

MODEL NERACA LENGAS LAHAN KERING : PENETAPAN KALENDER TANAM LAHAN KERING

*(DRYLAND MOISTURE BALANCE MODELS :
DETERMINATION OF DRYLAND CROPPING CALENDER)*

SUGENG PRIJONO
Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang
E-mail : spj-fp@brawijaya.ac.id

ABSTRAK

Pada dekade akhir-akhir ini, beberapa daerah di Jawa Timur menghadapi dan mengalami kekeringan, dimana terjadi defisit lengas tanah selama musim pertanaman dan hal itu sering berdampak pada pertumbuhan tanaman, perkembangan dan pembentukan hasil.

Tujuan studi ini adalah untuk mengevaluasi dinamika lengas tanah dan defisit lengas tanah pada kedalaman perakaran pada beberapa tanaman dengan menggunakan model Cropwat for Windows, dengan maksud untuk menyajikan informasi yang diperlukan dalam pengambilan keputusan pada penetapan kalender tanam. Model akan menghitung evapotranspirasi, kebutuhan air tanaman dan neraca lengas tanah, yang memungkinkan untuk pengembangan rekomendasi perencanaan pola tanam, kalender tanam dan evaluasi produksi tanaman dibawah kondisi lahan kering. Untuk maksud studi ini model dioperasikan pada kondisi cuaca wilayah Karangates tahun 1998 sampai 2007.

Hasil analisis simulasi menegaskan bahwa bila kebutuhan air tanaman melebihi tersedianya air dalam tanah dan tidak ada aplikasi irigasi maka kehilangan hasil akan sangat nyata. Juga penurunan produksi akan besar jika tidak tepat dalam menentukan saat tanam dari tanaman yang diusahakan.

Kata kunci : kebutuhan air tanaman, neraca lengas, Cropwat for Windows, kalender tanam

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan kering untuk kepentingan pembangunan daerah banyak menghadapi masalah dan kendala. Masalah utama adalah masalah fisik lahan kering yang telah rusak, kahat hara dan terbatasnya ketersediaan air bagi tanaman.

Pengelolaan tanaman di lahan kering umumnya terkendala oleh ketersediaan air, sebab ketersediaan air di lahan tersebut hanya berasal dari 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. Terdapat hubungan antara kebutuhan air tanaman dan hasil (Al-Jamal *et al.*, 1999 dan Rockstron, 2001). Hubungan antara jumlah air yang diberikan dan hasil suatu tanaman adalah sangat kompleks, menurut Upton (1996) dapat bervariasi dalam frekwensi dan intensitasnya.

Perhitungan kebutuhan air tanaman untuk lahan kering di wilayah DAS Brantas diharapkan dapat membantu dalam pembuatan kebijakan dan perencanaan di wilayah DAS Brantas tentang cara yang efektif dalam penggunaan sumberdaya air yang terbatas guna menunjang ketahanan pangan dan pelestarian lingkungan. Petani sangat membutuhkan informasi yang dapat membantu dalam hal penggunaan air hujan lebih efektif. Contohnya dengan menepatkan phase pertumbuhan tanaman dengan masa hujan atau ketersediaan lengas tanah.

Cropwat adalah program computer yang menggunakan model FAO Penman-Monteith dalam perhitungan ETo, dan dapat menghitung kebutuhan air tanaman (ETm) serta neraca lengas tanah (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.

Simulasi model neraca lengas ini bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan air tanaman semusim utama di wilayah DAS Brantas dan dampak penurunan ketersediaan lengas tanah terhadap produksi tanaman.

METODE PENELITIAN

Lokasi studi sebagai bahan simulasi dipilih wilayah Waduk Sutami, evaluasi kebutuhan air tanaman dan neraca lengas tanah diorientasikan untuk pertanian lahan kering dengan menggunakan **Model Cropwat for Windows**. Data meteorologi diambil dari stasiun pencatat Waduk Karangates yang posisinya terdapat pada 8°09' LS dan 112°29' BT, serta pada mempunyai altitude 285 m d.p.l. Data tanah dan tanaman diambil dari database Cropwat for Windows (Tabel 1 dan 3).

Tabel 1. Data tanah yang digunakan simulasi
Table 1. Soil data used in simulation

Parameter	Nilai
Tekstur	: Medium (Lempung)
Total Lengas Tersedia (TAM)	: 140 mm/m
Laju Infiltrasi Maksimum	: 40 mm/hari
Maksimu kedalaman akar	: 1 m
Ketersediaan lengas awal	: 140 mm/m

Tanaman yang dievaluasi terdiri dari : padi, jagung, kedelai dan kacang tanah. Pola tanam yang disimulasikan, yaitu : padi - padi, jagung – jagung, kedelai – kedelai, kacang tanah – kacang tanah, padi – jagung, jagung – kacang tanah, kedelai – jagung, dan kacang tanah – jagung.

Model CROPWAT awalnya dikembangkan oleh FAO di tahun 1999 untuk perencanaan dan pengelolaan proyek irigasi. Versi terbaru dinamakan CROPWAT for WINDOWS yang dapat dioperasikan melalui interface window, merupakan hasil kerjasama antara Land and Water Development Division of FAO, Institute of Irrigation and Development Studies of Southampton UK dan National Water Research Center (NWRC) – Egypt. Input datanya meliputi : data meteorologi, tanah dan tanaman. Perhitungan ET potensial menggunakan metode Penman-Monteith dan perhitungan hujan efektif dengan metode “*USDA soil conservation service method*” (Tabel 1).

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

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

dimana : P_{tot} = hujan total dan PE = hujan efektif

Setelah data input yang diperlukan dimasukkan, model Cropwat for Windows dapat menghitung dalam setiap dekade : (1) koefisien tanaman, (2) evapotranspirasi tanaman, (3) hujan efektif, (4) kebutuhan air tanaman dan (5) perkolasi. Neraca lengas tanah pada lahan dapat dihitung dengan persamaan :

$$SMD_t = SMD_{t-1} + ET_c - PE - IR + RO + DP$$

dimana : SMD_t dan SMD_{t-1} = depleksi lengas tanah (mm) pada periode t dan t-1

ET_c = evapotranspirasi aktual (mm)

PE = hujan efektif (mm)

IR = ketebalan irigasi (mm)

RO = runoff (mm)

DP = perkolasi dalam (mm)

Model juga dapat mengestimasi jadwal irigasi masing-masing tanaman dengan lima skenario : (1) setiap irigasi didefinisikan oleh pelaksana, (2) irigasi di bawah atau di atas titik depleksi air tanah (%RAW), (3) irigasi pada interval tetap pada setiap fase, (4) defisit irigasi dan (5) tanpa irigasi. Kemudian cropwat for windows mulai mensimulasi neraca air pada lahan, meliputi : (1) lama irigasi, tanggal dan ketebalan irigasi, (2) depleksi lengas tanah, (3) jumlah perkolasi, (4) evapotranspirasi aktual dan (5) hasil tanaman. Reduksi hasil tanaman pada masing-masing fase dan kumulatifnya dapat dihitung dengan rumus :

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$$

$$\left(1 - \frac{Ya}{Ym}\right) = 1 - \left(\frac{Ya}{Ym}\right)_1 * \left(\frac{Ya}{Ym}\right)_2 * \dots * \left(\frac{Ya}{Ym}\right)_i$$

dimana :
 i = phase pertumbuhan tanaman
 Ky = faktor reduksi produksi
 Ya dan ETa = produksi dan ET aktual
 Ym dan ETm = produksi dan ET maksimum

Tabel 2. Rerata hujan efektif (mm) dan ET potensial (mm/hari) tahun 1998 – 2007
Table 2. Average effective precipitation (mm) and potential evapotranspiration (mm/d) on 1998-2007

Bulan	Rata-rata	
	ETo (mm/hari)	Hujan efektif (mm)
Januari	3.61	306
Pebruari	3.63	312
Maret	3.88	359
April	3.64	211
Mei	3.44	81
Juni	3.20	71
Juli	3.29	30
Agustus	3.85	6
September	4.25	25
Oktober	4.16	137
Nopember	3.84	261
Desember	3.79	409

Tanaman yang dievaluasi terdiri dari : padi, jagung, kedelai dan kacang tanah (Tabel 3). Pola tanam yang disimulasikan, yaitu : padi - padi, jagung – jagung, kedelai – kedelai, kacang tanah – kacang tanah, padi – jagung, jagung – kacang tanah, kedelai – jagung, dan kacang tanah – jagung. Tanggal tanam tanaman pertama (Musim Hujan) pada bulan Nopember, mulai tanggal 1 sampai 21.

Tabel 3. Pertumbuhan tanaman yang diperlukan dan indikatornya

Table 3. Crop development requirements and indicators

Tanaman	Indikator	Phase Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Padi	Lama phase (hari)	10	40	50	20	120
	Kc	1.20	>>>	1.33	0.90	
	Ky	1.30	3.00	3.00	0.40	
	Perakaran (m)	0.10	>>>	0.50	0.50	
	Depleksi (p)	0.50	>>>	0.90	0.20	
Jagung	Lama phase (hari)	17	40	33	15	105
	Kc	0.30	>>>	1.20	0.50	
	Ky	0.40	0.40	1.30	0.50	
	Perakaran (m)	0.30	>>>	0.60	0.60	
	Depleksi (p)	0.50	>>>	0.50	0.80	
Kedelai	Lama phase (hari)	20	30	60	25	135
	Kc	0.40	>>>	1.15	0.50	
	Ky	0.40	0.80	1.00	0.40	
	Perakaran (m)	0.30	>>>	0.60	0.60	
	Depleksi (p)	0.50	>>>	0.60	0.90	
Kacang Tanah	Lama phase (hari)	25	35	45	35	140
	Kc	0.40	>>>	1.15	0.60	
	Ky	0.40	0.60	0.80	0.40	
	Perakaran (m)	0.10	>>>	0.30	0.30	
	Depleksi (p)	0.45	>>>	0.45	0.50	

Sumber data : Database Cropwat for Windows; Allen et al.(1998); Doorenbos & Kassam(1986); Ernest & Cornelius (CDP No.37.pdf)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan kebutuhan air tanaman dengan metode Cropwat for Windows Tampak sangat bervariasi baik antar pola maupun antar jenis tanaman. Neraca lengas dan terjadinya reduksi produksi juga tampak tidak semua pola dan saat tanam kondisinya sama.

Tabel 4. Neraca Lengas Tanah dan Reduksi Hasil pada Musim Hujan (MH)

Table 4. Soil Moisture Balance and Yield Reduction on Wet Season (MH)

Pola	Tanaman	Tanam	Hujan efektif (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD akhir (mm)	Reduksi Hasil (%)
PD - PD	Padi	1/11	653.4	669.9	97.3	4.3	1.1
		11/11	1339.6	663.5	97.5	4.3	1.0

		21/11	642.0	658.6	97.7	4.3	0.9
JG - JG	Jagung	1/11	381.8	391.8	100	2.8	0
		11/11	377.5	387.5	100	2.8	0
		21/11	374.9	385.0	100	2.8	0
KD - KD	Kedelai	1/11	531.1	540.7	100	9.5	0
		11/11	526.9	536.4	100	9.6	0
		21/11	524.0	533.6	100	9.6	0
KT - KT	K.Tanah	1/11	520.4	531.4	99.6	11.1	0.3
		11/11	516.8	527.8	99.6	11.1	0.3
		21/11	514.5	525.6	99.5	11.1	0.3

Hasil analisis tampak bahwa saat tanam tidak berpengaruh besar pada perbedaan Neraca Lugas Tanah dan Produksi Tanaman. Jadi tidak ada perbedaan saat tanam baik pada Dasarian-1, Dasarian-2 maupun Dasarian-3 pada bulan Nopember terhadap Neraca Lugas Tanah maupun Reduksi Hasil. Tetapi perbedaan saat tanam maupun pola tanam berpengaruh pada tanaman Musim Kemarau 1 (MK-1).

Tabel 5. Neraca Lugas Tanah dan Reduksi Hasil pada Musim Kemarau 1 (MK-1)
Table 5. Soil Moisture Balance and Yield Reduction on Dry Season 1 (MK-1)

Pola	Tanaman	Tanam	Hujan efektif (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD akhir (mm)	Reduksi Hasil (%)
PD - PD	Padi	11/3	405.9	467.6	68.5	59.3	12.6
		21/3	363.2	424.5	61.8	58.7	15.3
		31/3	319.4	382.1	55.3	60.5	17.9
JG - JG	Jagung	24/2	304.2	376.1	96.0	65.3	5.0
		6/3	266.4	341.7	86.8	70.5	16.4
		16/3	231.7	308.4	78.0	72.5	27.5
KD - KD	Kedelai	26/3	247.5	330.9	59.4	83.4	34.5
		5/4	209.3	293.2	52.2	83.9	40.6
		15/4	178.4	261.5	46.1	83.0	45.8
KT - KT	K.Tanah	31/3	216.0	257.8	46.5	41.8	37.5
		9/4	189.2	229.6	41.0	40.4	41.3
		19/4	170.7	206.8	36.6	36.1	44.4
PD - JG	Jagung	11/3	248.0	324.2	82.2	76.2	22.3
		21/3	216.7	293.5	74.0	76.8	32.5
		31/3	191.9	268.4	67.2	76.6	41.0
KT - JG	Jagung	31/3	191.9	268.4	67.2	76.6	41.0
		9/4	175.4	251.0	62.4	75.6	47.0
		19/4	154.9	233.3	57.5	78.5	53.2
KD - JG	Jagung	26/3	203.4	280.1	70.4	76.7	37.0
		5/4	181.3	257.8	64.3	76.5	44.6

		15/4	162.4	239.9	59.3	77.6	50.9
JG - KT	K.Tanah	24/2	343.7	379.2	70.1	35.5	20.9
		6/3	308.2	343.9	63.2	35.6	25.8
		16/3	272.7	310.8	56.7	38.1	30.3

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada MK-1 misalnya tanaman padi bila ditanam pada Dasarian-2 Maret mengalami reduksi hasil antara 10-15%, dan pada Dasarian-3 Maret mengalami reduksi hasil 15-20% sedang bila tanam diatas Dasarian-3 Maret akan mengalami reduksi hasil >20%. Hal tersebut karena dampak dari tingkat defisit lengas tanah dalam mintakat perakaran tanaman yang semakin meningkat. Contoh lain untuk tanaman jagung bila ditanam pada Dasarian-3 Pebruari hanya mengalami reduksi hasil <10%, tetapi bila ditanam pada Dasarian-1 Maret mengalami reduksi hasil 10-20% dan bila ditanam mulai Dasarian-2 Maret akan mengalami reduksi hasil >20%. Pola tanam yang resikonya rendah adalah Jagung-Jagung atau Jagung-Kacang Tanah.

Tabel 6. Kalender Tanam Paling Awal (Dasarian-1 Nopember)
Table 6. The First Cropping Callender (Decade-1 of November)

Pola Tanam	Nopember			Desember			Januari			Pebruari			Maret			April		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Padi-Padi																		
Jagung-Jagung																		
Kedelai-Kedelai																		
K.Tanah-K.Tanah																		
Padi-Jagung																		
K.Tanah-Jagung																		
Kedelai-Jagung																		
Jagung-K.Tanah																		

Kalender tanam paling awal (Tabel 6) menurut hasil evaluasi neraca lengas tanah dan kemungkinan reduksi hasil yang paling aman, bila terjadi pengunduran kemungkinan resiko defisit lengas tanah akan semakin mengancam.

KESIMPULAN

Analisis neraca lengas tanah dengan CROPWAT untuk wilayah Waduk Karangates menghasilkan hasil yang sangat menarik mengenai pola defisit lengas tanah dan dampaknya antar pola tanam. Evaluasi menunjukkan kecenderungan adanya variabilitas neraca lengas tanah sesuai saat tanam dan tipe pola tanamnya. ETc sangat ditentukan kapasitas simpanan air tanah dan besarnya hujan yang dapat diterima tanah.

Kebutuhan air tanaman dan neraca lengas tanah sangat penting sebagai pertimbangan pemilihan model pola tanam, agar tidak mengalami reduksi produksi potensial yang besar. Kendala utama pertanian lahan kering adalah terbatasnya ketersediaan air bagi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration : Guidelines for computing crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy.
- Al-Jamal M.S., T.W. Sammis, S. Ball and D. Smeal. 1999. Yield-Based, Irrigated onion crop coefficients, Applied Engineering in Agriculture, 15(6):659-668.
- Doorenbos J. and A.M. Kassam. 1986. Yield response to water, Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome, Italy.
- Ernest L.M. and M.L. Cornelius. Assessing the impact of climate on crop water use and crop water productivity : The cropwat analysis of three districts in Cameroon, Retrived from : www.ceepa.co.za/docs/CDP_no_37.pdf, Accessed 3-4-2008.
- Fredrick K Karanja. Cropwat model analysis of crop water use in six district in Kenya, Retrived from : www.ceepa.co.za/docs/CDP_no_35.pdf, Accessed 3-4-2008.
- Michael, A.M. 1998. Irrigation : Theory and Practice, Vicas Publishing Pvt.Ltd., New Delhi.
- Oldeman. 1975 *dalam* Bayong Tjasyono. (2004). Klimatologi, Penerbit ITB, Bandung
- Rockstron, J. 2001. On food and nature in water scarce Tropical countries, Journal of Land and Water International Series 99, pp 4-6.
- Smidt and Ferguson. 1951 *dalam* Bayong Tjasyono. (2004). Klimatologi, Penerbit ITB, Bandung
- Smith M. 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management, Irrigation and Drainage Paper 46, FAO, Rome, Italy.
- Upton, M. 1996. The economics of farming system, Cambridge University Press, UK.