

**SIMULASI MANAJEMEN AIR IRIGASI MENGGUNAKAN MODEL
AQUACROP DI DESA TANABANGKA KAB. GOWA**

ANDI FEBRIANTI RAMADHANI SRI ASTUTI

G111 14 501



**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2019



Optimization Software:
www.balesio.com

SIMULASI MANAJEMEN AIR IRIGASI MENGGUNAKAN AQUACROP

DI DESA TANABANGKA KAB. GOWA

**Andi Febrianti Ramadhani Sri Astuti
G111 14 501**



Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian
pada
Departemen Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

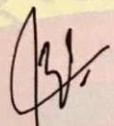
**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**

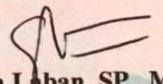


Optimization Software:
www.balesio.com

Judul skripsi Simulasi manajemen air irigasi menggunakan model AquaCrop di
Desa Tanabangka Kab. Gowa
Nama Andi Febrianti Ramadhani Sri Astuti
NIM G11114501

Disetujui oleh


Dr. Ir. Burhanuddin Rasvid, M.Sc
Pembimbing 1


Sartika Laban, SP., MP., Ph.D
Pembimbing 2

Diketahui oleh



Dr. Rismaneswati, SP., M.P
Ketua Departemen Ilmu Tanah

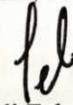
Tanggal lulus: 17 Mei 2019



DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Simulasi manajemen air irigasi menggunakan model AquaCrop di Desa Tanabangka Kab. Gowa” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 13 Mei 2019



Andi Febrianti RSA
G11114501

Scanned with
CamScanner



Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

Andi Febrianti RSA, Burhanuddin Rasyid, Sartika Laban
Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Tamalanrea Indah, Tamalanrea, Kota Makassar,
Sulawesi Selatan
Febriantiandi@ymail.com

Salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya produksi padi adalah ketersediaan air yang terbatas. Oleh karena itu, manajemen pengelolaan air diperlukan dalam mengatasi keterbatasan ketersediaan air. Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui berapa jumlah air irigasi yang dibutuhkan oleh tanaman padi, dan (2) untuk memprediksi pengaruh pemberian air terhadap karakteristik air dalam tanah. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tanabangka, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan, pada bulan Agustus 2018 sampai Maret 2019. Penelitian ini menggunakan delapan plot pengamatan, (1) perhitungan debit air menggunakan metode tampung, (2) pengujian sifat tanah di laboratorium, dan (3) simulasi pengaruh manajemen air terhadap keairan tanah menggunakan model *Aquacrop*. Untuk sumber pemberian air diperoleh dari air bawah tanah yang dipompa untuk tanaman padi. Hasil analisis menunjukkan jumlah pemberian air yang tinggi yaitu 1,157.01 mm/musim dengan rata-rata ETo 469 mm/musim. Selanjutnya, pemberian air sebanyak 766.18 mm/musim menghasilkan nilai kapasitas lapang yaitu 33.35 g/g dan produksi sebanyak 6.9 ton/ha.

Kata Kunci: Padi sawah, pemberian air, produksi, *Aquacrop*



Abstract

Andi Febrianti RSA, Burhanuddin Rasyid, Sartika Laban
Department of soil science, Faculty of agriculture, Hasanuddin University
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Tamalanrea Indah, Tamalanrea, Kota Makassar,
Sulawesi Selatan
Febriantiandi@ymail.com

One of factor that causes a decline rice production is the lack of water availability. Therefore, concern in water management in rice fields is needed to overcome the limited the availability of water. The purposes of this study are (1) to find out how much irrigation water is needed rice plants and to predict the effect of water supply on the soil water characteristic by using the AquaCrop model. This research was conducted in eight observation plots in Tanabangka village, Gowa South Sulawesi, on August 2018 to March 2019. This discharge of water apply was observed and calculated by method of catch, soil physic characteristic were analysis in laboratory, the effect of water irrigation management to the soil water characteristic was simulated by Aquacrop model. The main water source for the rice growth from irrigation was obtained from groundwater by pumping. The results of the analysis show that the amount of water given is 1157.01 mm / season with an average ETo of 495 mm / season. Furthermore, the results of the simulation of groundwater capacity by administering 766.18 mm / season of water obtained a field capacity value of 33.35 g / g with a yield of 6.9 tons / ha.

Keywords: Rice paddy field, water supply, production, Aquacrop



PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji kepada Tuhan yang Maha Esa, karena sampai hari ini segala nikmat telah kita rasakan. Salam kepada Rasulullah Muhammad SAW sebagai suri tauladan kita dalam beraktivitas. Penelitian dan skripsi ini tidak mungkin dapat selesai tanpa dukungan moril dan materil dari orang-orang tercinta, yang semoga Allah SWT membalas semuanya dan menghitungnya sebagai ibadah. Pertama kepada kedua orang tua saya yang memberikan segala yang mereka punya dan mengusahakan yang tidak mereka punya, semoga mama dan ayah sehat selalu. Selanjutnya, bapak Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc dan ibu Sartika Laban, SP., MP., Ph.D. sebagai pembimbing satu dan pembimbing dua dalam penelitian dan penyusunan skripsi. Kepada dosen-dosen yang telah memberikan ilmunya selama di kampus, dan kepada staf, pegawai terutama kak Hilma dan Pak Wahid yang memudahkan segala proses administrasi sampai skripsi ini bisa selesai. Kepada teman-teman yang dari semester awal hingga saat ini yang setia menemani, kepada saudari Utty, Indeh, Indah, Alya, Vivi, Uni, Yaya, Syarifa, Evi dan Ainul yang setia mendengar keluh kesalku. Saudara kak Akbar, kak Accul, Tegar dan Indra yang telah berkorban waktu dan tenaga dalam pengambilan sampel tanah. Kepada kak Fira dan Yohan terimakasih untuk pembuatan petanya. Kepada Pak Dg. Serre, Pak Sainuddin, Pak Samsuddin, Pak Saharuddin, Pak Mustafa, Pak Arif, Pak Dg. Lalang dan Pak Dg. Tanming di Kecamatan Bajeng Barat yang telah mengizinkan untuk mengadakan penelitian di lahan sawahnya. Saudari Mute dan Ra yang menemani akhir-akhir ini, sekaligus membantu dalam penyusunan skripsi dan kerja-kerja administrasi, serta kawan-kawan KKN Meri, Bella, Susan, kak Farid, Tono, Amel dan Adel yang selalu menghibur. Kemudian kepada saudara-saudari di organisasi, FMA, BEM dan HIMTI yang terus memberikan dorongan dan pengalaman selama menjalani hari-hari di kampus. Kepada Riska Muliana yang mengajak saya ikut dalam penelitian ini, tanpamu saya tidak bisa berada di posisi ini. Terakhir, kepada Yeka, yang banyak memperbaiki dan menemani dalam pengerjaan skripsi ini.

...sih, semoga kebaikan-kebaikan yang diberikan dapat terbalaskan.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DEKLARASI.....	ii
ABSTRAK	iv
PERSANTUNAN	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Kegunaan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ekofisiologi tanaman padi sawah	4
2.2 Irigasi	9
2.2.1 Pengelolaan sumberdaya air, tanah dan tanaman	11
2.2.2 Model <i>AquaCrop</i>	12



BAB III. METODOLOGI	26
3.1 Tempat dan Waktu.....	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Metode dan Tahap Penelitian	26
3.3.1 Data Primer	27
3.3.2 Data Sekunder	30
3.3.2 Metode Analisis Data.....	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil.....	36
4.1.1 Iklim	36
4.1.1 Sifat Tanah	39
4.1.2 Manajemen Irigasi oleh Petani.....	39
4.1.3 Komparasi Nilai Kapasitas Lapang.....	48
4.1.4 Estimasi Produksi Menggunakan <i>AquaCrop</i>	49
4.2 Pembahasan	49
4.2.1 Pengaruh Manajemen Air terhadap Sifat Fisik Tanah	49
4.2.2 Manajemen Irigasi oleh Petani.....	51
4.2.3 Estimasi Produksi Menggunakan <i>AquaCrop</i>	53
BAB V. PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
5.3 Kesimpulan dan Saran	56



DAFTAR TABEL

<i>Teks</i>	Halaman
Tabel 2.1 Nilai untuk karakteristik dua belas tekstur tanah pada AquaCrop.....	23
Tabel 3.1 Parameter Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya	28
Tabel 4.1. Sifat fisik tanah kedalaman 0-20 cm pada plot pengamatan di Desa Tanabangka, Kec. Bajeng Barat	46
Tabel 4.2. Manajemen air irigasi oleh petani disetiap plot pengamatan di Desa Tanabangka, Kec. Bajeng Barat	47
Tabel 4.4 Pengaruh pemberian air terhadap produksi padi (gabah kering (ton/ha))	49



DAFTAR GAMBAR

<i>Teks</i>	Halaman
Gambar 2.1 Neraca air sawah	23
Gambar 3.1 Lokasi plot pengamatan di Desa Tanabangka, Kec. Bajeng Barat tahun 2018.....	33
Gambar 3.2 Data-data yang dibutuhkan untuk simulasi pada model AquaCrop..	34
Gambar 3.3 Tahapan penelitian	35
Gambar 4.1. A. jumlah curah hujan rata-rata, b. suhu, c. radiasi matahari, d. kelembaban udara dan e. evapotranspirasi (ETo) di Desa Tanabangka, Kab. Gowa selama 6 tahun terakhir (2012-2017).....	36
Gambar 4.2 Jadwal pemberian air irigasi plot 1	40
Gambar 4.3 Jadwal pemberian air irigasi plot 2	40
Gambar 4.4 Jadwal pemberian air irigasi plot 3	40
Gambar 4.5 Jadwal pemberian air irigasi plot 4	40
Gambar 4.6 Jadwal pemberian air irigasi plot 5	41
Gambar 4.7 Jadwal pemberian air irigasi plot 6	41
Gambar 4.8 Jadwal pemberian air irigasi plot 7	41
Gambar 4.9 Jadwal pemberian air irigasi plot 8	41
Gambar 4.10. Kapasitas air dalam tanah pada plot 1	42
Gambar 4.11. Kapasitas air dalam tanah pada plot 2.....	42
Gambar 4.12. Kapasitas air dalam tanah pada plot 3.....	43
Gambar 4.13. Kapasitas air dalam tanah pada plot 4.....	43
Gambar 4.14. Kapasitas air dalam tanah pada plot 5.....	44



Gambar 4.15. Kapasitas air dalam tanah pada plot 6.....	44
Gambar 4.16. Kapasitas air dalam tanah pada plot 7.....	45
Gambar 4.17. Kapasitas air dalam tanah pada plot 8.....	45
Gambar 4.18 Perbandingan nilai kapasitas lapang dengan metode analisis dan <i>AquaCrop</i>	48



DAFTAR LAMPIRAN

<i>Teks</i>	Halaman
Lampiran 1. Data curah hujan (mm/bulan) selama 6 tahun terakhir (2012-2017)...	59
Lampiran 2. Data suhu (°C) maksimum selama 6 tahun terakhir (2012-2017)	59
Lampiran 3. Data suhu (°C) minimum selama 6 tahun terakhir (2012-2017).....	60
Lampiran 4. Data suhu (°C) rata-rata selama 6 tahun terakhir (2012-2017).....	60
Lampiran 5. Data radiasi matahari (cal/cm ² /h) rata-rata selama 6 tahun (2012-2017).....	61
Lampiran 6. Data kelembaban udara (%) rata-rata selama 6 tahun terakhir (2012-2017).....	61
Lampiran 7. Data ETo (mm/bulan) rata-rata selama 6 tahun (2012-2017).....	62
Lampiran 8. Tampilan awal dari model <i>AquaCrop</i>	62
Lampiran 9. Tampilan menu <i>AquaCrop</i>	63
Lampiran 10. Data-data pendukung simulasi model <i>AquaCrop</i>	63
Lampiran 11. Deskripsi varietas padi Cisantana.....	64
Lampiran 12. Deskripsi varietas padi IR42.....	65
Lampiran 13. Deskripsi varietas padi Inpari 30	66
Lampiran 14. Deskripsi varietas padi Ciherang.....	67
Lampiran 15. Deskripsi varietas padi Mekongga	68
Lampiran 16. Plot pengambilan sampel tanah	69
Lampiran 17. Dokumentasi survei	70
Lampiran 18. Data hasil wawancara	71
Lampiran 19. Dokumentasi analisis sifat fisik tanah di laboratorium	72



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terdapat tiga musim tanam dalam setahun yang dikenal di Sulawesi Selatan. Musim tanam tersebut yaitu musim rendeng, musim gadu I dan musim gadu II. Musim rendeng terjadi pada musim penghujan dan sumber air irigasi berasal dari air hujan. Musim gadu I, terjadi pada musim kemarau dan sumber air irigasi berasal dari bendung. Musim gadu II terjadi pada musim kemarau dan sumber irigasi berasal dari air bawah tanah. Tanaman padi dapat ditanam setiap tahun, tetap tanaman padi membutuhkan air untuk tumbuh dan berkembang, sehingga perlunya irigasi pada setiap daerah.

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak (PPRI, 2006). Manfaat dari irigasi adalah melancarkan aliran air ke lahan sawah, mencukupi kebutuhan air pada lahan pertanian, mempermudah para petani untuk mengairi lahannya, salah satu sarana pendukung ketahanan pangan.

Pada musim rendeng dan gadu I, padi menjadi tanaman yang utama, sedangkan pada musim gadu II sebagian besar petani menanam palawija. Namun tidak sedikit petani yang menanam padi. Berdasarkan dari hasil observasi dan wawancara, petani di Kec. Bajeng Barat melakukan penanaman padi dimusim penghujan, sehingga kebutuhan air pada musim kemarau tidak tercukupi. Kekurangan



air dapat berdampak pada padi, karena air adalah pemasok pertumbuhan sehingga terjadi pengurangan produksi. Hasil produksi yang didapatkan yaitu sebesar 5.8 ton/ha padahal untuk tanaman padi varietas Mekongga mempunyai hasil potensi produksi sebesar 7 ton/ha (Balai Pertanian, 2009).

Manajemen pengelolaan air pada sawah diperlukan dalam mengatasi keterbatasan ketersediaan air dan berguna sebagai referensi kebijaksanaan dalam pengelolaan areal pertanian, sehingga kondisi iklim ekstrim tidak akan menyebabkan kerugian yang terlalu besar. Manajemen yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan simulasi model Aquacrop yang dikembangkan oleh FAO (*The Food and Agricultural Organization*) pada tahun 2009. Simulasi ini adalah model simulasi yang mengukur efek pemberian air pada hasil produksi dan dapat menjadi alat dalam pengelolaan air dan irigasi.

Model *AquaCrop* yang baru dikembangkan adalah tipe yang sangat mudah digunakan dan sangat praktis karena telah menggabungkan berapa model yang telah ada, selain itu juga model ini mampu mempertahankan keseimbangan optimal antara akurasi, ketahanan, kesederhanaan, dan membutuhkan parameter yang relatif mudah di dapatkan (Raes, D. S., 2009). Model *AquaCrop* memprediksi produktivitas tanaman, kebutuhan air, dan efisiensi penggunaan air dibawah kondisi air yang sangat terbatas (*under limiting*) (Steduto dkk, 2012).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diadakan penelitian “simulasi manajemen air irigasi menggunakan *AquaCrop* pada Desa Tanabangka Kab. Gowa.” Untuk dapat pengelolaan ketersediaan air yang tepat pada tanaman dan bisa



dimanfaatkan pada skala lapangan maka dilakukan simulasi menggunakan model *Aquacrop*.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

1.2.1 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. untuk mengetahui berapa jumlah air irigasi yang dibutuhkan oleh tanaman padi,
2. untuk memprediksi pengaruh pemberian air terhadap kondisi air dalam tanah.

1.2.2 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini diharapkan model ini dapat dimanfaatkan dalam peningkatan produksi tanaman padi dengan manajemen air irigasi yang tepat dan dapat digunakan untuk menganalisis data iklim terhadap pengairan irigasi dilahan sawah dengan metode *AquaCrop*.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekofisiologi tanaman padi sawah

2.1.1 Iklim

Tanaman padi dapat tumbuh pada daerah mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Rata-rata curah hujan yang baik adalah 200 mm/bulan selama 3 bulan berturut-turut atau 1500-2000 mm/tahun (Tjasyono H, 1995). Padi dapat di tanam di musim kemarau atau hujan. Pada musim kemarau produksi meningkat asalkan air irigasi selalu tersedia. Di musim hujan, walaupun air melimpah produksi dapat menurun karena penyerbukan kurang intensif. Di dataran rendah padi memerlukan ketinggian 0-650 m dpl dengan suhu 22-27°C sedangkan di dataran tinggi 650-1.500 m dpl dengan suhu 19-23°C. Tanaman padi memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Indonesia memiliki panjang radiasi matahari kurang lebih 12 jam sehari dengan intensitas radiasi 350 cal/cm²/hari pada musim penghujan.

Curah hujan merupakan unsur iklim yang fluktuasinya tinggi dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman cukup signifikan. Jumlah curah hujan secara keseluruhan sangat penting dalam menentukan hasil (Handoko. 1995), terlebih apabila ditambah dengan peningkatan suhu. Peningkatan suhu yang besar dapat menurunkan hasil. Peningkatan curah hujan disuatu daerah berpotensi terjadinya banjir. Kedua hal tersebut tentu berdampak buruk terhadap metabolisme tubuh dan berpotensi menurunkan produksi, hingga kegagalan panen.



2.1.2 Tanah Sawah

Tanah sawah didefinisikan sebagai tanah yang digunakan untuk bertanam padi sawah yang digenangi, baik terus-menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Segala macam jenis tanah dapat disawahkan asalkan air cukup tersedia. Padi sawah juga ditemukan pada berbagai macam iklim yang jauh lebih beragam dibandingkan dengan jenis tanaman lain, sehingga tidak mengherankan bila sifat tanah sawah sangat beragam sesuai dengan sifat tanah asalnya (Hardjowigeno dkk 2004).

Secara umum, tanah sawah memiliki ciri khas yang membedakannya dengan tanah tergenang lainnya, yaitu adanya lapisan oksidasi di bawah permukaan air akibat difusi O_2 setebal 0.8-1.0 cm dan selanjutnya lapisan reduksi setebal 25-30 cm dan diikuti oleh lapisan tapak bajak yang kedap air. Lapisan tapak bajak yang terbentuk sebagai akibat adanya praktek pengelolaan tanah sawah dalam keadaan tergenang (Hardjowigeno dkk 2004).

Tekstur tanah yang mengandung liat dapat dikategorikan sesuai untuk tanah sawah karena tanah liat mampu menahan air lebih kuat. Djaenuddin dkk. (2003) mengatakan tanah dengan tektur halus-sedang (liat berpasir, liat, liat berdebu, lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung berpasir, lempung liat berdebu, lempung berdebu, dan debu) sesuai untuk dijadikan lahan sawah.



Faktor tanah yang berpengaruh adalah kandungan air tanah, tekstur tanah, tebal, salinitas, kesuburan, suhu, aerasi dan drainasenya. Kemampuan tanah untuk menahan air (*water holding capacity*) adalah besarnya kadar air yang dapat disimpan di daerah perakaran pada batas antara kapasitas lapang dan titik layu permanen. Kemampuan tanah untuk menahan air akan berbeda untuk setiap tekstur (Soepardi, 1979).

2.1.3 Fase Pertumbuhan Padi

Menurut Sugeng H (2001), tanaman padi membutuhkan 3 fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif, fase generatif, fase pematangan. Fase vegetatif adalah awal pertumbuhan tanaman, fase generatif mulai dari perkecambahan benih sampai primordia bunga (pembentukan malai), fase pematangan hingga panen.

2.1.3.1 Fase vegetatif

Pada fase ini benih akan menyerap air dari lingkungan (karena perbedaan kadar air antara benih dan lingkungan), masa dormansi akan pecah ditandai dengan kemunculan radicle dan plumule. Faktor yang mempengaruhi perkecambahan benih adalah kelembaban, cahaya dan suhu. Petani biasanya melakukan perendaman benih selama 24 jam kemudian diperam 24 jam lagi.

tahap pertunasan mulai begitu benih berkecambah hingga menjelang anakan muncul. Pada awal di persemaian, mulai muncul akar seminal hingga akar sekunder membentuk sistem perakaran serabut permanen dengan



cepat menggantikan radikula dan akar seminal sementara. Disisi lain tunas terus tumbuh, dua daun lagi terbentuk.

Daun terus berkembang pada kecepatan 1 daun setiap 3-4 hari selama tahap awal pertumbuhan sampai terbentuknya 5 daun sempurna yang menandai akhir fase ini. Dengan demikian pada umur 15 – 20 hari setelah sebar, bibit telah mempunyai lima daun dan sistem perakaran yang berkembang dengan cepat. Tahap Pembentukan anakan. Setelah kemunculan daun kelima, tanaman mulai membentuk anakan bersamaan dengan berkembangnya tunas baru.

Anakan muncul dari tunas aksial pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Bibit ini menunjukkan posisi dari dua anakan pertama yang mengapit batang utama dan daunnya. Setelah tumbuh, anakan pertama memunculkan anakan sekunder, demikian seterusnya hingga anakan maksimal. Pada fase ini, ada dua tahapan penting yaitu pembentukan anakan aktif kemudian disusul dengan perpanjangan batang. Kedua tahapan ini bisa tumpang tindih, tanaman yang sudah tidak membentuk anakan akan mengalami perpanjangan batang, buku kelima dari batang di bawah kedudukan malai, memanjang hanya 2-4 cm sebelum pembentukan malai.

Sementara tanaman muda (tepi) terkadang masih membentuk anakan baru, sehingga terlihat perkembangan kanopi sangat cepat. Pada tanaman yang akan sistem tabela (tanam benih langsung) periode fase ini mungkin tidak 0 hari karena bibit tidak mengalami stagnasi seperti halnya tanaman sistem



transplanting yang beradaptasi dulu dengan lingkungan barunya sesaat setelah pindah tanam.

2.1.3.2 Fase generatif

Daun pertama pada batang keluar bersamaan dengan timbulnya tunas (calon daun) berikutnya. Pertumbuhan daun yang satu dengan daun berikutnya (daun baru) mempunyai selang waktu tujuh hari dan tujuh hari berikutnya akan muncul daun baru lainnya. banyaknya daun padi hingga terbentuknya malai. Panjang malai tergantung pada varietas padi yang ditanam dan cara bercocok tanam. Dari sumbu utama pada ruas buku yang terakhir inilah biasanya panjang malai (rangkaiian bunga) diukur. Panjang malai dapat dibedakan menjadi tiga ukuran yaitu malai pendek (kurang dari 20 cm), malai sedang (antara 20-30 cm), dan malai panjang (lebih dari 30 cm).

Menurut Aak (1992). Secara umum pemasakan bulir pada tanaman padi terbagi atas empat stadia, yaitu :

1. Stadia masak susu (8-10 hari setelah berbunga merata)
2. Stadia masak kuning (7 hari setelah masak susu)
3. Stadia masak penuh (7 hari setelah masak kuning)
4. Stadia masak mati (6 hari setelah masak penuh)

2.1.3.3 Fase pemasakan

Secara umum padi dikatakan sudah siap panen bila butir gabah yang menguning mencapai sekitar 80% dan tangkainya sudah menunduk. Setiap gabah matang, menguning penuh, keras dan berwarna kuning. Daun bagian atas mengering dengan



cepat (daun dari sebagian varietas ada yang tetap hijau). Sejumlah daun yang mati terakumulasi pada bagian dasar tanaman. Sehingga gabah pada malai mulai menguning. Pelayuan dari anakan dan daun dibagian dasar tanaman nampak semakin jelas. Pertanaman kelihatan menguning, seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mulai mengering.

2.2 Irigasi

Air merupakan bahan yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan tanaman. Kekurangan air mengakibatkan terganggunya perkembangan morfologi dan proses fisiologi tanaman. Masalah kekurangan air timbul akibat siklus hidrologi di alam tidak merata. Sebagai tindak lanjutnya lahir pemikiran untuk memenuhi kekurangan air yang sering terjadi. Salah satu ilmu yang mengkaji dan membahas tentang masalah air bagi pertanian adalah ilmu irigasi.

Irigasi berarti pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. Kebutuhan air tanaman sama dengan kehilangan air persatuan luas yang diakibatkan oleh kanopi tanaman ditambah dengan hilangnya air melalui penguapan permukaan tanah pada luasan tertentu. Dengan demikian kebutuhan air tanaman ditentukan dengan menghitung besarnya penguapan (evaporasi) permukaan tanah dan penguapan tajuk tanaman (transpirasi). Sebenarnya untuk menentukan kebutuhan air secara tepat, banyak faktor yang membutuhkan perhatian, terutama

meteorologi dan faktor hidrologi yang berhubungan langsung dengan jumlah efisiensi irigasi.



Kegiatan-kegiatan irigasi menyangkut penampungan air, penyaluran air ke lahan dan pembuangan kelebihan air serta usaha menjaga kontinuitas air. Pada prinsipnya air irigasi yang ditambahkan adalah untuk menutupi kekurangan air tanah yang telah ada pada saat yang diperlukan dalam jumlah yang cukup. Oleh karena itu, untuk merancang irigasi selain diperlukan data hidrologi dan meteorologi, juga diperlukan pengelolaan air yang bagus.

Dalam satu periode tanam, kebutuhan air untuk seluruh operasional pengelolaan sawah beririgasi (pembibitan, persiapan lahan dan irigasi) dengan umur tanaman 100 hari akan memerlukan air 520-1.620 mm/musim. Untuk padi dengan umur 130 hari membutuhkan air sebanyak 720-2.160 mm/musim (Subagyono, dkk. 2004).

Pengelolaan air di lahan sawah ada beberapa metode, salah satunya adalah irigasi berselang. Sistem irigasi berselang merupakan sistem pemberian air ke lahan sawah dengan tingkat tertentu kemudian pemberian air berikutnya dilakukan pada periode tertentu setelah penggenangan air pada level tersebut surut hingga tidak ada terjadi genangan.

Menurut Suyamto dkk. (2007), tujuan pengairan berselang adalah:

1. Menghemat air irigasi sehingga areal yang dapat diairi lebih luas.
2. Memberi kesempatan akar tanaman memperoleh udara lebih banyak sehingga

dapat berkembang lebih dalam.

Prevenesi mencegah timbulnya keracunan besi, penimbunan asam organik dan gas H_2S

yang menghambat perkembangan akar.



4. Mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif (tidak menghasilkan malai dan gabah).
5. Menyeragamkan pemasakan gabah dan mempercepat waktu panen.
6. Memudahkan pengendalian hama keong mas, wereng coklat dan penggerek batang.

2.3 Hubungan air, tanah dan tanaman

Tanah merupakan bagian yang tidak dapat terpisah dari kehidupan tumbuhan karena tanah merupakan media bagi tumbuhan yang hidup di atasnya. Tanah diperlukan tumbuhan sebagai tempat hidup (habitat) dimana tumbuhan tersebut ditanam. Namun yang tak kalah penting adalah unsur hara yang terkandung dalam tanah yang diperlukan tumbuhan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya, tumbuhan menyerap unsur hara yang terkandung di dalam tanah. Tumbuhan memerlukan kombinasi yang tepat dari berbagai nutrisi untuk tumbuh, berkembang, dan bereproduksi. Ketika tumbuhan mengalami mal nutrisi, tumbuhan menunjukkan gejala-gejala tidak sehat. Nutrisi yang terlalu sedikit atau yang terlalu banyak dapat menimbulkan masalah.

Nutrisi adalah substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari pertumbuhan suatu pohon. Nutrisi didapatkan dari makanan dan cairan yang selanjutnya diasimilasi oleh tubuh tumbuhan contoh nutrisi di dalam tanah

rupa air dan mineral.



Tanah juga menyimpan air dan hara untuk digunakan oleh tanaman selama pertumbuhan. Jumlah air tanah yang dapat diserap oleh tanaman bervariasi, karena perbedaan karakteristik tanah, misalnya tekstur tanah distribusi akar dan kedalaman akar tanaman. Menurut Bruand dkk (2003), tanah-tanah berpasir berbeda dengan tanah lainnya, agregasinya mudah digemburkan dengan pengelolaan tanah, sehingga dihasilkan porositas yang lebih besar tetapi stabilitasnya sangat lemah.

2.4 Model *AquaCrop*

FAO mengembangkan *AquaCrop* untuk mengatasi ketahanan pangan dan menilai dampak lingkungan dan manajemen terhadap produksi tanaman. Saat mendesain model, keseimbangan optimal antara kesederhanaan, akurasi dan ketahanan pangan dalam pertanian. *AquaCrop* hanya menggunakan sejumlah kecil parameter eksplisit dan sebagian besar variabel input intuitif yang dapat ditentukan dengan metode sederhana.

AquaCrop adalah model simulasi tanaman yang menggambarkan interaksi antara tanaman dan tanah. Dari zona akar, tanaman mengekstrak air dan nutrisi. Manajemen lapangan (mis. kesuburan tanah) dan manajemen irigasi karena mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sistem yang dijelaskan terkait dengan atmosfer melalui batas atas yang menentukan permintaan penguapan (ET_0) dan CO_2 dan energi untuk pertumbuhan tanaman.



Model *AquaCrop* dikembangkan oleh FAO (*The Food and Agricultural Organization*) pada tahun 2009. Simulasi ini adalah model simulasi yang mengukur

efek pemberian air pada hasil produksi dan dapat menjadi alat yang berharga dalam pengelolaan air dan irigasi. *AquaCrop* mengakomodasi sistem manajemen air yang berbeda, termasuk pertanian tadah hujan dan tambahan, defisit dan irigasi penuh.

Model ini adalah pengembangan dari beberapa model sebelumnya dimana kompleksitas respon tanaman untuk defisit air menyebabkan penggunaan fungsi produksi empiris sebagai pilihan yang paling praktis untuk menilai respon air untuk hasil produksi. Awalnya, beberapa model yang dibuat oleh FAO divisi Tanah dan Air, mengacu pada fungsi pendekatan empiris yang dapat dilihat pada jurnal volume 33 yang ditulis Doorenbos dan Kassam, 1979 mewakili Seri A, No 80, dimana sumber ini menentukan respons hasil terhadap ketersediaan air di lapangan dimana awalnya hanya untuk sayuran (budidaya) dan tanaman berkayu (tanaman tahunan).

Melalui persamaan (2.1):

$$\left(\frac{Y_x - Y_a}{Y_x}\right) = \left(\frac{T_x - T_a}{T_x}\right) \dots\dots\dots (2.1)$$

- Ket: Y_x = Produksi Hasil Maksimum
- Y_a = Produksi Hasil Aktual
- T_x = Evapotranspirasi Maksimum
- T_a = Evapotranspirasi Aktual
- K_y = Faktor Proporsionalitas antara kehilangan Hasil dan pengurangan

Relatif

2.4.1 Deskripsi Model *AquaCrop*

AquaCrop mengalami banyak kemajuan yang telah dibuat dalam mengukur dan menganalisis pertumbuhan tanaman terhadap air dalam kurung waktu 30 tahun terakhir.



AquaCrop ini mengarah pada pengembangan hasil panen dan simulasi produktivitas air. Untuk perkembangan ini, FAO menyelenggarakan konsultasi dengan otoritas dan pakar yang diakui dari lembaga ilmiah dan akademik pusat penelitian nasional dan internasional serta organisasi pemerintah di seluruh dunia. Model ini untuk mencapai keseimbangan antara akurasi, kesederhanaan dan ketepatan. Simulasi ini digunakan untuk manajemen irigasi, perencanaan proyek dan simulasi skenario pada skala yang berbeda.

AquaCrop berkembang sebelumnya dari pendekatan yang dibuat oleh Doorenbos dan Kassam (1979) untuk memisahkan (i) ETA ke evaporasi tanah (Es) dan transpirasi tanaman (Ta) dan (ii) hasil akhir (Y) menjadi biomassa (B) dan indeks panen (HI). Pemisahan ETA ke Es dan Ta menghindari pengganggu efek dari penggunaan konsumtif air yang tidak produktif (Es). Hal ini penting terutama selama penutup tanah. Pemisahan Y ke B dan HI memungkinkan perbedaan dasar hubungan fungsional antara lingkungan dan biomassa antara lingkungan dan HI. Hubungan ini sebenarnya berbeda secara fundamental dan penggunaannya menghindari efek kurangnya air pada B dan HI. Perubahan dijelaskan pada persamaan (2.2) berikut :

$$B = WP \cdot \Sigma ta \dots\dots\dots (2.2)$$

Ket: B= Biomassa

Ta= Transpirasi tanaman (dalam mm)

WP= Parameter produktivitas air (kg biomassa/mm/m² dan air kumulatif terjadi selama periode waktu dimana biomassa diproduksi).



2.4.2 Skema perhitungan *AquaCrop*

AquaCrop mensimulasikan hasil panen akhir dalam empat langkah yang mudah dipahami dan yang membuat pendekatan pemodelan transparan. Empat langkah (yang dijalankan secara seri pada setiap langkah waktu harian) terdiri dari simulasi:

1. Pengembangan tutupan kanopi hijau (*canopy cover*, CC); Dalam pengembangan dedaunan *AquaCrop* dinyatakan melalui penutup CC dan bukan melalui *Leaf Area Index* (LAI). Penutup CC adalah sebagian kecil dari permukaan tanah yang ditutupi oleh kanopi. Berkisar dari nol saat menabur atau menanam (0% dari permukaan tanah ditutupi oleh kanopi) hingga nilai maksimum pada pertengahan musim ketika tutupan kanopi penuh sempurna (100% dari permukaan tanah ditutupi oleh kanopi). Dengan menyesuaikan kadar air tanah di profil tanah, *AquaCrop* melacak tekanan yang mungkin berkembang di zona akar. Kekurangan air tanah dapat mempengaruhi daun dan ekspansi kanopi, jika parah maka pertumbuhan kanopi awal tidak dapat sempurna;

2. Transpirasi tanaman (T_r); Untuk kondisi air yang baik, T_r dihitung dengan mengalikan evapotranspirasi referensi (E_{To}) dengan koefisien tanaman ($K_c T_r$). Koefisien tanaman sebanding dengan CC dan karenanya bervariasi sepanjang siklus hidup tanaman sesuai dengan penutup kanopi yang disimulasikan. Stres air tidak

mempengaruhi perkembangan kanopi tetapi dapat menyebabkan penutupan sehingga mempengaruhi transpirasi tanaman.



3. Biomassa di atas tanah (B); Biomassa di atas tanah yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kumulatif transpirasi tanaman (ΣTr). Faktor proporsional adalah produktivitas air biomassa (WP). Dalam *AquaCrop* WP dinormalisasi untuk efek kondisi iklim yang membuat produktivitas air biomassa dinormalisasi (WP*) berlaku untuk beragam lokasi, musim dan konsentrasi CO₂.

4. Hasil panen (Y); Simulasi biomassa di atas tanah (B) mengintegrasikan semua produk fotosintesis yang diasimilasi oleh tanaman selama satu musim tanam, dengan menggunakan *Harvest Index* (HI) yang merupakan simulasi biomassa hasil produksi yang dapat dipanen. Hasil panen (Y) diperoleh dari biomassa. HI selama simulasi yang sebenarnya diperoleh dengan menyesuaikan referensi *Harvest Index* (HI₀) dengan faktor penyesuaian untuk efek stres.

Tekanan suhu dan air secara langsung mempengaruhi satu atau lebih proses di atas. *AquaCrop* juga mempertimbangkan efek dari infestasi gulma, kesuburan tanah dan tekanan salinitas tanah terhadap transpirasi tanaman pengembangan kanopi dan produksi biomassa.

2.4.3 Parameter model

Seperti beberapa model yang lain, *AquaCrop* membutuhkan beberapa parameter untuk menjalankan simulasi model ini yaitu iklim, tanaman, tanah dan Manajemen.

Adapun parameternya sebagai berikut:



tiap hari dari periode simulasi, *AquaCrop* membutuhkan:

- Evapotranspirasi referensi (ET_o); ET_o adalah ukuran permintaan penguapan atmosfer, menentukan tingkat transpirasi tanaman dan penguapan tanah.
- Suhu udara minimum (T_n) dan maksimum (T_x); Suhu diperlukan untuk menghitung hari-hari tingkat pertumbuhan yang menentukan perkembangan dan fenologi tanaman, untuk membuat penyesuaian dalam transpirasi tanaman selama periode dingin dan untuk menghitung tekanan panas dan dingin yang mempengaruhi penyerbukan;
- Data curah hujan; Curah hujan diperlukan untuk memperbarui keseimbangan air tanah dan untuk menghitung tekanan air tanah yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan proses produksi.

ET_o diperoleh mengikuti prosedur yang dijelaskan dalam FAO divisi Irigasi dan Drainase (Allen dkk., 1998). Dimana tidak semua variabel input yang diperlukan untuk menghitung ET_o potensial. *AquaCrop* tidak untuk menghitung ET_o, tapi program perangkat lunaknya terpisah (Raes dkk., 2008).

Untuk memenuhi kebutuhan akan metode standar untuk menghitung ET_o dari data meteorologi, FAO mengembangkan metode FAO *Penman-Monteith*. Metode ini mengatasi kekurangan metode *Penman* dan kebutuhan untuk kalibrasi lokal faktor-faktor resistensi saat menggunakan persamaan *Penman-Monteith*.

Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus *Monteith*, yang pada tahun 1990 oleh FAO dimodifikasi dan dikembangkan rumus *FAO Penman-Monteith* yang diuraikan sebagai berikut:



$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Ket:
- Eto = Evapotranspirasi acuan(mm/hari),
 - Rn= Radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m²/hari),
 - G= Kerapatan panas terus-menerus pada tanah (MJ/m²/hari),
 - T= Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C),
 - u₂= Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),
 - e_s= Tekanan uap jenuh (kPa),
 - e_a= Tekanan uap aktual (kPa),
 - Δ= Kurva kemiringan tekanan uap (kPa/°C),
 - γ=Konstanta psychrometric (kPa/°C).

Suhu udara merupakan faktor lingkungan yang penting pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman dan berperan hampir pada semua proses pertumbuhan (Tjasyono, 1992). Selanjutnya suhu juga mempengaruhi tanaman pada laju proses-proses metabolisme (Baharsjah dalam Bey, 1991), dimana pengaruh suhu terutama terlihat pada laju perkembangan tanaman seperti pada perkecambahan, pembentukan daun dan inisiasi organik reproduktif. Suhu merupakan salah satu faktor utama dari lingkungan yang menentukan besarnya pemanjangan dan pertambahan luas organ tanaman melalui translokasi asimilat dari daun, batang dan organ lain. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan tanaman bervariasi tergantung pada fase pertumbuhan



Suhu (minimum dan maksimum), curah hujan dan ETo dapat diberikan pada skala waktu yang berbeda, khususnya setiap hari, 10 hari dan catatan bulanan. Namun, pada saat dijalankan *AquaCrop* memproses 10 hari dan catatan bulanan menjadi nilai harian. Prosedur perhitungan untuk *downscale* 10 hari dan bulanan catatan untuk nilai harian. Fleksibilitas ini untuk skala waktu yang berbeda karena variabel input cuaca diperlukan untuk menggunakan *AquaCrop* di daerah catatan cuaca terbatas.

Dastane (1974) mengemukakan bahwa curah hujan efektif adalah jumlah curah hujan selama musim pertumbuhan yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dari suatu tanaman. Iskandar (1983) mendefinisikan total curah hujan yang digunakan untuk kebutuhan tanaman terhadap air dan sekaligus mengurangi evapotranspirasi tanaman dan jumlah air irigasi sebagai curah hujan efektif.

2. Tanaman

Dalam model *AquaCrop*, sistem tanaman memiliki lima komponen utama dan memiliki resepon yang dinamis. Komponen tersebut adalah fenologi, penutupan kanopi, kedalaman perakaran, produksi biomassa dan produksi. Tanaman tumbuh dan berkembang dengan memperluas kanopi dan memperdalam sistem perakaran sementara pada saat yang sama tahap perkembangan utama ditetapkan.

Respon tanaman terhadap kemungkinan stress air yang dapat terjadi setiap

uma siklus pertumbuhan, terjadi melalui tiga masukan utama yaitu gan tingkat ekspansi kanopi (biasanya selama pertumbuhan awal),



penutupan stomata (biasanya sampai akhir pertumbuhan) dan percepatan penuaan (biasanya selama awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan). Cekaman air secara khusus dapat mempengaruhi *water productivity* (WP) dan parameter *harvest indeks* (HI). dengan demikian kanopi merupakan sumber untuk transpirasi aktual yang akan diterjemahkan dalam proporsi jumlah biomassa yang dihasilkan melalui WP. Jumlah hasil biomassa (*yield*) kemudian ditentukan melalui HI, yaitu dengan persamaan (2.4) berikut:

$$Y = B \cdot HI \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Ket: Y= Jumlah hasil biomassa
 B= Biomassa
 HI= Indeks panen

Meskipun *AquaCrop* menggunakan parameter HI, namun tidak menghitung keseluruhan biomassa yang menjadi bagian dari organ tanaman (misalnya, daun, akar, dll), produksi biomassa dipisahkan dari ekspansi kanopi dan kedalaman perakaran. Pilihan ini menghindari kompleksitas dan ketidakpastian terkait dengan proses paling sedikit untuk dipahami dan paling sulit pada bagian model.

Hubungan antara tunas dan akar dipertahankan melalui keseimbangan fungsional antara pembangunan kanopi dan kedalaman perakaran. Tergantung pada ketersediaan data, preferensi pengguna dan atau simulasi model pertumbuhan

dan pengembangan dapat digambarkan secara dinamis baik dalam kalender
 m waktu termal.



AquaCrop menggunakan derajat hari tumbuh (GDD) untuk menghitung waktu termal, melalui persamaan (2.5) berikut :

$$GDD = T_{max} - T_{min} - T_{base} \dots\dots\dots (2.5)$$

Ket: GDD = Derajat hari tumbuh
 Tmax = suhu udara maksimum harian,
 Tmin = minimum suhu udara harian.
 Tbase = Suhu Dasar

AquaCrop menggabungkan suhu atas (*Tupper*) ambang batas atas yang pengembangan tanaman tidak lagi meningkat dengan peningkatan suhu udara. Perhitungan GDD sebenarnya adalah perhitungan untuk suhu dasar dan suhu atas ambang batas, mengikuti prosedur yang diuraikan oleh Wilsie (1962).

Kanopi adalah fitur penting dari *AquaCrop* dapat dilihat melalui ekspansi, penuaan, dan konduktansi penuaan, karena menentukan jumlah air yang digunakan, yang pada gilirannya menentukan jumlah biomassa yang dihasilkan. Perluasan kanopi diungkapkan melalui fraksi kanopi hijau penutup tanah (CC). Kondisi tidak stress, perluasan dari munculnya pembangunan kanopi penuh mengikuti pertumbuhan eksponensial selama paruh pertama dari pengembangan penuh (Persamaan 2.6), dan mengikuti suatu eksponensial peluruhan (Persamaan 2.7) selama paruh kedua.

$$CC = CC_0 e^{CGC \cdot T} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$CC = CC_X (CC_X - CC_0) e^{-CGC \cdot t} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana: CC = tutupan kanopi pada waktu t,

CC₀= adalah penutup kanopi awal, atau penutup kanopi pada t = 0,

CGC= koefisien pertumbuhan kanopi dalam fraksi per hari atau perderajat-hari,



CCX= kanopi maksimal menutup, dan t adalah waktu dalam hari dalam derajat.

Setelah pengembangan penuh, kanopi dapat memiliki periode durasi variabel sebelum memasuki fase penuaan. Selama periode ini, efek penuaan diperbolehkan untuk memperhitungkan pengurangan kapasitas fotosintesis keseluruhan tanaman dari waktu ke waktu (tapi sebelum penuaan), dan ini dilaksanakan melalui koefisien penuaan yang menurunkan CCX seiring berjalannya waktu. Setelah akhir musim tercapai, CC masuk dalam fase menurun selama penuaan.

3. Tanah

Karakteristik profil tanah terdiri dari parameter fisik tanah yang diperlukan untuk mensimulasikan retensi air di zona akar dan pergerakan air tanah. Dalam *AquaCrop*, profil tanah dapat terdiri dari lima horizon yang berbeda, masing-masing dengan karakteristik fisiknya sendiri. Data tanah yang diperlukan untuk profil tanah berlapis terdiri dari kadar air volumetrik pada saat jenuh (SAT), kapasitas lapangan (FC), titik layu permanen (PWP), konduktivitas hidrolik pada jenuh tanah (K_{sat}), persentase massa kerikil (jika ada) dan persentase penetrasi akar (jika terbatas) untuk masing-masing cakrawala tanah yang berbeda.

Adapun pengertian dari nilai indikatif air tanah:

a) Kapasitas Lapangan (FC); Air disimpan di tanah antara agregat tanah diruang

Ketika tanah jenuh, air tidak tertahan kuat dan akan mengalir ke bawah a gravitasi. Kapasitas medan tercapai ketika gaya yang menahan air di tanah



berada dalam keseimbangan dengan gaya gravitasi yang menarik air ke bawah. Kapasitas lapangan adalah konsep penting ketika menghitung keseimbangan air tanah karena menentukan jumlah air bahwa zona akar dipertahankan ketika tanah telah dikeringkan setelah dibasahi dengan hujan atau irigasi.

- b) Titi layu permanen (PWP); Karena lebih banyak air dikeluarkan dari zona akar, sisa air lebih kuat ditahan oleh matriks tanah dan lebih sulit diekstraksi oleh akar tanaman. Titik layu permanen (PWP) tercapai ketika tanahnya sangat kering sehingga akar tidak lagi bisa mengambil air apa pun.
- c) Total Jumlah Air (TAW); Karena kapasitas lapangan dan titik layu permanen masing-masing adalah batas atas dan bawah dari air yang dapat diekstraksi dari tanaman, mereka menentukan total jumlah air (TAW) yang dapat digunakan oleh tanaman. Nilai indikatif untuk TAW dan kadar air tanah di FC dan PWP untuk berbagai kelas tekstur tanah disajikan pada Tabel 2.1. Meskipun keberadaan kerikil di lapisan tanah tidak mempengaruhi kapasitas lapangan atau titik layu permanen, itu akan menurunkan nilai TAW (berdasarkan persentase volume fraksi kerikil).

Tabel 2.1 Nilai untuk karakteristik dua belas tekstur tanah pada *AquaCrop*

Soil textural class	Bulk density (pb) Mg/m ³	Soil water content			TAW mm/m	Ksat mm/day
		SAT Vol %	FC Vol %	PWP Vol %		
a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
nd	1,71	36	13	6	70	3,000
y sand	1,63	38	16	8	80	2,200



Sandy loam	1,56	41	22	10	120	1,200
Loam	1,42	46	31	15	160	500
Silt loam	1,42	46	33	13	200	575
Silt	1,52	43	33	9	240	500
Sandy clay loam	1,40	47	32	20	120	225
Clay loam	1,32	50	39	23	160	125
Silty clay loam	1,27	52	44	23	210	150
Sandy clay	1,32	50	39	27	120	35
Silty clay	1,21	54	50	32	180	100

Lanjutan Tabel 2.1 Nilai untuk karakteristik dua belas tekstur tanah pada *AquaCrop*

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Clay	1,19	55	54	39	150	35

Sumber: (FAO, 2017)

4. Manajemen Air Irigasi

AquaCrop dapat menjalankan simulasi dalam berbagai mode irigasi. Mode *default* adalah 'tanam tadah hujan' di mana irigasi tidak dipertimbangkan. Dalam mode lain, kebutuhan air irigasi dapat ditentukan, jadwal irigasi yang ada dapat dinilai, atau jadwal irigasi dapat dibuat secara otomatis.

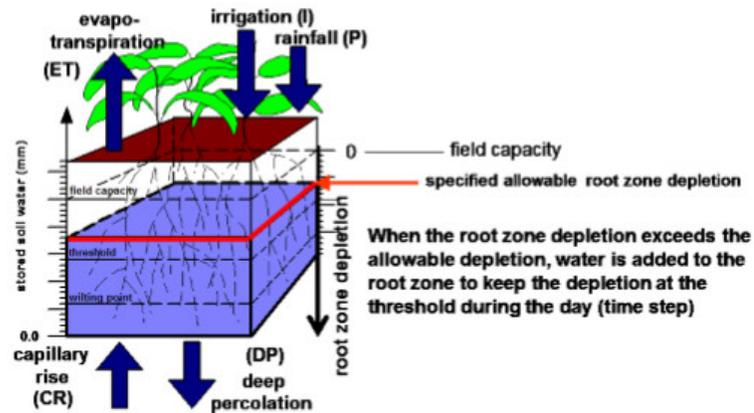
Pengelolaan air mempertimbangkan opsi yang berkaitan dengan tadah hujan pertanian (ada irigasi) dan irigasi dimana, setelah memilih metode (*sprinkler*, *drip*, atau permukaan, baik oleh alur atau banjir irigasi), pengguna dapat menentukan jadwal sendiri berdasarkan kriteria kedalaman atau membiarkan model untuk secara

menghasilkan penjadwalan berdasarkan *interval* tetap, kedalaman tetap, atau



persentase kriteria kadar air tanah. Pilihan irigasi sangat cocok untuk mensimulasikan respon tanaman di bawah irigasi tambahan atau defisit.

Penentuan kebutuhan irigasi bersih dihitung dalam *AquaCrop* dengan menambahkan sejumlah kecil air ke profil tanah setiap hari atau berselang, ketika penipisan zona akar melebihi ambang batas yang ditentukan (Gambar 2.1). Jumlah kecil air yang ditambahkan ketika penipisan zona akar melebihi ambang yang ditentukan, sesuai dengan kebutuhan air irigasi bersih untuk langkah waktu (hari). Kebutuhan air irigasi musiman diberikan oleh jumlah total air yang ditambahkan selama periode itu. Kebutuhan air irigasi bersih yang ditentukan oleh *AquaCrop*, tidak mempertimbangkan air tambahan yang harus diterapkan ke lapangan untuk memperhitungkan kehilangan pengangkutan atau distribusi air irigasi yang tidak



merata di lapangan.

Gambar 2.1 Neraca air sawah

