P	Pe	P-Pe	APWL	ST	DST	AE	D	S
1	211.1	145.7	65.4	0.0	250.0	-152.8	145.7	0.0	218.2
2	232.7	114.2	118.5	0.0	250.0	0.0	114.2	0.0	118.5
3	237.8	130.2	117.6	0.0	250.0	0.0	130.2	0.0	207.6
4	162.4	136.5	25.9	0.0	250.0	0.0	136.5	0.0	25.9
5	76.8	155.9	-79.1	79.1	182.2	-67.8	144.6	11.3	0.0
6	79.9	126.3	-46.4	125.5	151.3	-30.9	110.8	15.5	0.0
7	13.1	137.3	-124.2	249.8	92.1	-59.3	72.4	65.0	0.0
8	3.6	157.8	-154.2	403.9	49.7	-42.4	46.0	111.8	0.0
9	13.6	192.9	-179.3	583.3	24.3	-25.4	39.0	153.9	0.0
10	71.3	178.3	-106.9	690.2	15.8	-8.4	79.7	98.5	0.0
11	163.2	154.2	9.0	0.0	24.8	9.0	154.2	0.0	0.0
12	209.1	136.7	72.4	0.0	97.2	72.4	136.7	0.0	0.0
Total	1474.6	1766.0	-291.4			-305.6	1310.0	456.0	470.2

Sumber : Hasil analisis

Keterangan:

P : Curah hujan (mm)

Pe : Evapotranspirasi potensial (mm/bulan)

APWL : Jumlah kumulatif dari defisit curah hujan (mm)

ST : Kandungan lengas tanah dalam mintakat perakaran (mm)

DST : Perubahan kadar lengas dalam mintakat perakaran (mm/bulan)

AE : Evapotranspirasi aktual (mm/bulan)

D : Defisit = kekurangan lengas (mm/bulan)

S : Surplus = kelebihan lengas (mm/bulan)

Perhitungan neraca air tanah dapat menggambarkan kondisi fluktuasi kandungan air tanah di lokasi penelitian sebagai dasar untuk menentukan potensi waktu tanam tanaman pangan.

Hasil perhitungan rata-rata curah hujan adalah 122.88 mm.tahun⁻¹ yang sebagian besar jatuh antara bulan November-April (bulan basah) dan hanya

sebagian kecil jatuh antara bulan Mei-Oktober (bulan kering). Pada bulan Maret merupakan bulan dengan curah hujan tertinggi dengan nilai rata-rata 237,8 mm.tahun⁻¹ dan bulan curah hujan terendah pada bulan Agustus dengan nilai rata-rata 3,6 mm.tahun⁻¹. Ini berarti bahwa, pada bulan November-April merupakan bulan yang surplus air, dan bulan Mei-Oktober merupakan bulan-bulan yang kekurangan air (defisit air). Surplus tertinggi ialah pada bulan Maret dengan nilai 237.8 mm.bulan⁻¹ dan bulan April adalah bulan dengan surplus terendah dengan nilai 25.9 mm/bulan. Total surplus air per tahun di Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban adalah sekitar 470.2 mm.tahun⁻¹. Defisit tertinggi terjadi pada bulan September (153.9 mm.bulan⁻¹) dan defisit terendah pada bulan Mei (11.3 mm.bulan⁻¹).

Produksi tanaman dapat optimal apabila jumlah air yang dibutuhkan cukup selama masa pertumbuhannya. Jumlah air yang cukup memenuhi untuk pertumbuhan tanaman sering juga disebut sebagai kebutuhan air tanaman (CWR) (Santosa, 2006). Kebutuhan air setiap tanaman berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, kondisi iklim tempat tumbuh tanaman dan lama periode pertumbuhan.

4.1.3 Karakteristik Tanah

Dari hasil analisis contoh tanah di Laboratorium, karakteristik tanah di lokasi penelitian tercantum dalam Lampiran 4.

4.1.3.1 Tekstur tanah

Secara umum, tekstur tanah berpengaruh terhadap infiltrasi, simpanan lengas tanah, kemudahan dalam pengolahan tanah dan aerasi tanah (Garnier dan Miller, 2004). Tanah dengan tekstur halus, seperti lempung berdebu, lempung, lempung berliat dan lempung liat berpasir mempunyai berat isi yang lebih rendah dibanding tanah yang bertekstur pasir (Buckman dan Brady, 2002).

Hasil pengamatan di lapangan tekstur tanah di lokasi penelitian berkisar antara lempung berdebu sampai lempung berliat yang termasuk dalam kelas tekstur halus. Tekstur halus mempunyai air lebih banyak dan lebih sulit mengalirkan air karena mempunyai lebih sedikit ruang pori drainase (Lampiran4).

4.1.3.2 Berat Isi Tanah

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. Berat isi tanah pertanian mempunyai kisaran antara $1,1 \text{ g cm}^{-3}$ sampai $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ nilai ini dipengaruhi oleh struktur (ruang pori), tekstur dan kandungan bahan organik. Hasil pengamatan berat isi di lapangan berkisar $1,15 - 1,35 \text{ g cm}^{-3}$ (Lampiran 4).

Berat isi tersebut tergolong tinggi sehingga pergerakan air dan aerasi tanahnya menjadi rendah sehingga kecil kemungkinannya mengalami perkolasi. 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.

4.1.3.3 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).

Menurut Soepardi (1983) bahwa adanya bahan organik dalam tanah mempengaruhi berat jenis tanah, semakin banyak bahan organik tanah maka berat jenisnya semakin rendah. Nilai berat jenis pada lokasi penelitian berkisar antara $2,34 - 2,37 \text{ g cm}^{-3}$ (Lampiran 4). Berat jenis ini termasuk dalam kelas sedang. Berat jenis tanah berbanding lurus dengan nilai porositas tanah. Semakin tinggi berat jenis tanah maka porositas tanah juga tinggi maka kemungkinan air yang ada dalam tanah juga akan semakin banyak.

4.1.3.4 Porositas

Porositas total tanah adalah volume dalam tanah yang terisi udara dan atau air, dan dapat dihitung dari nilai berat isi dan berat jenis (Juo dan Franzluebbbers, 2003). Lahan ini termasuk ke dalam kategori sedang yaitu berkisar antara 42,23-

51,00 % (Lampiran 4). Banyaknya ruang pori dalam tanah maka pergerakan air dalam tanah berjalan dengan lancar.

4.1.3.5 C-Organik

Nilai kandungan C-Organik berkisar antara 0,30– 0,78 %, (Lampiran 4). C-Organik ini tergolong rendah maka sedikit mengikat air dalam tanah sehingga ketersediaan air dalam tanahnya rendah. Dengan kecilnya tingkat ketersediaan air tanah maka dapat diasumsikan tanah tersebut kurang subur, dikarenakan rendahnya bahan organik yang tersedia di dalam tanah dan rendahnya simpanan lengas tanah yang dibutuhkan tanaman untuk proses pertumbuhan dan pengoptimalan produksinya.

4.1.3.6 Konduktivitas Hidraulik Jenuh (KHJ)

Menurut Buckman dan Brady (2002), konduktivitas hidraulik jenuh merupakan pergerakan air dalam tanah saat kondisi pori-pori tanah terisi air semua atau tidak ada udara dalam tanah. Konduktivitas hidraulik jenuh dalam tanah dipengaruhi oleh ukuran dan susunan pori. Air akan mudah bergerak masuk ke dalam tanah melalui saluran atau ruang pori sehingga meningkatkan aliran jenuh air. 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 berkisar antara 7,46 – 7,90 $cm.jam^{-1}$ (Lampiran 4). Nilai KHJ ini termasuk ke dalam kategori agak cepat. Hal ini menunjukkan bahwa air di dalam tanah sangat lama sehingga terjadi pencucian unsur hara. Pergerakan air dapat dilihat dari nilai konduktivitas jenuh suatu tanah. Porositas tanah yang besar maka semakin besar pula kemampuan tanah melewatkan air.

4.1.3.7 Ketersediaan Air

Pada penelitian ini nilai pF_{2,5} berkisar antara 0,21-0,25 $cm^3 cm^{-3}$, pada pF_{4,2} berkisar antara 0,11-0,12 $cm^3 cm^{-3}$ (Lampiran 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 (pF).

4.2 Evaluasi Kebutuhan Air Tanaman

Produksi tanaman dapat optimal apabila jumlah air yang dibutuhkan cukup selama masa pertumbuhannya. Kebutuhan air setiap tanaman berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, kondisi iklim tempat tumbuh tanaman dan lamanya periode pertumbuhan. Evaluasi kebutuhan air tanaman (ET_m), kondisi stress air tanaman (ET_c/ET_m), kebutuhan tambahan air irigasi (IWR) dilakukan dengan model *CropWat for Windows*.

4.2.1 Pola Tanam : Padi – Jagung – Kacang Tanah (T1)

Hasil evaluasi untuk pola tanam: Padi – Jagung – Kacang Tanah disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Padi – Jagung – Kacang Tanah

Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	ET _m (mm)	ET _c /ET _m (%)	IWR (mm)	Ya/Y _m (%)				RP (%)
						1	2	3	4	
Padi (MH)	W1	648.6	762.8	87.2	290.6	48.4	48.4	5.9	0.0	21.8
	W2	688.0	755.1	90.6	265.7	41.1	35.1	0.7	0.0	16.0
	W3	679.2	747.4	93.0	242.6	35.6	24.9	0.0	0.0	11.8
Jagung (MK 1)	W1	303.4	383.1	95.2	100.5	0.0	0.0	5.8	9.4	6.0
	W2	291.8	384.5	92.3	110.7	0.0	0.0	11.7	12.5	9.7
	W3	280.8	386.1	89.3	121.5	0.0	0.0	18.1	14.7	13.3
Kacang Tanah (MK 2)	W1	28.52	421.1	15.1	392.5	0.0	42.2	78.8	40.0	59.5
	W2	13.9	424.5	13.0	405.7	2.5	46.4	78.8	40.0	60.9
	W3	8.5	427.8	11.5	415.4	8.8	48.1	78.8	39.5	62.0

Sumber : Hasil analisis

Keterangan:

ET_o : ET potensial

Pe	: Hujan Efektif
ETm (CWR)	: Kebutuhan Air Tanaman
IWR	: Kebutuhan Air Irigasi
RP	: Reduksi Produksi
Ya/Ym	: Reduksi Produksi Tiap Pertumbuhan
W1	: Tanggal Tanam awal (Padi 07/10, Jagung 17/02, Kacang Tanah 16/06)
W2	: Tanggal Tanam Mundur 5 Hari dari W1
W3	: Tanggal Tanam Mundur 10 Hari dari W1

Hasil reduksi produksi pada tanaman Padi lebih bagus ditanam pada W3 reduksi produksi 11.8%, karena nilai presentasi reduksi produksinya lebih kecil dibandingkan pada W1 reduksi produksi 21.8% dan W2 reduksi produksi 16.8%, dikarenakan ketersediaan air mempengaruhi nilai reduksi produksi. Nilai rata-rata kebutuhan air tanaman padi adalah 450-700 mm/total periode tumbuh (FAO 2001).

Pada tanaman Jagung lebih bagus ditanam pada W1 reduksi produksi 6.0% karena nilai presentasi reduksi produksinya lebih kecil dibandingkan W2 reduksi produksi 9.7% dan W3 reduksi produksi 13.3%. Jagung merupakan tanaman dengan tingkat penggunaan air sedang, berkisar antara 500-800 mm/total periode tumbuh (FAO 2001). Namun demikian, budi daya jagung terkendala oleh tidak tersedianya air dalam jumlah dan waktu yang tepat. Khusus pada lahan sawah tadah hujan dataran rendah, masih tersisanya lengas tanah dalam jumlah yang berlebihan akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Sementara itu, penundaan waktu tanam akan menyebabkan terjadinya cekaman kekurangan air pada fase pertumbuhan sampai pembentukan biji. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pengelolaan air bagi tanaman jagung.

Sedangkan Hasil reduksi produksi pada tanaman Kacang Tanah lebih bagus ditanam pada W1 reduksi produksi 59.5% karena nilai presentasi reduksi produksinya lebih kecil dibandingkan pada W2 reduksi produksi 60.9% dan W3 reduksi produksinya 62.0%. Nilai rata-rata kebutuhan air tanaman kacang tanah adalah 500-700 mm/total periode tumbuh (FAO 2001).

4.2.2 Pola Tanam : Padi – Jagung – Jagung (T2)

Hasil evaluasi untuk pola tanam: Padi – Jagung – jagung disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Padi – Jagung – Jagung

Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	ETm (mm)	ETc/ ETm (%)	IWR (mm)	Ya/Ym (%)				RP (%)
						1	2	3	4	
Padi (MH)	W1	648.6	762.8	87.2	290.6	48.4	48.4	5.9	0.0	21.8
	W2	668.0	755.1	90.6	265.7	41.1	35.9	0.7	0.0	16.0
	W3	679.2	747.4	93.0	242.6	35.6	24.9	0.0	0.0	11.8
Jagung (MK 1)	W1	303.4	383.1	95.2	100.5	0.0	0.0	5.8	9.4	6.0
	W2	291.8	384.5	92.3	110.7	0.0	0.0	11.7	12.5	9.7
	W3	280.8	386.1	89.3	121.5	0.0	0.0	18.1	14.7	13.3
Jagung (MK 2)	W1	21.3	461.5	22.5	434.8	0.0	21.4	126.4	48.9	96.9
	W2	19.0	464.8	10.8	440.3	0.0	23.4	126.6	46.5	98.1
	W3	20.5	467.9	21.3	444.9	0.0	25.0	126.7	42.6	98.3

Sumber : Hasil analisis

Hasil pada tanaman padi dan jagung (MK1) sama dengan hasil pada tanaman Padi dan jagung (Tabel 11), karena mempunyai waktu dan tanggal penanaman yang sama.

Sedangkan Hasil reduksi produksi pada tanaman Jagung (MK2) lebih bagus ditanam pada W1 reduksi produksi 96.9% karena nilai presentasi reduksi produksinya lebih kecil daripada pada W2 reduksi produksi 98.1% dan W3 reduksi produksi 98.3%. kebutuhan air setiap tanaman berbeda-beda. hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, kondisi iklim tempat tumbuh tanaman dan lamanya periode pertumbuhan. Tanaman jagung (MK 2) menghasilkan reduksi produksi yang sangat tinggi, hal ini dipengaruhi oleh kebutuhan air tanaman yang tidak terpenuhi. Tanaman jagung (MK 2) tidak cocok ditanam pada bulan juni, karena pada bulan juni terjadi defisit air (Tabel 10). Produksi yang di maksud

adalah biomassa (akar, daun, batang, dan biji). Cekaman air akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal tersebut meliputi kecepatan pertumbuhan dan morfologi tanaman, selanjutnya cekaman air akan menurunkan hasil tanaman dan bahkan juga mempengaruhi kualitas hasil tanaman. Salah satu akibat terhambatnya pembentukan dan perkembangan sel, maka cekaman air akan menyebabkan akar tanaman yang terbentuk sedikit, ukurannya kecil dengan daerah penyebaran yang relative sempit. Sebagai akibat lebih lanjut, absorbs air dan zat hara menurun.

4.2.3 Pola Tanam : Cassava (T3)

Hasil evaluasi untuk pola tanam: Cassava disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Kebutuhan Air Tanaman dari Pola Tanam Cassava

Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	ETm (mm)	ETc/ ETm (%)	IWR (mm)	Ya/Ym (%)				RP (%)
						1	2	3	4	
Cassava	W1	809.4	1421.9	60.4	627.4	0.0	1.4	25.5	19.9	43.5
	W2	791.0	1425.2	58.7	652.1	0.0	1.4	27.8	19.7	45.4
	W3	775.4	1428.7	57.1	674.7	0.0	1.4	30.1	19.4	47.2

Sumber : Hasil analisis

Hasil reduksi produksi pada tanaman Cassava lebih bagus ditanam pada W1 reduksi produksi 43.5% karena nilai presentasi reduksi produksinya lebih kecil dibandingkan pada W2 reduksi produksi 45.4% dan W3 reduksi produksi 47.2 %. menunjukkan bahwa pada perlakuan kemunduran tanggal tanam terjadi peningkatan nilai reduksi produksi. Semakin tinggi nilai hujan efektifnya, maka kebutuhan air tanaman menjadi terpenuhi sehingga reduksi produksinya semakin kecil. Produksi tanaman dapat optimal apabila jumlah air yang dibutuhkan cukup selama masa pertumbuhannya. Jumlah air yang cukup memenuhi untuk pertumbuhan tanaman sering juga disebut sebagai kebutuhan air tanaman (CWR) (Santosa, 2006).



4.3 Neraca Air di Mintakat Perakaran

Neraca air di mintakat perakaran merupakan perbedaan antara jumlah air yang ditambahkan (seperti adanya infiltrasi atau aliran kapiler) dan jumlah air yang keluar (melalui evapotranspirasi atau drainase kelapisan yang lebih dalam) selama periode waktu tertentu besarnya akan sama dengan perubahan kadar air. Total lengas tanah tersedia (TAM), kelembaban pada lengas tanah tersedia (RAM), deplesi lengas tanah (SMD) dilakukan dengan model *CropWat for Windows*.

4.3.1 Pola Tanam : Padi – Jagung – Kacang Tanah (T1)

Hasil neraca air di mintakat perakaran untuk pola tanam: Padi – Jagung – Kacang Tanah disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Padi – Jagung – Kacang Tanah

Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	CWR (mm)	TAM (mm)	RAM (mm)	SMD (mm)
Padi (MH)	W1	648.6	762.79	56.0	17.1	4.2
	W2	688.0	755.12	56.0	17.1	4.2
	W3	679.2	747.43	56.0	17.1	4.2
Jagung (MK 1)	W1	303.4	383.07	84.0	65.5	59.1
	W2	291.8	384.49	84.0	65.5	60.7
	W3	280.8	386.14	84.0	65.6	61.9
Kacang Tanah (MK 2)	W1	28.52	421.06	27.0	12.1	17.0
	W2	13.9	424.52	23.6	10.6	14.9
	W3	8.5	427.80	42.0	20.7	39.6

Sumber : Hasil analisis

Keterangan:

Pe : Hujan Efektif

CWR : Kebutuhan Air Tanaman

TAM : Total Lengas Tanah Tersedia

RAM : Lengas Tanah yang Siap Tersedia

SMD : Deplesi Lengas Tanah

W1 : Tanggal Tanam awal (Padi 07/10, Jagung 17/02, Kacang Tanah 16/06)

W2 : Tanggal Tanam Mundur 5 Hari dari W1

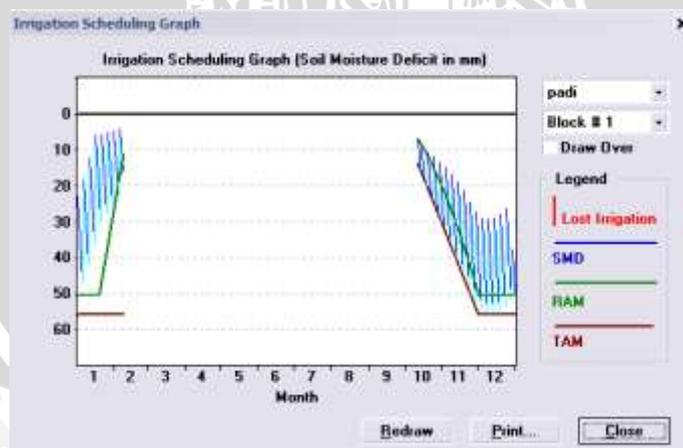
W3 : Tanggal Tanam Mundur 10 Hari dari W1

Pengaturan pola tanam Padi-Jagung-Kacang Tanah dengan masing-masing perlakuan (W1-W2-W3) berbeda waktu tanam 5 hari. Didapatkan pada tanaman padi dari ke tiga saat tanam yaitu W1, W2, dan W3 sama-sama mempunyai hasil nilai total lengas tanah tersedia (TAM) sebesar 56.0 mm, lengas tanah yang siap tersedia (RAM) sebesar 17.1 mm, dan nilai deplesi lengas tanah (SMD) sebesar 4.2 mm.

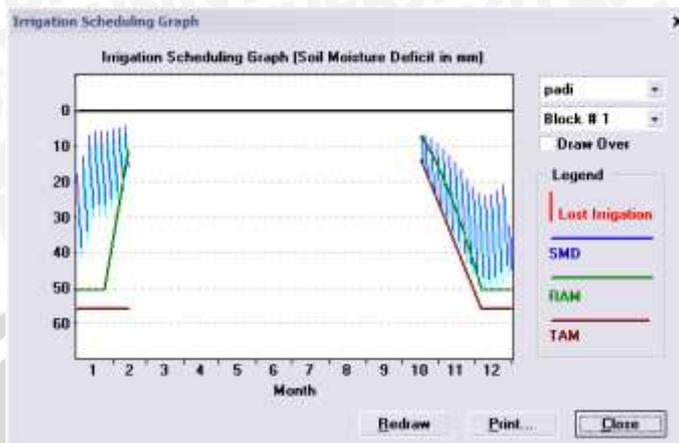
Padi (MH) Saat Tanam W1



Padi (MH) Saat Tanam W2



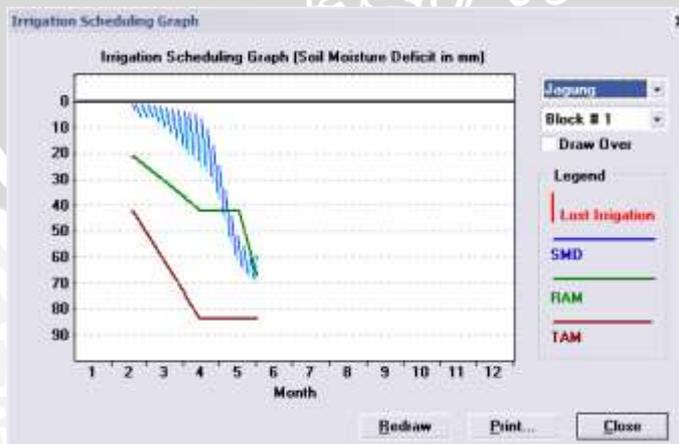
Padi (MH) Saat Tanam W3



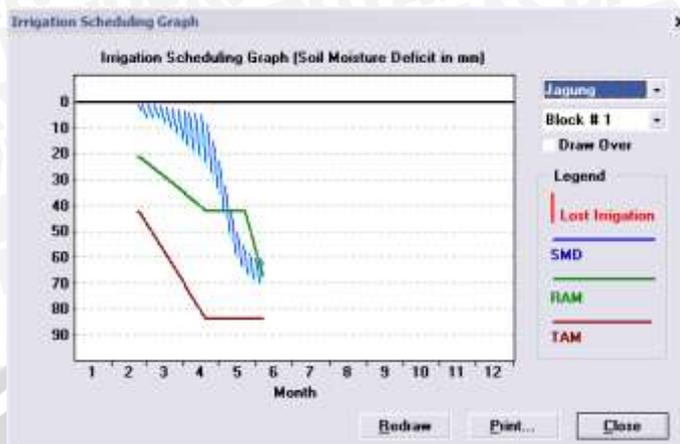
Gambar 5. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Padi pada W1, W2, dan W3

Berdasarkan hasil evaluasi *CropWat for Windows* pada tanaman padi, nilai deplesi lengas tanah (SMD) terjadi pada bulan oktober hingga bulan januari. Semakin tinggi nilai SMD (Soil Moisture Defisit) atau deplesi lengas tanah, maka nilai total lengas tanah tersedia (TAM) akan semakin besar pula. SMD merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat kekeringan tanah pada awal tanam atau nilai penurunan kelembaban tanah. Lengas tanah awal dinyatakan dengan presentase deplesi dari kapasitas lapangan. Nilai 0% menggambarkan pada kondisi kapasitas lapangan, nilai 100% pada kondisi titik layu (Smith, 1991). Jika nilai SMD tersebut semakin kecil berarti kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi.

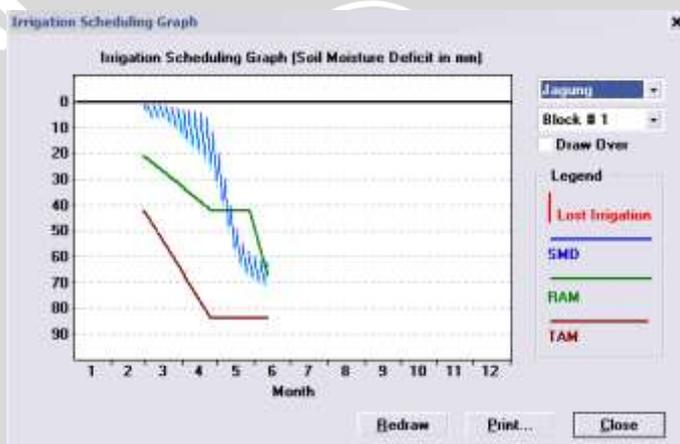
Jagung (MK1) Saat Tanam W1



Jagung (MK1) Saat Tanam W2



Jagung (MK1) Saat Tanam W3

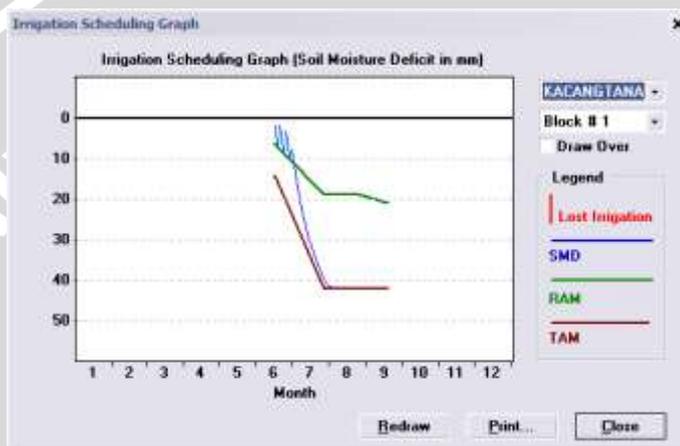


Gambar 6. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Jagung pada W1, W2, dan W3

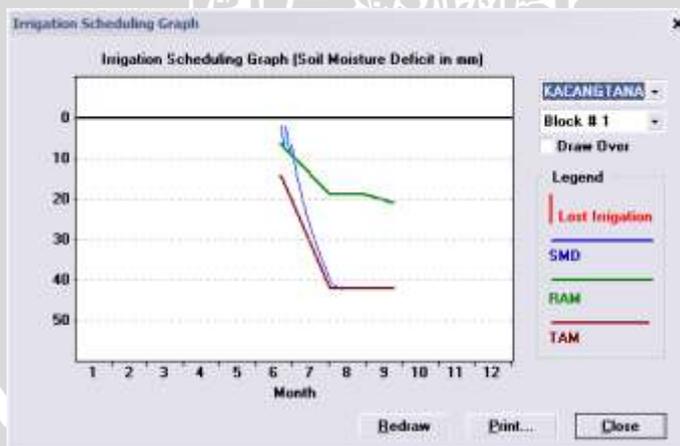
Didapatkan pada tanaman jagung dari ke tiga saat tanam yaitu W1, W2, dan W3 sama-sama mempunyai hasil nilai total lengas tanah tersedia (TAM) sebesar 84.0 mm, lengas tanah yang siap tersedia (RAM) dari ke tiga saat tanam yaitu W1 dan W2 sebesar 65.5 mm, sedangkan W3 sebesar 65.6 dan nilai deplesi lengas tanah (SMD) dari ke tiga saat tanam yaitu W1 sebesar 17.0 mm, W2 sebesar 14.9 mm, dan W3 sebesar 39.6 mm. Berdasarkan hasil data maka semakin tinggi nilai deplesi lengas tanah (SMD) maka semakin tinggi pula nilai ketahanan air tanaman (CWR).

Berdasarkan hasil evaluasi *CropWat for Windows* pada tanaman jagung di atas depleksi lengas tanah (SMD) terjadi pada bulan february hingga bulan mei berada pada kondisi yang baik, yang dicukupi oleh lengas tanah yang siap tersedia (RAM) dengan nilai total lengas tanah tersedia (TAM) yang sama sepanjang bulan.

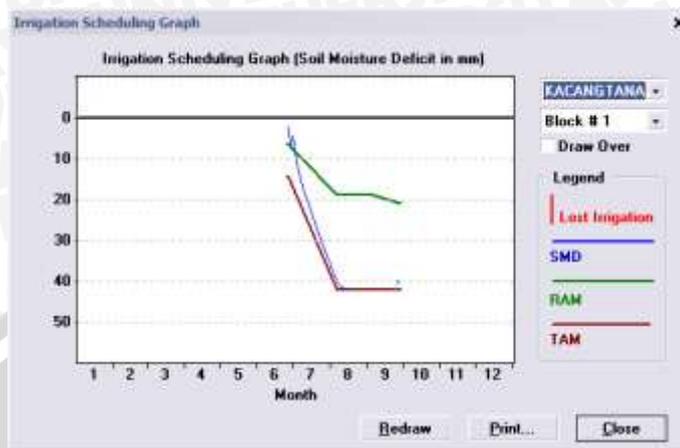
Kacang Tanah (MK2) Saat Tanam W1



Kacang Tanah (MK2) Saat Tanam W2



Kacang Tanah (MK2) Saat Tanam W3



Gambar 7. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Kacang Tanah pada W1, W2, dan W3

Didapatkan pada tanaman kacang tanah dari ke tiga saat tanam yaitu W1, W2, dan W3 mempunyai hasil nilai total lengas tanah tersedia (TAM) pada W1 sebesar 27.0 mm, W2 sebesar 23.6 mm, dan W3 sebesar 42.0 mm. Nilai lengas tanah yang siap tersedia (RAM) pada W1 sebesar 12.1 mm, W2 sebesar 10.6 mm, dan W3 sebesar 20.7 mm. dan nilai deplesi lengas tanah (SMD) pada W1 sebesar 17.0 mm, W2 sebesar 14.9 mm, dan W3 sebesar 39.6 mm. Berdasarkan hasil data maka dengan ketersediaan air yang berbeda-bedaberpengaruh terhadap nilai deplesi lengas tanah (SMD) dan total lengas tanah tersedia (TAM).

Berdasarkan hasil evaluasi *CropWat for Windows* pada tanaman cassava di atas terdapat proses kehilangan air yang cukup besar pada bulan juni hingga bulan September dengan nilai total lengas tanah tersedia (TAM) yang tetap sedalam 20 cm. Gambar kacang tanah MK2 menunjukkan nilai deplesi lengas tanah (SMD) yang kecil, hal ini berarti tingkat kelembaban tanah menipis yang berakibat akan terjadi kekeringan dikarenakan tanah kekurangan air.

4.3.2 Pola Tanam : Padi - Jagung – Jagung (T2)

Hasil neraca air di mintakat perakaran untuk pola tanam: Padi – Jagung – Jagung disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Padi – Jagung – Jagung

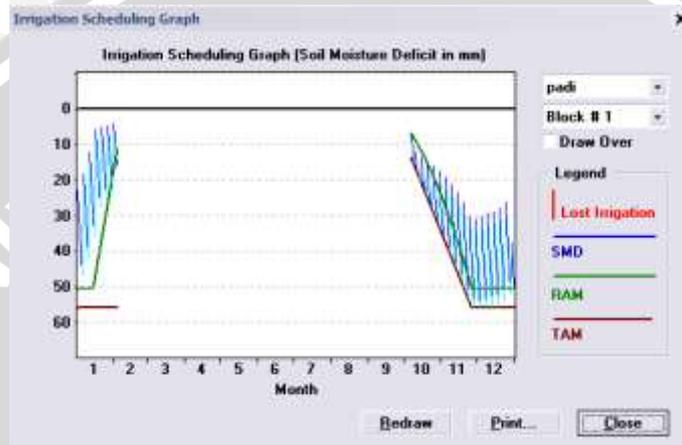
Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	CWR (mm)	TAM (mm)	RAM (mm)	SMD (mm)
Padi (MH)	W1	648.6	762.8	56.0	17.1	4.2
	W2	688.0	755.1	56.0	17.1	4.2
	W3	679.2	747.4	56.0	17.1	4.2
Jagung (MK 1)	W1	303.4	383.1	84.0	65.5	59.1
	W2	291.8	384.5	84.0	65.5	60.7
	W3	280.8	386.1	84.0	65.5	61.9
Jagung (MK 2)	W1	21.3	461.5	84.0	62.2	81.6
	W2	19.0	464.8	84.0	62.2	79.0
	W3	20.5	467.9	84.0	62.2	75.9

Sumber : Hasil analisis

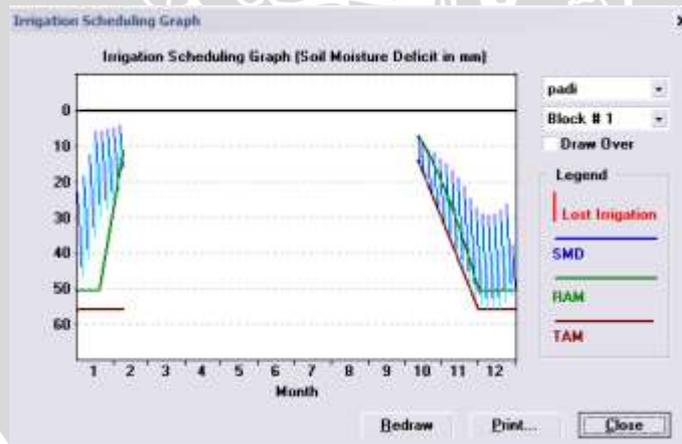
Pengaturan pola tanam Padi-Jagung-Jagung dengan masing-masing perlakuan (W1-W2-W3) berbeda waktu tanam 5 hari. Didapatkan pada tanaman Padi dan Jagung (MK 1), pola tanam kedua ini hasil nilainya sama dengan pola tanam yang pertama (Tabel 14), ini dikarenakan mempunyai waktu tanam yang sama. Hal yang membedakan pada pola tanam yang kedua ini adalah pada tanaman yang ketiga yaitu Jagung (MK 2) yang mempunyai selisih tanggal tanam 5 hari pada tanaman Jagung (MK 1). Pada tanaman Jagung (MK 2) didapatkan dari ke tiga saat tanam yaitu W1, W2, dan W3 sama-sama mempunyai hasil nilai total lengas tanah tersedia (TAM) sebesar 84.0 mm, lengas tanah yang siap tersedia (RAM) sebesar 62.2 mm, dan nilai deplesi lengas tanah (SMD) berbeda pada W1 sebesar 81.6 mm, W2 sebesar 79.0 mm, dan W3 sebesar 75.9 mm. Berdasarkan hasil data maka semakin tinggi nilai kebutuhan air tanaman (CWR) maka nilai deplesi lengas tanah (SMD) semakin kecil. Hal ini disebabkan karena

hujan efektifnya tidak bisa memenuhi kebutuhan air tanaman sehingga nilai reduksi produksinya menjadi tinggi. Sedangkan nilai total lengas tanah tersedia (TAM) dan lengas tanah yang siap tersedia (RAM) di tentukan oleh kedalaman perakaran.

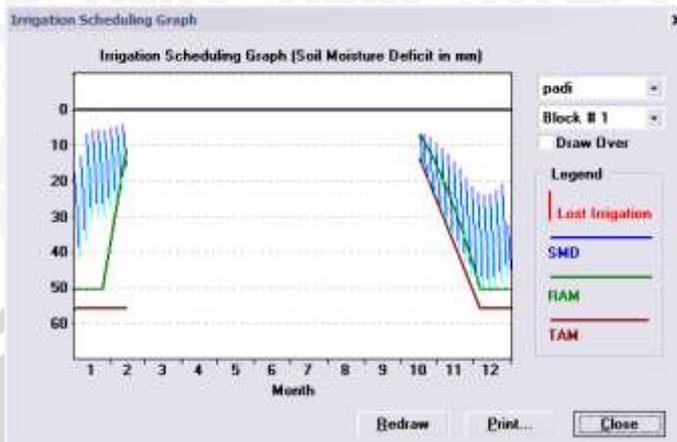
Padi (MH) Saat Tanam W1



Padi (MH) Saat Tanam W2

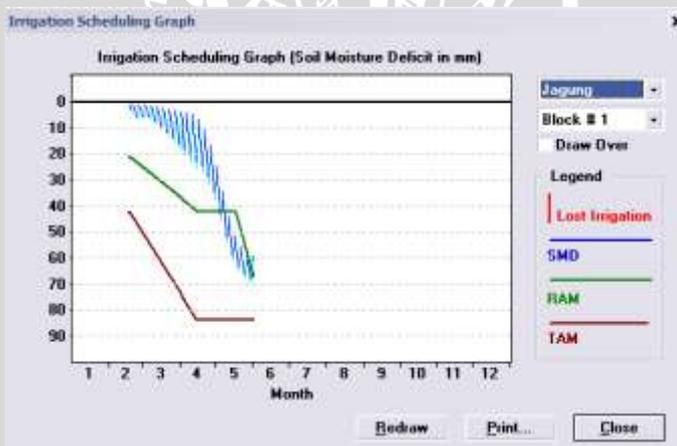


Padi (MH) Saat Tanam W3

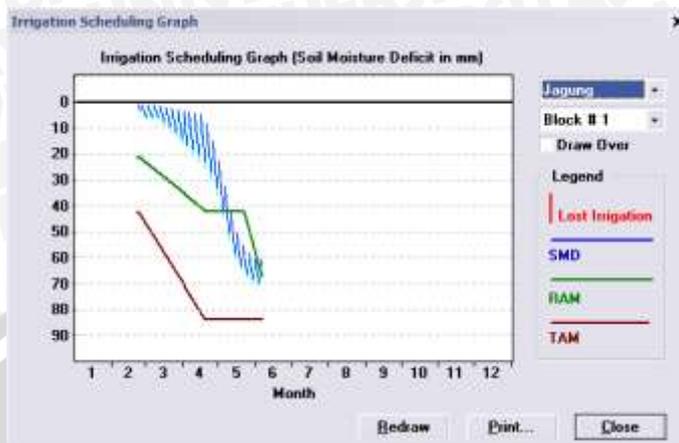


Gambar 8. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Padi pada W1, W2, dan W3

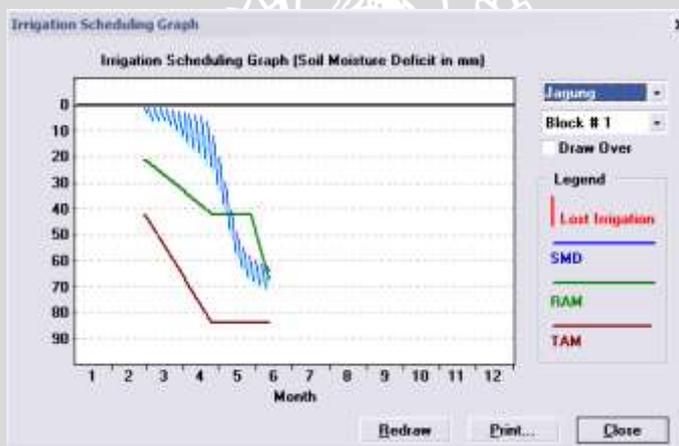
Jagung (MK 1) Saat Tanam W1



Jagung (MK 1) Saat Tanam W2



Jagung (MK 1) Saat Tanam W3



Gambar 9. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Jagung (MK1) pada W1, W2, dan W3

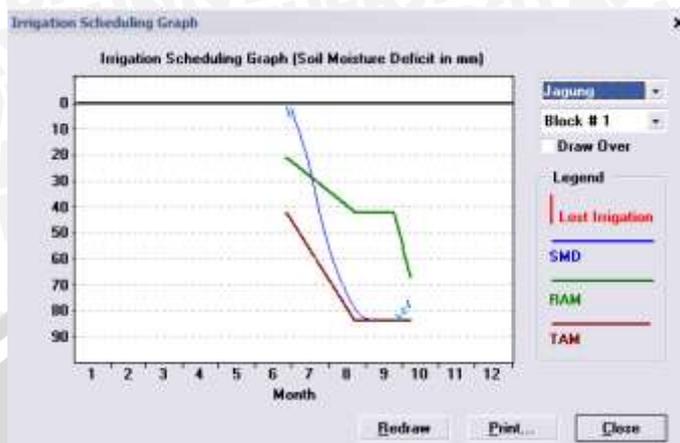
Jagung (MK 2) Saat Tanam W1



Jagung (MK 2) Saat Tanam W2



Jagung (MK 2) Saat Tanam W3



Gambar 10. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Jagung (MK2) pada W1, W2, dan W3

Berdasarkan hasil evaluasi *CropWat for Windows* pada tanaman jagung (MK2) di atas terdapat proses kehilangan air yang cukup besar pada bulan juni hingga bulan September dengan nilai total lengas tanah tersedia (TAM) yang tetap sedalam 70 cm. Gambar jagung (MK2) menunjukkan nilai deplesi lengas tanah (SMD) yang kecil, hal ini berarti tingkat kelembaban tanah menipis yang berakibat akan terjadi kekeringan dikarenakan tanah kekurangan air.

4.3.3 Pola Tanam : Cassava (T3)

Hasil neraca air di mintakat perakaran untuk pola tanam: Cassava disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Analisis Neraca Air di Mintakat Perakaran dari Pola Tanam Cassava

Tanaman	Saat Tanam	Pe (mm)	CWR (mm)	TAM (mm)	RAM (mm)	SMD (mm)
Cassava	W1	809.4	1421.9	56.0	11.2	49.6
	W2	791.0	1425.2	56.0	11.2	44.8
	W3	775.4	1428.8	56.0	11.2	39.0

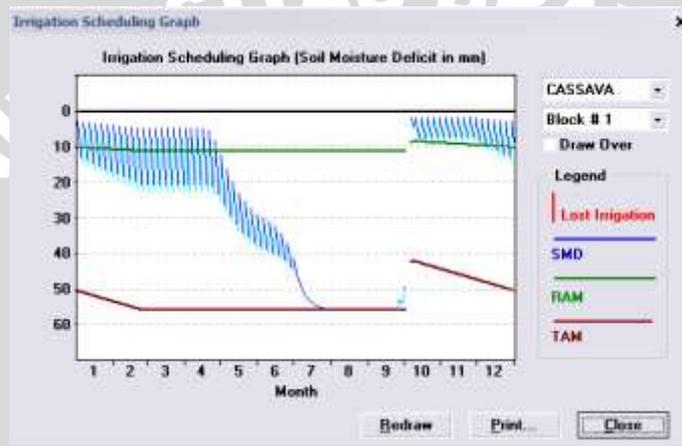
Sumber : Hasil analisis

Dari hasil ke tiga saat tanam yang berbeda nilai total lengas tanah tersedia (TAM) sebesar 56.0 mm, lengas tanah yang siap tersedia (RAM) sebesar 11.2

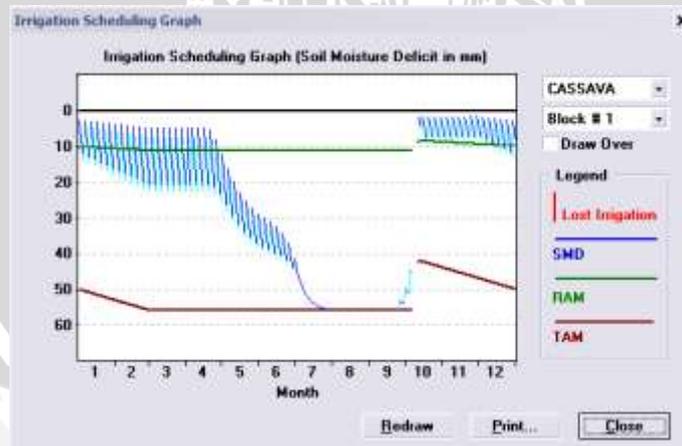


mm. Sedangkan pada nilai kebutuhan air tanaman (CWR) dari ke tiga saat tanam mempunyai hasil yang berbeda yaitu W1 sebesar 1421.9 mm, W2 sebesar 1425.2 mm, dan W3 sebesar 1428.8 mm . Nilai deplesi lengas tanah (SMD) dari ke tiga saat tanam adalah W1 sebesar 49.6 mm, W2 sebesar 44.8 mm, dan W3 sebesar 39.0 mm. Jika nilai SMD tersebut semakin kecil berarti kebutuhan air tanaman tetap terpenuhi.

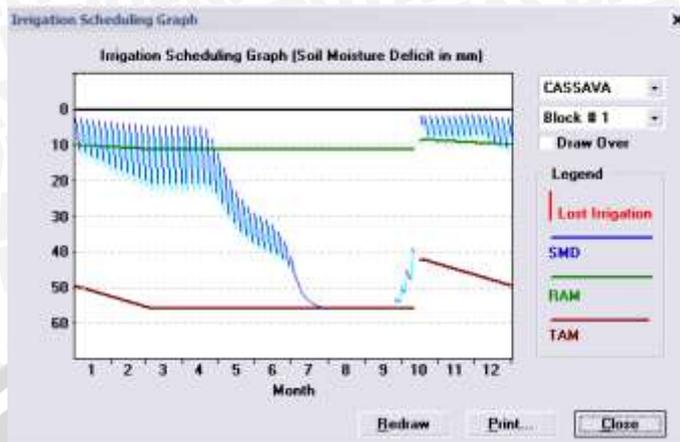
Cassava (MK 2) Saat Tanam W1



Cassava (MK 2) Saat Tanam W2



Cassava (MK 2) Saat Tanam W3



Gambar 11. Neraca Air dalam Mintakat Perakaran dengan *CropWat for Windows* untuk Tanaman Cassava pada W1, W2, dan W3

Pada tanaman Cassava dengan saat tanam yang berbeda-beda W1, W2 dan W3, dengan peningkatan ketersediaan air yang berbeda-beda berpengaruh terhadap nilai depleksi lengas tanah (SMD) dan total lengas tanah tersedia (TAM). Total lengas tanah tersedia menunjukkan tingkat kekeringan tanah pada awal tanam. Lengas tanah awal dinyatakan dengan presentase depleksi dari kapasitas lapangan nilai 0% menggambarkan pada kondisi kapasitas lapangan, nilai 100% dari kondisi titik layu.



4.4 Rekomendasi Jadwal Tanam dari Hasil *CropWat for Windows*

Tabel 17. Kalender Tanam Paling Awal (Dasarian–1 Oktober)

Pola Tanam	Oktober			Nopember			Desember			Januari			Pebruari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus			September		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Padi-Jagung- Kacang Tanah	PADI (MH)									JAGUNG (MK 1)									KACANG TANAH (MK 2)																	
	█									█									█																	
Padi-Jagung- Jagung	PADI (MH)									JAGUNG (MK 1)									JAGUNG (MK 2)																	
	█									█									█																	
Cassava	CASSAVA																																			
	█																																			

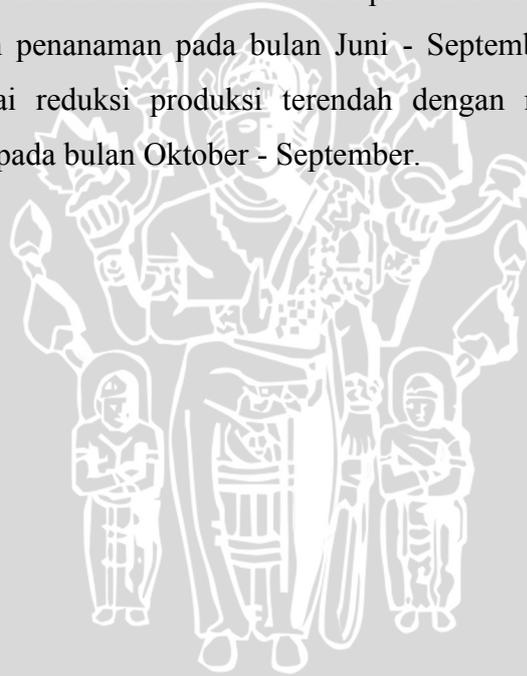
Sumber: Hasil Analisis

Keterangan :

Padi : █
 Jagung : █
 Kacang Tanah : █
 Cassava : █

Kalender tanam paling awal (Tabel 17) menurut hasil evaluasi neraca lengas tanah dan kemungkinan reduksi hasil yang paling aman, bila terjadi pengunduran kemungkinan terjadi resiko defisit lengas tanah akan semakin mengancam. Dilihat dari tabel kalender tanam paling awal (Tabel 17) dilakukan penanaman pada dasarian-2, hanya pada pola tanam cassava dilakukan penanaman pada dasarian-1.

Penentuan kalender tanam didapatkan dari hasil Cropwat dengan acuan reduksi produksi terendah pada tiap tanaman. Pada tanaman padi memiliki nilai reduksi produksi terendah dengan nilai 11.8 % dan dilakukan penanaman pada bulan Oktober - Pebruari. Pada tanaman jagung memiliki nilai reduksi produksi terendah dengan nilai 6.0 % dan dilakukan penanaman pada bulan Pebruari - Juni. Pada tanaman kacang tanah memiliki nilai reduksi produksi terendah dengan nilai 59.5 % dan dilakukan penanaman pada bulan Juni - September. Pada tanaman cassava memiliki nilai reduksi produksi terendah dengan nilai 43.5 % dan dilakukan penanaman pada bulan Oktober - September.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan antara lain:

Penundaan tanggal tanam akan memberikan resiko reduksi produksi karena ketersediaan air dalam tanah tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman. Ditunjukkan pada tanaman jagung (MK 1) W3 sebesar 13.3%, pada tanaman kacang tanah (MK 2) W3 sebesar 62.0%, pada tanaman jagung (MK 2) W3 sebesar 98.3%, dan pada tanaman cassava W3 sebesar 47.2%.

Tingkat kebutuhan air tanaman terbesar terdapat pada pola tanam padi-jagung-jagung sebesar 1607.4 mm, sedang untuk pola tanam padi-jagung-kacang tanah sebesar 1566.9 mm, dan cassava sebesar 1428.8 mm.

Waktu tanam yang baik untuk Kecamatan Kenduruan, Kabupaten Tuban berdasarkan metode *CropWat for Windows* adalah waktu tanam pada W1 (Padi, Jagung, Kacang Tanah, Cassava) karena mampu menghasilkan produksi yang lebih besar dibandingkan dengan waktu tanam W2 dan W3. Sedangkan pada pola tanamnya lebih baik menggunakan pola tanam padi-jagung-kacang tanah dibandingkan padi-jagung-jagung dan cassava dikarenakan ketersediaan air dalam tanah tidak mampu memenuhi kebutuhan air untuk tanaman.

5.2 Saran

Dengan memperhatikan kebutuhan air tanaman yang berbeda-beda dan kondisi iklim yang sewaktu-waktu dapat berubah, perlu adanya dilakukan penelitian lanjutan pada tanaman padi gogo, jagung, kacang tanah, dan cassava. Perlu adanya pertimbangan perencanaan pola tanam yaitu melakukan perlakuan-perlakuan yang dapat meningkatkan dan mendukung ketersediaan air yang cukup bagi tanaman pertanian yang diusakan di Kecamatan Kenduruan, sehingga tanaman tidak mengalami kekurangan air (stress air) dan meminimalkan penurunan produksi untuk masing-masing fase pertumbuhan. Salah satu paket program yang dapat menggambarkan kebutuhan air tanaman adalah model *CropWat for Windows*.

DAFTAR PUSTAKA

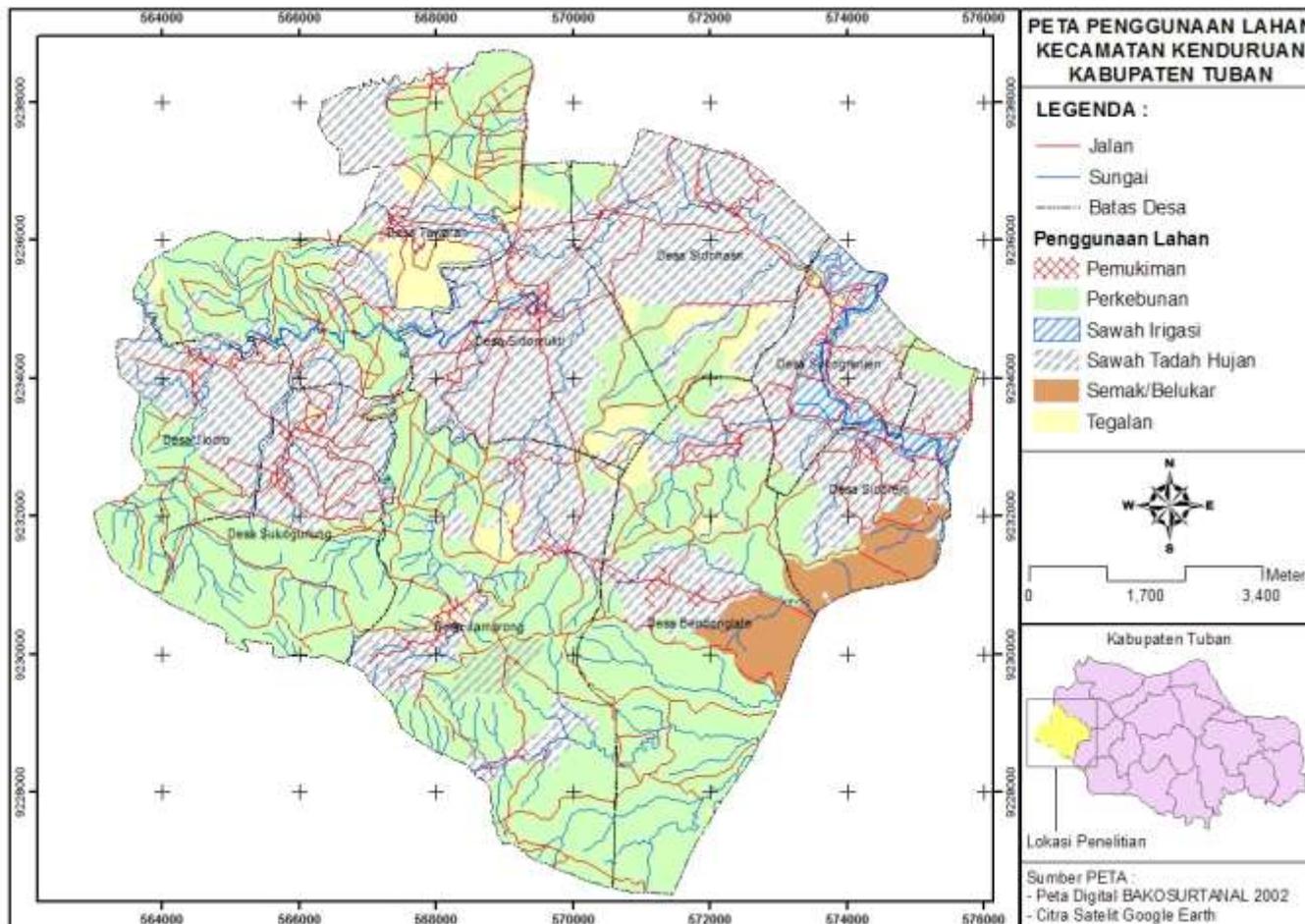
- Al-Jamal M.S., T.W. Sammis S. Ball and D. Smal. 1999. Yield-Based, Irrigated Anion Crop Coefficients, *Applied Engineering in Agriculture*, 15 (6): 659-668.
- Buckman, H.O dan N.C. Brady. 2002. Ilmu Tanah (Terjemahan Soegiman). PT. Bhratarakarya Aksara. Jakarta.
- BPS. 2001. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Indonesia.
- Clarke, D. 1998. CropWat for Windows : User Guide. Institute of Irrigation dan Development Studies (IIDS). Southampton University. Southampton. UK
- Devi, S.M. 2007. Penerapan Model Cropwat For Windows Untuk Perencanaan Pola Tanam Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Skripsi, Fakultas Pertanian. Jurusan Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Doorenbos, J dan A. H. Kassam. 1979. Yield Response to Water. FAO. Irrigation dan Drainage Paper 33. Rome.
- FAO. 1988. Crop Water Requirements. Food and Agriculture Organisations. United Nations
- Gardiner, D. T., dan Miller. 2004. Soil in Our Environment Tenth Edition. Person Education. Ney Jersey. America.
- 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.
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademia Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno. S. 2003. Ilmu Tanah. Cetakan kelima. Akademik Pressindo. Jakarta.
- Hidayat, A. dan Mulyani. 2002. Lahan Kering untuk Pertanian. hlm. 1-34 dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Hillel, D. 1982. Pengantar Fisika Tanah. Edisi Pertama. Terjemahan Robiyanto H.S dan Rahmad H.P. 1998. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.

- Islami, T. dan Utomo, H., W.. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Juo, Anthony. S.R. dan Franzieuebbers, K. 2003. Tripical Soil Properties dan Management of Sustainable Agriculture. Oxford University Press.
- Kurnia, U., Racman, A dan Dariah, A. 2004. Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlerang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- La, An. 2007. Segitiga Tekstur. (http://mbojo.wordpress.com/2007/08/15/segitiga_tekstur/)
- Mardiastuning, A. 2003. Hubungan Ketebalan Seresah dan Pori Makro Tanah dengan Tingkat Infiltrasi Tanah pada Berbagai Ketebalan pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Marica, Adriana. 2008. Short Description of the CROPWAT Model. <http://agromentcost.bo.ibimet.cnr.it/fileadmin/cost718/repository/cropwat.pdf>. Diakses tanggal 28 juni 2008.
- Monkhouse, F. J., and J. Small. 1978. Dictionary of The Natural Environment. Edward Arnold (publ). Ltd. London. 320 h.
- Notohadiprawiro, T.; Soekodarmodjo, S. dan Sukana, E.. 2006. Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Prijono, S. 2008. Modul Aplikasi CropWat for Windows. Malang.
- Purnomo dan Purnamawati, Heni. 2009. Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar Swadaya. Depok.
- Rachmaini, Idha, Mugiarti. 2004. Studi Lugas Tanah pada Berbagai Posisi Lereng pada Alfisol di Desa Agrotirto, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang Selatan. Skripsi. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Rockstron, J. 2001. On food and nature in water scarce Tropical countries, Journal of Land and Water International Series 99, pp 4-6.
- Santosa, I.G.N. 2006. Perencanaan Pola Tanam Berdasarkan Kebutuhan Dan Persediaan Air Pada Lahan Kering di Bali Utara. Disertasi. Program Doktor Ilmu Pertanian. Minat Teknik Sumberdaya Air. Program Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.

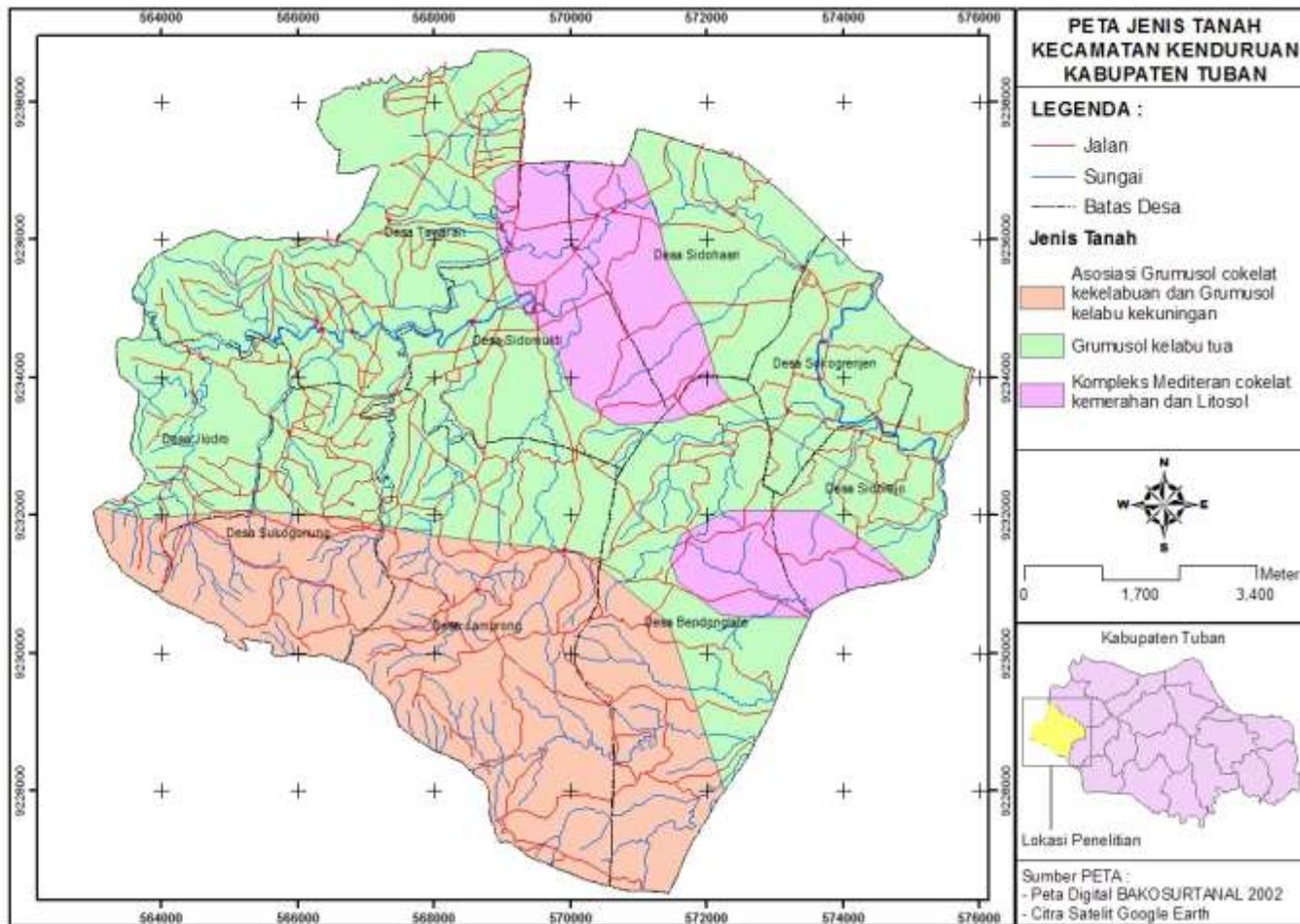
- Sari, Dyna, Dwi, Ratna. 2007. Simulasi Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng pada Tanah Residual Hasil Pelapukan Andesit, Batu Gamping dan TUFF. Skripsi. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sarief, S. 1988. Konservasi Tanah dan Air. CV. Pustaka Buana. Bandung.
- Smith M. 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management, Irigation and Drainage. Paper 46, FAO, Rome, Italy.
- Smith, M dan D. Kivumbi. 2005. Use of The FAO CROPWAT Model In Defisit Irrigation Studies. Ldan dan Water Development Division, Food dan Agriculture Organization, Rome, Italy
- Suharto, Edi. 2006. Kapasitas Simpanan Air Tanah pada Sistem Tataguna Lahan LPP Tahura Raja Lelo Bengkulu. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Volume 8, No.1.
- Stevenson, F. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition dan Reaction. John Willey dan Sons. New York.
- Suwardji. 2003. Profil Wilayah Lahan Kering Propinsi NTB: Potensi, Tantangan dan Strategi Pengembangannya. Makalah Seminar Nasional FOKUSHIMITI BEW III di Mataram. Universitas Mataram. Mataram.
- Tejoyuwono. 1997. Mencari minat Pengelolaan Berkelanjutan Sebagai Konsep Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Makalah Seminar Nasional dan Peatihan Pengelolaan Lahan Kering FOKUSHIMITI di Jember. Universitas Jember. Jember.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Landuse Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban



Lampiran 2. Peta Jenis Tanah Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban



Lampiran 3. Data Curah Hujan Kecamatan Kenduruan (2000-2009)

Bulan	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Rata-rata
Januari	337	301	405	80	180	132	193	56	209	218	211
Pebruari	195	400	182	234	194	224	292	187	171	248	233
Maret	302	254	267	171	406	207	172	176	206	217	238
April	236	154	115	207	76	179	168	264	111	114	162
Mei	57	27	74	68	81	24	223	31	37	146	77
Juni	173	141	0	20	46	77	0	202	8	132	80
Juli	10	22	11	0	36	12	0	21	0	19	13
Agustus	0	0	0	0	0	26	0	0	2	8	4
September	10	33	0	1	0	60	0	0	10	22	14
Oktober	200	179	0	12	24	124	0	49	123	2	71
November	220	151	97	410	93	140	113	69	224	115	163
Desember	104	124	143	369	173	305	207	292	259	115	209
Jumlah	1844	1786	1294	1572	1309	1510	1368	1347	1360	1356	1475

Lampiran 4. Analisis Sifat Fisik Tanah dan C-Organik

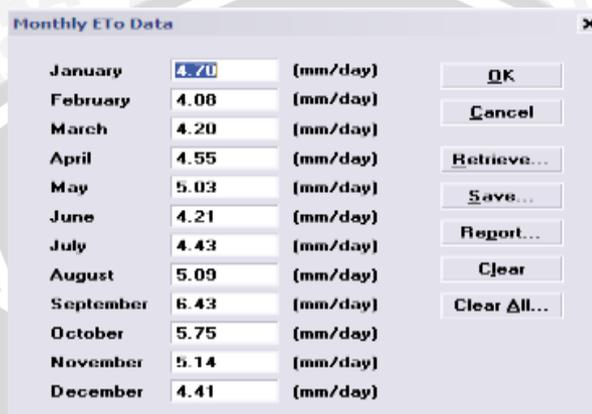
Kedalaman	KHJ	Berat		Porositas	PF		Kelas Tekstur (%)			C- Org	
		Isi	Jenis		2,5	4,2	Pasir	Liat	Debu		
cm	cm.jam ⁻¹	g.cm ⁻³		%	cm ³ .cm ⁻³					%	
0-20	7.76	1.15	2.35	51.00	0.25	0.11	29.05	20.27	50.68	Lempung berdebu	0.78
21-40	7.46	1.30	2.37	45.12	0.22	0.11	28.26	24.95	46.79	Lempung	0.36
41-60	7.90	1.35	2.34	42.23	0.21	0.12	30.26	30.32	39.41	Lempung berliat	0.30

Sumber: Hasil Analisis

Lampiran 5. Langkah-langkah Pemasukan Data *Cropwat for Windows*

- Memasukkan Data Curah 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:

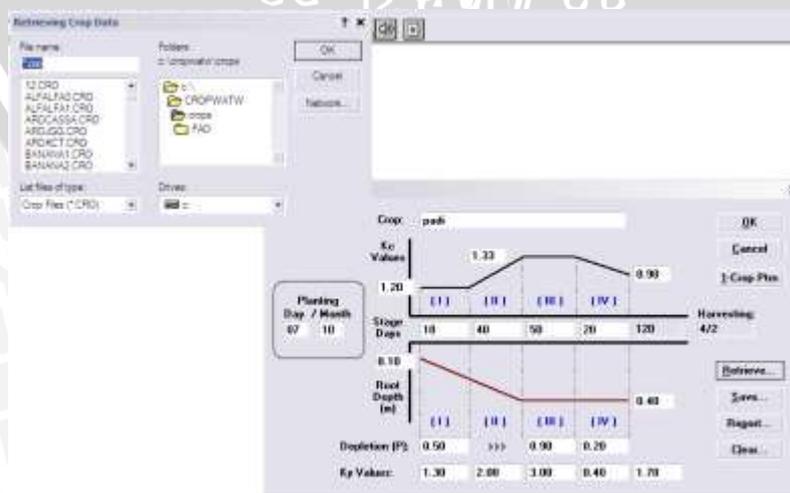


Month	Value (mm/day)
January	4.70
February	4.08
March	4.20
April	4.55
May	5.03
June	4.21
July	4.43
August	5.09
September	6.43
October	5.75
November	5.14
December	4.41

Pada Rainfall pemasukkan 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).

- Memasukkan Data Tanaman

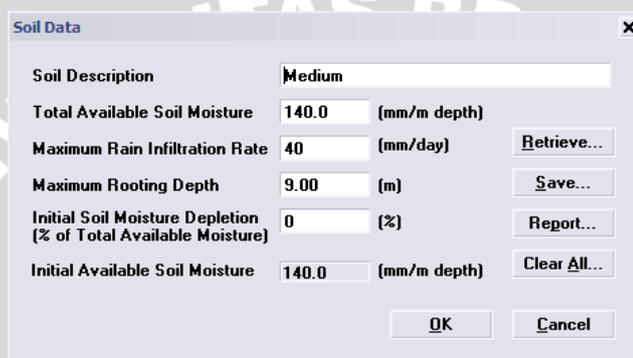
Pada peningkatan ketebalan solum merupakan input data dari *Cropwat for Windows*, adapun pemasukkan peningkatan ketebalan solum ini masuk ke dalam submenu Crop Coefficients pada menu Input Data Crops, kemudian lanjutkan klik Enter/modify sehingga akan tampilan sebagai berikut:



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).

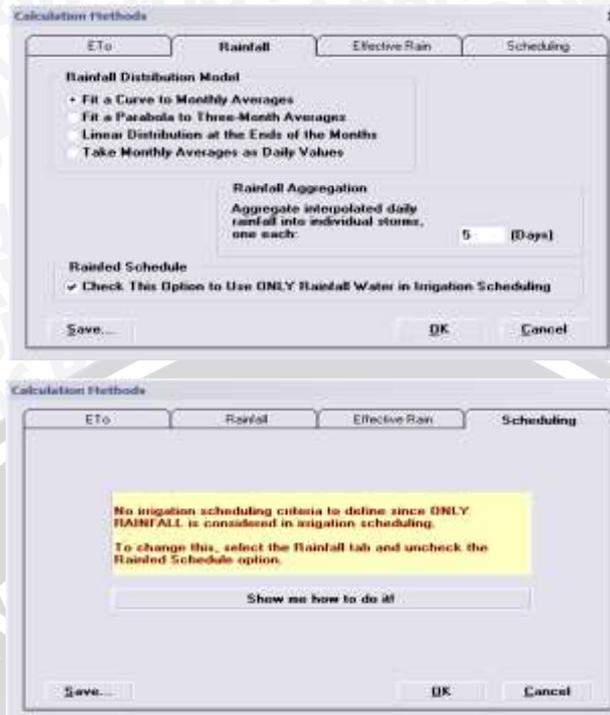
Memasukkan Data Tanah

Pada 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, kemudian lanjutkan klik Enter/modify sehingga akan tampilan sebagai berikut :



Pada data tanah pemasukkan 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).





Tabel calculation method berada pada tool schedule criteria. Effective hujan (hujan efektif) yang dipakai sebesar 80%. Sedang untuk opsi RAINFED pada application timing diganti irrigate at variable interval dan pada application depthnya di isikan variable depth, yang berarti criteria skejul dalam Cropwat *For Windows* dibuat tanpa irigasi tidak ada pemasukan air.



Lampiran 6. Hasil Otput *Cropwat for Windows*

4/1/2011 CropWat 4 Windows Ver 4.3

Climate and ETo (grass) Data

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

Country : indonesia Station : Lamongan
 Altitude : 7.11 meter(s) above M.S.L.
 Latitude : -7.09 Deg. (South) Longitude: 112.32 Deg. (East)

Month	MaxTemp (deg.C)	MiniTemp (deg.C)	Humidity (%)	Wind Spd. (Km/d)	SunShine (Hours)	Solar Rad. (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	31.8	25.1	75.6	192.7	5.8	18.7	4.70
February	29.7	25.1	78.0	145.2	4.9	17.5	4.08
March	29.6	26.4	76.6	101.1	5.9	18.8	4.20
April	31.3	26.0	75.4	124.4	7.6	20.2	4.55
May	34.6	25.8	64.3	156.4	8.1	19.2	5.03
June	31.3	23.5	69.8	139.1	8.2	18.4	4.21
July	32.4	22.8	71.4	134.8	8.8	19.5	4.43
August	33.0	26.1	66.5	143.4	8.8	21.1	5.09
September	35.2	24.3	55.6	200.4	8.9	22.8	6.43
October	33.2	25.7	64.4	171.1	8.3	22.6	5.75
November	32.6	26.1	70.8	149.5	7.3	21.0	5.14
December	31.1	25.3	73.4	154.7	5.3	17.8	4.41
Average	32.1	25.2	70.2	151.1	7.3	19.8	4.84

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

a = 0.25 b = 0.5

C:\CROPWAT\REPORTS\ARD.TXT

4/5/2011 CropWat 4 Windows Ver 4.3

Crop Water Requirements Report

- Crop # 1 : padi
 - Block # : [All blocks]
 - Planting date : 7/10
 - 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)
7/10	55.54	100.00	1.20	66.65	19.13	17.30	49.35	0.82
17/10	55.31	100.00	1.22	67.36	30.41	25.80	41.57	0.69
27/10	54.84	100.00	1.25	68.57	41.31	33.00	35.57	0.59
6/11	54.12	100.00	1.28	69.43	50.72	38.35	31.08	0.51
16/11	53.17	100.00	1.32	69.94	58.10	41.84	28.10	0.46
26/11	52.02	100.00	1.33	69.18	63.31	43.79	25.39	0.42
6/12	50.69	100.00	1.33	67.41	66.51	44.67	22.74	0.38
16/12	49.24	100.00	1.33	65.49	68.08	44.95	20.54	0.34
26/12	46.67	100.00	1.33	62.07	67.73	44.69	17.38	0.29
5/1	44.48	100.00	1.33	59.17	69.74	45.77	13.39	0.22
15/1	44.26	100.00	1.21	53.64	74.60	48.13	5.52	0.09
25/1	44.01	100.00	1.00	43.87	79.06	50.26	0.00	0.00
Total	604.36		762.79	688.70	478.55	290.62	[0.40]	

* ETo data is distributed using polynomial curve fitting.

* Rainfall data is distributed using polynomial curve fitting.

C:\CROPWAT\REPORTS\CWRPADI.TXT

3/26/2011

CropWat 4 Windows Ver 4.3

Irrigation Scheduling Report

* Crop Data:

 - Crop # 1 : padi
 - Block # : 1
 - Planting date : 7/10

* Soil Data:

 - Soil description : Medium
 - Initial soil moisture depletion : 0%

* Irrigation Scheduling Criteria:

 - Rainfed schedule.
 - Start of Scheduling: 7/10

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)
10/10	16.5	8.7	9.8	9.8	6.7	82.7%	12.2				
15/10	20.7	11.7	12.6	12.6	6.7	42.1%	13.6				
20/10	24.9	15.1	15.5	15.5	6.7	50.1%	14.9				
25/10	29.1	18.8	18.3	18.3	6.8	58.0%	16.2				
30/10	33.3	22.8	20.9	20.9	6.8	65.7%	17.7				
4/11	37.5	27.2	23.4	23.4	6.9	73.1%	19.4				
9/11	41.7	31.9	25.6	25.6	6.9	79.6%	21.3				
14/11	45.9	36.9	27.6	27.6	7.0	86.2%	23.7				
19/11	50.1	42.3	29.2	29.2	7.0	91.5%	26.4				
24/11	54.3	48.0	30.6	30.6	7.0	97.4%	29.8				
29/11	56.0	50.4	31.8	31.8	6.9	94.9%	31.2				
4/12	56.0	50.4	32.7	32.7	6.9	92.0%	30.2				
9/12	56.0	50.4	33.3	33.3	6.8	95.8%	29.4				
14/12	56.0	50.4	33.8	33.8	6.7	99.0%	28.9				
19/12	56.0	50.4	34.1	34.1	6.6	100.0%	27.9				
24/12	56.0	50.4	34.2	34.2	6.5	100.0%	26.3				
29/12	56.0	50.4	20.6	20.6	6.4	100.0%	37.8				
1/1	56.0	50.4	33.4	33.4	5.9	100.0%	23.0				
6/1	56.0	50.4	34.5	34.5	5.9	100.0%	18.2				
11/1	56.0	50.4	35.7	35.7	5.9	100.0%	12.1				
16/1	56.0	46.5	36.9	35.6	5.7	100.0%	5.7				
21/1	56.0	36.7	38.1	27.6	5.2	100.0%	5.2				
26/1	56.0	26.9	39.2	25.1	4.7	100.0%	4.7				
31/1	56.0	17.1	40.2	22.7	4.2	100.0%	4.2				
Total			692.2	648.6	664.9	87.2%		0.0	0.0	0.0	



* Yield Reduction:

- Estimated yield reduction in growth stage # 1	= 48.4%
- Estimated yield reduction in growth stage # 2	= 48.4%
- Estimated yield reduction in growth stage # 3	= 5.9%
- Estimated yield reduction in growth stage # 4	= 0.0%
- Estimated total yield reduction	= 21.8%

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

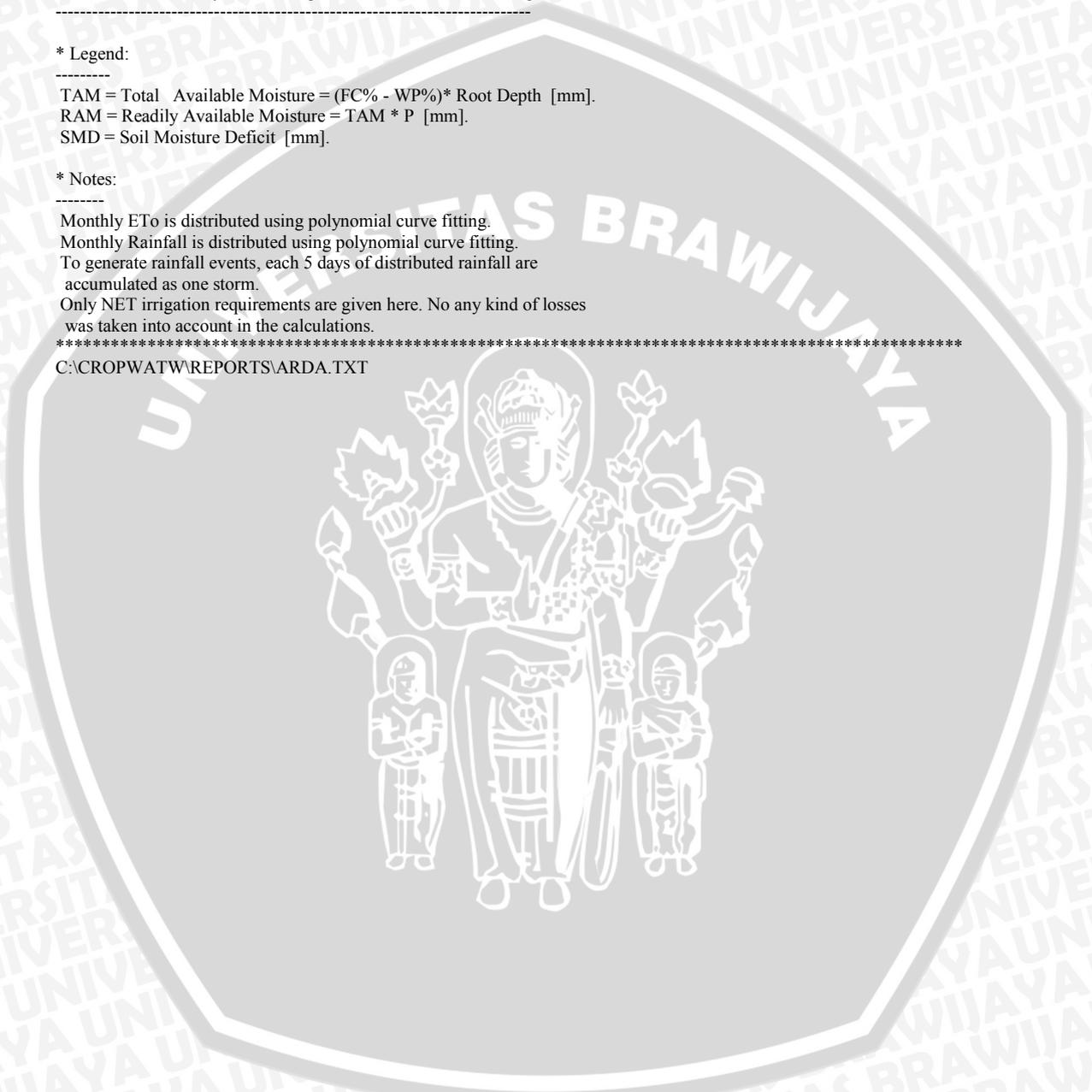
* Legend:

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

* Notes:

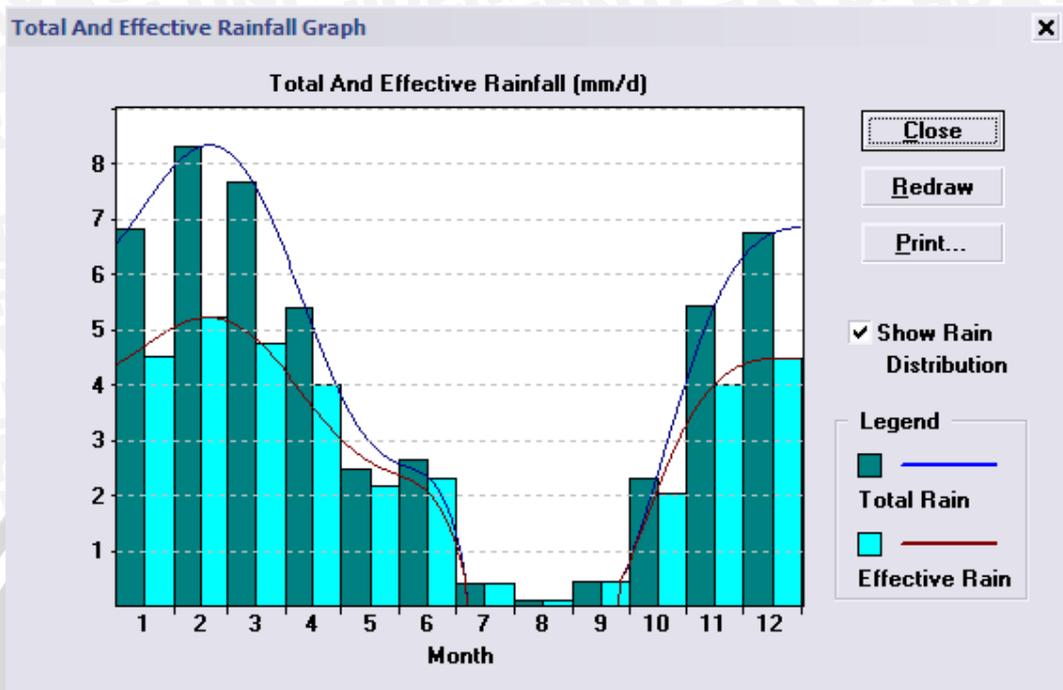
Monthly ETo is distributed using polynomial curve fitting.
 Monthly Rainfall is distributed using polynomial curve fitting.
 To generate rainfall events, each 5 days of distributed rainfall are accumulated as one storm.
 Only NET irrigation requirements are given here. No any kind of losses was taken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

 C:\CROPWAT\REPORTS\ARDA.TXT



Lampiran 7. Hasil Output Grafik CropWat for Windows Climate Graph

Climate Graph



CWR Graph

