

SIMULASI MODEL AQUACROP UNTUK ANALISIS PENGELOLAAN AIR TANAMAN PADI LADANG

Aquacrop Simulation Model for Analysis of Water Management Uplandrice

Hadija

Email: dhija01@gmail.com

Jurusan Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian YAPIM Maros

Mariam

Email: mariyam_hd@yahoo.co.id

Jurusan Agribisnis Politeknik Negeri Pangkep

ABSTRAK

Kekurangan pangan menjadi hal yang sangat sering dipertimbangkan saat ini. Faktor yang tak bisa dihindari dari kekurangan pangan saat ini adalah fluktuasi perubahan iklim dan cuaca. Kekurangan pangan tersebut dapat dipenuhi dengan penyediaan produksi padi pada lahan kering melalui tanaman padi ladang. Tujuan penelitian untuk (1) mengadaptasi dan menguji kemampuan model; (2) menentukan interaksi faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan produksi; (3) memperoleh informasi ataupun prediksi pengelolaan lingkungan produksi. Penelitian dilaksanakan di Teaching Farm Universitas Hasanuddin Makassar Sulawesi Selatan, pada Februari sampai Juni 2013, menggunakan metode pengumpulan data melalui (1) Pengamatan langsung dilapangan (*Field research*), (2) Pengujian Contoh Tanah Di Laboratorium (3) Studi pustaka (*library research*), dan metode analisis datanya menggunakan dua software yaitu software ETo Calculator (V.3.2) dan Software Aquacrop (V.04) Metode analisis menggunakan dua program yaitu ETo Calculator Versi 3.2 dan program aquacrop versi 4.0 tahun 2012. Hasil penelitian menunjukan dari hasil simulasi kebutuhan air tanaman padi ladang, total air tersedia terendah pada tahun 2005 yaitu 2,71 mm.hari⁻¹ sedangkan tertinggi pada tahun 2008 yaitu 289,2 mm/hari. Secara ideal simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada tahun 2007-2011 dimana produksi meningkat dari 1,93 ton/ha menjadi 2,61 ton.ha⁻¹. Berdasarkan validasi yang dilakukan model terhadap hasil produksi menggunakan data BPS Sulsel, model mampu dijalankan dengan baik dengan ketepatan prediksi mencapai 87,0 %. Output dari program akan sangat membantu para pengguna di bidang pertanian.

Kata Kunci: Padi Ladang, pengelolaan air,model, Aquacrop

ABSTRACT

Food shortages became a very frequent thing to be considered at this time, a factor that can not be avoided from the current food shortage is the fluctuation of climate change and the food cuaca. Kekurangan possible can be met by the provision of rice production in upland through rice fields. Production of both water shortages and crop management. As for the purposes of this study were (1) to adapt and test the ability of the model, (2) to determine the interaction of environmental factors that influence the management of the production environment, (3) obtain information or prediction of

environmental management of production. This study, conducted at the Teaching Farm Hasanuddin University, Makassar South Sulawesi, conducted from February to June 2013. By using the method of collecting data through (1) direct observation in the field (field research), (2) Soil Sample Testing Laboratory in (3) Literature (library research), and using the two methods of data analysis software, namely software ETo Calculator (V. 3.2), and Software Aquacrop (V.04), the method of analysis used two programs namely ETo Calculator version 3.2 and version 4.0 aquacrop program in 2012. The results of the simulation results addressing the water needs of rice fields where water tesedia lowest total in 2005 there are 2,71 mm/day in 2008 while the highest is 289,2 mm/day. Ideally simulations carried out can be seen in the year 2007-2011 where production increased from 1.93 tons/ha to 2.61 t/ha , and based on the model validation performed on the data produced using the BPS Sulawesi can say well the model is able to run with a prediction accuracy reaching 87,0%. Output of this program will be very helpful for users in the field of agriculture.

Keywords: *Uplandrice , water management, model, Aquacrop.*

PENDAHULUAN

Fluktuasi ketersediaan pangan sangat dipengaruhi oleh variasi iklim dan cuaca. Faktor iklim dan cuaca sangat sulit untuk dikendalikan sehingga alternatifnya adalah bagaimana untuk menyesuaikan kegiatan pertanian terhadap perilaku iklim dan cuaca tersebut. Pembangunan pertanian berkelanjutan hanya berhasil dilaksanakan apabila lahan dipergunakan dengan tepat dan pengelolaannya sesuai dengan kondisi alam maupun iklim wilayah tersebut sehingga keseimbangan alam dapat lestari. Secara alamiah sesuai dengan siklus hidrologi memang ada kalanya dimana terjadi kondisi kekurangan atau kelebihan jumlah curah hujan. Namun yang menjadi masalah adalah ketika kurang atau lebih jumlah hujan ini berada pada kondisi ekstrim, karena dapat menyebabkan kerugian yang tidak sedikit bagi sektor pertanian. Penggunaan air untuk pertanian di negara berkembang adalah sekitar 75%, terutama untuk lahan irigasi dan FAO memperkirakan penggunaan air ini akan meningkat sekitar 14% pada tahun 2030

dibandingkan pada tahun 2000. Peningkatan ini digunakan untuk memenuhi tuntutan pemenuhan kebutuhan beras dunia (FAO, 2009).

Pertanian dengan lahan irigasi tidaklah mengalami kesulitan dalam pemenuhan kebutuhan akan air bagi tanaman, namun yang menjadi kendala adalah pemenuhan kebutuhan air untuk lahan kering. Luas lahan kering di Sulawesi Selatan mempunyai potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai lahan pengembangan padi ladang. Data Dinas Tanaman Pangan dan Holtikultura Sulawesi Selatan (2011) menunjukkan tahun 2007-2011, produktivitas padi ladang meningkat dari 3,3 ton.ha-1 tahun 2007 menjadi 4,4 ton.ha-1 tahun 2011. Namun jika dibandingkan dengan produktivitas padi sawah maka produktivitas padi ladang masih tergolong rendah. Rendahnya produksi padi ladang disebabkan karena rendahnya kesuburan pada lahan kering terutama karena keterbatasan pemenuhan air bagi tanaman (BPS, 2011).

Ketersediaan air pada usaha-usaha pertanian amatlah penting. Oleh karena

itu haruslah diusahakan agar dapat disediakan air bagi pertumbuhan tanaman dalam jumlah yang cukup dan dalam waktu yang tepat. Usaha yang sangat penting dilakukan untuk mengantisipasi kekeringan adalah dengan memahami karakteristik iklim wilayah tersebut dengan baik. Hal ini diharapkan dapat berguna sebagai referensi kebijaksanaan dalam pengelolaan areal pertanian, sehingga kondisi iklim ekstrim tidak akan menyebabkan kerugian yang terlalu besar. Manajemen yang bijaksana untuk pengelolaan air pada lahan kering adalah dengan mencari model dan metode yang berkelanjutan untuk pengelolaan lingkungan produksi (tanah, air, tanaman dan manajemen) guna peningkatan hasil produksi. Salah satunya adalah dengan menggunakan simulasi model *Aquacrop* yang dikembangkan oleh FAO pada tahun 2009. Simulasi ini adalah model yang mengukur efek pemberian air pada hasil produksi, dan dapat menjadi alat yang berharga dalam pengelolaan air dan irigasi. Sebagian besar model sudah cukup baik, namun dituntut keterampilan untuk mampu mengkalibrasi dan mengoperasikan. Beberapa kultivar yang khusus dan tidak mudah untuk diukur atau diakses oleh pengguna akhir, karena memerlukan sejumlah parameter.

Model *AquaCrop* yang baru dikembangkan (Raes *et al*, 2009) adalah tipe yang sangat mudah digunakan dan sangat praktis karena telah menggabungkan berapamodel yang telah ada, selain itu juga model ini mampu mempertahankan keseimbangan optimal antara akurasi, ketahanan, kesederhanaan, dan membutuhkan parameter yang relatif sedikit. Model *AquaCrop* memprediksi

produktivitas tanaman, kebutuhan air, dan efisiensi penggunaan air dibawah kondisi air yang sangat terbatas (under limiting).

Tujuan diadakannya penelitian untuk Mengadaptasikan dan menguji kemampuan model *AquaCrop* (v 4.0) untuk mensimulasikan lingkungan produksi tanaman padi ladang guna peningkatan produksi, menentukan interaksi faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pengelolaan lingkungan produksi tanaman padi ladang, dan memperoleh informasi ataupun prediksi pengelolaan lingkungan produksi (tanah, air dan tanaman). Agar dapat digunakan pada daerah yang memiliki keterbatasan lingkungan seperti pada lahan kering.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Teaching Farm Universitas Hasanuddin Makassar Sulawesi Selatan, berada pada ketinggian 20 meter dpl, jenis tanah alfisols, waktu pelaksanaan mulai Februari sampai Juni 2013.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu data curah hujan dan iklim harian (temperatur dan kelembaban) 10 tahun terakhir pada Stasiun Paotere. Alat-alat yang digunakan adalah perangkat keras dan perangkat lunak komputer (software) Eto Calculator V. 3.2 dan *Aquacrop* V.4.0 yang dikeluarkan oleh FAO tahun 2012, alat tulis-menulis, kamera, bor tanah, meteran, dan tensiometer.

Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan (*Field research*), dan wawancara, dokumentasi, dan pengambilan sampel tanah. Metode pengambilan sampel tanah terganggu pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm untuk pengukuran kadar air tanah. Metode pengujian kadar air tanah awal dilakukan dengan metode gravimetric.

Pelaksanaan Penelitian

Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_o) dilakukan secara terpisah di luar program *Aquacrop*, menggunakan software Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_o) atau di sebut ET_o kalkulator (ET_o Calculator) versi 3.2 tahun 2012 (FAO, 2012).

Pada program ini digunakan metode pedekatan untuk menentukan nilai evapotranspirasi potensial yaitu metode Penman-Monteith sebagai acuan yang digunakan oleh FAO persamaan:

Parameter dan output Model Aquacrop

Pameter model meliputi iklim, tanaman, tanah, dan manajemen sedang-

kan output model meliputi *crop development*, neraca air lahan dan total air tersedia (pada zona akar dan profil tanah).

Metode Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *Aquacrop for WINDOWS* Versi 4.0 dioperasikan melalui interface window, yang dibuat oleh *Land and Water Development Division* of FAO. Data meteorologi, manajemen irigasi, tanah dan tanaman.

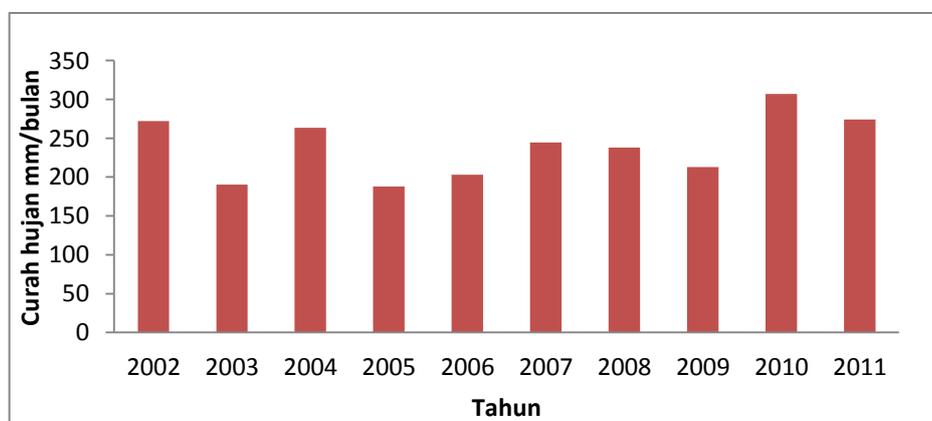
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Iklim

Hasil analisis Iklim selama 10 tahun terakhir (Tabel 1), rata-rata curah hujan bulanan pada sekitar lokasi adalah lebih dari 200 mm/bln (Gambar 1). Sedangkan kelembaban tidak memiliki variasi terlalu tinggi.

Kelembaban terendah pada september, yaitu 72,2% dan kelembaban tertinggi terjadi pada Januari sebesar 88,1 %. Suhu minimum sekitar lokasi penelitian 23,6°C dan suhu maksimum 33,1°C dengan ketinggian 20 mdpl.



Gambar 1. Rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir di lokasi penelitian.

Tabel 1. Curah Hujan selama 10 tahun terakhir (2002 – 2011)

Tahun	Bulan										
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov
2002	1042	813	435	617	139	87	31	2	0	0	2
2003	492	695	534	157	110	147	5	15	0	7	20
2004	928	618	690	624	54	59	33	0	0	0	24
2005	531	718	235	200	139	6	2	35	0	0	165
2006	398	587	649	353	265	26	137	1	0	0	0
2007	694	486	283	197	36	130	4	3	0	16	215
2008	639	721	559	440	145	56	50	9	0	2	46
2009	922	738	196	71	48	35	41	0	0	15	17
2010	873	429	279	230	144	124	100	57	231	223	238
2011	562	529	595	386	162	8	1	0	0	40	183
Rata	688	664	483	353	133	55	65	20	20	44	130

Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika (2013)

Radiasi surya tertinggi pada Agustus 2,38 MJ/m² dan terendah pada Februari 1,55 MJ/m². Berdasarkan hasil perhitungan iklim selama 10 tahun terakhir diperoleh rata-rata evapotranspirasi selama 10 tahun terakhir adalah 3,4 mm/hari.

2. Tanaman

Perkembangan tanaman padi ladang dideskripsi dari setiap fase pertumbuhan tanaman padi ladang adalah sebagai berikut: Fase 1 Pra pertumbuhan, Fase 2 Vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan malai), Fase 3 Reproduksi (pembentukan malai sampai pembungaaan), Fase 4 Pematangan (pembungaan sampai gabah matang).

Pada pengamatan lapang, fase 1 persiapan pertanaman, fase 2 merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti penambahan jumlah anakan, tinggi tanaman dan luas daun. Fase ini beragam, yang menyebabkan perbedaan umur tanamn (De Datta, 1981). Pada fase 3 adalah fase reproduktif yang ditandai dengan (1) memanjangnya beberapa ruas teratas batang tanaman (2) berkurangnya jumlah anakan (matinya anakan tidak

produktif); (c) munculnya daun bendera; (Bunting); dan (e) pembungaan. Pada fase ini, laju fotosintesis mulai meningkat. Pada fase 4 adalah fase pematangan adalah fase akhir dari perkembangan pertumbuhan tanaman padi, periode pemasakan ini memerlukan waktu kira-kira 25-30 hari tergantung varietas dan ditandai dengan penuaan daun. Suhu sangat mempengaruhi pemasakan gabah.

3. Tanah

Tekstur tanahnya pada kedalaman 0,30 m adalah liat, pada kedalaman 0,60 m adalah liat berpasir dan pada kedalaman 1,15 m adalah liat. Termasuk kategori normal, tanah jenis liat dan bertekstur halus dengan kemampuan memegang air yang cukup tinggi.

4. Simulasi Neraca air Lahan Selama Periode Tumbuh

Gambar 1 menunjukkan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2005 dan 2003 yaitu 385 mm dan 425, dengan infiltrasi sebesar 69 mm dan 67 mm, *run off* 320 mm dan 385 mm, dengan

Tabel 2. Hasil Simulasi Potensi Hasil Selama Sepuluh Tahun Terakhir

Tahun	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produksi (ton.ha ⁻¹)	0,68	0,84	1,21	0,32	0,59	1,93	2,43	1,60	1,85	2,61
Biomassa (ton.ha ⁻¹)	2,18	2,01	2,77	2,13	1,39	2,13	3,39	2,24	2,59	3,5

evaporasi aktual 381,8 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2002 dan 2010 yaitu 1035 mm dan 1210 mm. Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, untuk mengetahui jumlah kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit) air.

5. Simulasi Ketersediaan air Pada Periode Tumbuh

Hasil simulasi menunjukkan ketersediaan air berbeda-beda pada tahun 2007 sampai 2011, merupakan kondisi cukup ideal. Selama periode tersebut, air cukup tersedia untuk proses pertumbuhan tanaman. Tahun 2002 sampai 2006, air tersedia berada di bawah kapasitas lapang. Fase vegetatif dan generatif dimana air dibutuhkan dalam jumlah cukup tidak tersedia. *Wctot* (*Total Water Content*) pada hasil simulasi menunjukkan kadar air tanah total terendah pada tahun 2005 yaitu sebesar 271, 2 mm, tahun 2005 juga memiliki curah hujan terendah dan *Wctot* tertinggi pada tahun 2008 sebesar 289,5 mm.

6. Simulasi Potensi Hasil Terhadap Penggunaan Air

Tabel 2 menunjukkan produksi tertinggi terdapat pada simulasi tahun kesepuluh (2011) yaitu sebesar 2,61 ton/ha. Kondisi efektif dapat dicapai

dengan evaporasi aktual sebesar 294,2 mm dengan curah hujan 1232 mm atau curah hujan rata-rata < 250 mm/bulan. Kondisi ini dianggap kondisi lingkungan cukup ideal, yaitu kebutuhan air untuk tanaman cukup tersedia untuk pertumbuhan.

PEMBAHASAN

Padi ladang dapat mencapai nilai ekonominya bila produksi yang optimal dapat dicapai. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat ditempuh untuk mengurangi dampak kekeringan akibat perubahan cuaca ekstrim (kemarau). Salah satunya adalah dengan menggunakan varietas yang toleran terhadap kekeringan. Hal ini dimaksudkan agar varietas ini mampu beradaptasi pada kondisi yang kurang baik, sehingga lebih tahan terhadap cekaman kekeringan (Handoko, 2005). Berdasarkan hasil simulasi pada tahun kesepuluh (2011), Eto lebih rendah dibandingkan curah hujan. Kondisi ini mengakibatkan tanaman kekurangan air yang akan berdampak pada penurunan produksi. Walaupun air melimpah di musim hujan, namun produksi dapat menurun karena penyerbukan kurang intensif. Ini dapat dilihat pada simulasi pada tahun ketiga, saat curah hujan tinggi yang menyebabkan padi ladang tidak

dapat menghasilkan produksi yang optimal (Steduto & Albrizio, 2005).

Hasil simulasi menunjukkan biomassa tertinggi terdapat pada tahun 2008 sebesar 3,39 t ha⁻¹ dan pada tahun 2011 sebesar 3,5 t ha⁻¹, dan terendah pada tahun 2003 sebesar 2,01 t ha⁻¹ dan 2005 sebesar 2,13 t ha⁻¹. Ini diduga adanya perbedaan kandungan air tanah. Tahun 2008 sebesar 289,5 mm dan tahun 2011 sebesar 284,0 mm. Sedangkan tahun 2003 sebesar 273,6 mm dan pada tahun 2005 sebesar 271,2 mm. Ini berarti peran penting air dalam penyerapan hara tanaman dan perlu menjaga kandungan air tanah agar mencukupi selama pertumbuhan tanaman.

Jenis tanah pada lahan percobaan adalah Alfisols. Jenis tanah Alfisols mempunyai sifat fisik tekstur tanah liat. Sifat kimia dengan reaksi tanah antara agak masam sampai netral. KTK (me/100g), N-total (%), P₂O₅ (ppm P), dan K (cmol/(+)kg⁻¹) antara rendah sampai sedang. Bahan organik pada umumnya rendah sampai sedang dan mempunyai sifat fisik dan kimia tanah relatif baik (Hardjowigeno, 2007). Berdasarkan hasil analisis data, proposi pasir : debu : liat 60,2% : 45,3% : 48,5% atau tekstur tanah termaksud liat. Tanah jenis ini mempunyai potensi untuk menahan air lebih banyak dibanding tanah yang bertekstur kasar. Model tanaman padi ladang yang telah disusun mempunyai ketepatan prediksi lebih dari 80% dimana terdapat dua variabel yakni data BPS dan produktivitas padi model yang berasal dari wilayah kajian. Setelah dilakukan proses tersebut, didapatkan nilai R² yang menjelaskan keterkaitan dua data produktivitas padi tersebut. Nilai

R² yang dihasilkan sebesar 0,870.

Model simulasi tanaman dapat digunakan secara optimal untuk mendapatkan prediksi hasil pada waktu yang akan datang. Model sangat tergantung oleh masukan data cuaca harian untuk masa yang akan datang pula. Ramalan cuaca harian untuk satu periode tanam ke depan sudah mulai memberikan hasil yang lebih tepat (Domiri, 2011). Data cuaca historis jangka panjang atau yang dibangkitkan dengan model, dapat digunakan untuk menjalankan model dengan beberapa masukan peubah dan parameter untuk mendapatkan berbagai kemungkinan. Kemungkinan-kemungkinan tersebut paling tidak dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Aplikasi model terus bertambah luas dengan semakin banyaknya proses yang harus diperhitungkan dengan konsekuensi tingkat kerumitan semakin kompleks dengan melibatkan penemuan bahan genetik baru, fluktuasi suhu tanah, penambahan nitrogen dari curah hujan, limpasan permukaan dan lain-lain (Heng *et al*, 2009).

Hal ini yang juga perlu dikaji dalam pemodelan tanaman padi ladang adalah kemampuannya dalam menyimpan air dalam tubuh tanaman, sehingga dapat bertahan dari kekeringan yang panjang. Selain itu biomasnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti media tumbuh untuk jamur merang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi, model mampu beradaptasi dengan lingkungan produksi, sehingga dapat dijalankan

dengan dengan baik. Interaksi setiap parameter yang disimulasikan menunjukan respon yang sangat baik sehingga model dapat dijalankan dengan baik dengan ketepatan prediksi 87%. Output program ini akan sangat membantu para pengguna di bidang pertanian, sehingga akan lebih baik apabila dipublikasikan sebagai rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air (terutama yang menggunakan irigasi).

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2011. Sulawesi Selatan Dalam Angka 2012. Badan Pusat Statistik. Sulawesi Selatan.
- De Datta, S.K. 1981. Principles and Practise of Rice. Jhon Willy. New York.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, 2011. *Potensi Sulawesi Selatan Sebagai Pusat Produksi Benih Sumber padi di Indonesia Timur*. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. (<http://www.puslittan.bogor.net/index.php> di akses tgl 30 Desember 2012).
- Domiri, D.D. 2011. *Aplikasi Simulasi Model Dinamis Pertumbuhan Tanaman Untuk Menduga Produktivitas Tanaman Padi*. *Jurnal Pengidraan Jauh*, 8: 35-49.
- FAO. 2009. *AquaCrop: The FAO Crop-Model to Simulate Yield Response to Water.*, <http://www.fao.org/nr/water/aquacrop.html> (diakses pada 24.02.13).
- Handoko. 2005. *Quantitative Modeling of System Dynamics for Natural Resources Management*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. PT Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Heng, L.K., Hsiao, T., Evett, S., Howell, T., & Steduto, P. 2009. *Validating the FAOAquaCrop model for irrigated and water deficient field maize*. *Agron. J.* 101,488–498.
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2009. *AquaCrop—the FAO crop model to simulate yield response to water II. Main algorithms and software description*. *Agronomy Journal* 101, 438–447.
- Steduto, P. and Albrizio, R., 2005. *Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea. II. Water Use Efficiency and comparison with Radiation Use Efficiency*. *Agric. For.Meteorol.*, 130:269-281.