

## Penggunaan CROPWAT 8.0 untuk Menentukan Kebutuhan Air Irigasi Tanaman Tomat pada Tanah Regosol di Kawasan Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara

Suleyman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun Ternate

\*Email: [suleyman@unkhair.ac.id](mailto:suleyman@unkhair.ac.id)

Received : 20 Juni 2024  
Accepted : 14 Juli 2024  
Available online : 15 Juli 2024

### ABSTRACT

Tomato is an important crop in Ternate, North Maluku Province, Indonesia. This study aimed to determine the irrigation water requirements for tomato cultivation on Regosol soil in the North Ternate region using the CROPWAT 8.0 model. Climate data, crop data, and soil data were collected and processed using the CROPWAT 8.0 program. The results showed that the irrigation water requirements varied significantly between the rainy and dry seasons. During the rainy season, the total irrigation water requirement ranged from 60 to 107 mm, while in the dry season, it was much higher, ranging from 130 to 187 mm. This difference was primarily due to the low rainfall during the dry season. Simulations of planting at different periods showed relatively minor variations in crop water requirements, reflecting the stable weather conditions throughout the year in Ternate. The findings of this study can assist local tomato farmers in managing irrigation water more efficiently and effectively, thereby improving crop productivity and reducing the risk of water shortage.

**Keywords:** CROPWAT, irrigation water requirements, tomato, Regosol soil

### ABSTRAK

Tomat merupakan salah satu tanaman penting di Ternate, Provinsi Maluku Utara, Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan air irigasi untuk budidaya tomat pada tanah Regosol di wilayah Ternate Utara dengan menggunakan model CROPWAT 8.0. Data iklim, data tanaman, dan data tanah dikumpulkan dan diolah menggunakan program CROPWAT 8.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi sangat bervariasi antara musim hujan dan musim kemarau. Pada musim hujan, total kebutuhan air irigasi berkisar antara 60 hingga 107 mm, sedangkan pada musim kemarau jauh lebih tinggi, berkisar antara 130 hingga 187 mm. Perbedaan ini terutama disebabkan oleh curah hujan yang rendah selama musim kemarau. Simulasi penanaman pada periode yang berbeda menunjukkan variasi yang relatif kecil dalam kebutuhan air tanaman, yang mencerminkan kondisi cuaca yang stabil sepanjang tahun di Ternate. Temuan penelitian ini dapat membantu petani tomat lokal dalam mengelola air irigasi secara lebih efisien dan efektif, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi risiko kekurangan air.

**Kata kunci:** CROPWAT, kebutuhan air irigasi, tomat, tanah Regosol

### PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu komoditas penting di Ternate, Provinsi Maluku Utara. Hal ini dibuktikan dengan tingginya permintaan tomat dari masyarakat lokal maupun luar daerah. Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), kebutuhan untuk komoditi tomat di Ternate mencapai sekitar 250 ton/tahun dan disuplai oleh petani lokal ke pasar Ternate hanya

mencapai 50 persen. Kekurangan dari suplai tersebut dipenuhi dari berbagai daerah baik itu Sulawesi Utara maupun Pulau Halmahera.

Air merupakan faktor penting dalam budidaya tanaman. Kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, jenis tanaman, dan jenis tanah.

Tanah di Ternate Utara didominasi oleh jenis tanah Regosol. Tanah Regosol adalah tanah muda yang terbentuk dari bahan vulkanik

yang belum mengalami proses perkembangan yang sempurna (Sarihi et al., 2023). Tanah Regosol memiliki tekstur yang kasar dan drainase yang baik.

Namun, tanah Regosol juga memiliki daya tahan air yang rendah. Hal ini berarti bahwa air hujan yang turun di tanah Regosol akan dengan mudah meresap ke dalam tanah dan tidak tertahan di permukaan tanah (Anggrianti et al., 2021). Kondisi ini dapat menyebabkan kekeringan pada musim kemarau.

Keterbatasan air irigasi dan daya tahan air yang rendah pada tanah Regosol di Ternate Utara membuat petani tomat di daerah tersebut harus berhati-hati dalam mengelola air untuk tanaman mereka.

Di daerah Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara, petani tomat seringkali menghadapi kesulitan dalam menentukan kebutuhan air irigasi yang tepat. Hal ini dapat menyebabkan kekurangan air yang menghambat pertumbuhan tanaman atau kelebihan air yang dapat menyebabkan penyakit dan pembusukan akar.

Kebutuhan air tanaman dapat ditentukan melalui permodelan dengan menganalisa beberapa variabel data yang relevan. Model CROPWAT merupakan model yang dikembangkan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) untuk menentukan kebutuhan air irigasi tanaman (FAO, 2024). Model ini menggunakan data iklim, data tanaman, dan data tanah.

Ada berbagai model yang tersedia dalam literatur, misalnya, AquaCrop, CROPWAT, APSIM, CropSyst, dll. Setiap model memiliki ketidakpastian dan membutuhkan data yang diperlukan sebagai input. Namun, model CROPWAT membutuhkan lebih sedikit data sebagai input dan memiliki penerapan yang lebih universal (Solangi et al., 2022). Dengan demikian, CROPWAT adalah model yang dapat diandalkan untuk mengembangkan penjadwalan irigasi yang tepat bagi petani untuk memahami jumlah air yang dibutuhkan pada waktu yang tepat untuk lahan pertanian. Model CROPWAT lebih dipilih dalam penelitian ini dalam penentuan evapotranspirasi referensi (ET<sub>o</sub>) dan evapotranspirasi tanaman aktual (ET<sub>c</sub>), karena model ini dapat memberikan proyeksi yang tepat untuk data kebutuhan air tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan model CROPWAT untuk menentukan kebutuhan air irigasi tanaman tomat di tanah regosol pada kawasan Ternate Utara,

Provinsi Maluku Utara. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani tomat di daerah tersebut untuk mengelola air irigasi secara lebih efisien dan efektif.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilakukan di Ternate dengan menggunakan data sekunder berupa data iklim selama 10 tahun terakhir (2014-2023) yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sultan Babullah, Kota Ternate. Data iklim ini terdiri dari temperatur udara, kelembaban udara, radiasi matahari, curah hujan, dan kecepatan angin.

Selain data iklim, data sekunder yang digunakan adalah data tanaman tomat yang diperoleh dari FAO Irrigation and drainage paper 56 (Allen et al., 1998). Data tersebut terdiri dari koefisien evapotranspirasi tanaman (*single crop coefficient*), kedalaman akar, dan titik layu permanen.

Data tanah diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Anggrianti et al. (2021). Data tersebut terdiri dari jenis tanah dan laju infiltrasi.

Pengolahan data dilakukan menggunakan program Cropwat 8.0 yang terdiri dari empat panel utama: Iklim/ET<sub>o</sub> (*Climate/Eto*), Curah Hujan (*Rain*), Tanaman (*Crop*), dan Tanah (*Soil*). Data iklim dimasukkan ke dalam panel Iklim/Eto (*Climate/Eto*), sedangkan data curah hujan dimasukkan ke dalam panel Curah Hujan (*Rain*). Data tanaman tomat, seperti periode tanam, koefisien evapotranspirasi tanaman (K<sub>c</sub>), kedalaman akar, dan titik layu permanen, dimasukkan ke dalam panel Tanaman (*Crop*). Data tanah, seperti tekstur, porositas, dan kapasitas lapang, dimasukkan ke dalam panel Tanah (*Soil*).

Setelah semua data dimasukkan, program Cropwat 8.0 akan menghitung kebutuhan air irigasi untuk tanaman tomat di Ternate. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan metode Penman-Monteith, yang merupakan metode yang direkomendasikan oleh FAO untuk menentukan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>). ET<sub>o</sub> kemudian diubah menjadi evapotranspirasi tanaman aktual (ET<sub>c</sub>) dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti periode tanam, laju transpirasi tanaman, dan kondisi tanah.

Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan kebutuhan air irigasi per

periode waktu (10 hari). Informasi ini dapat digunakan oleh petani tomat di Ternate untuk mengelola air irigasi secara lebih efisien dan efektif.

Metode Penman-Monteith yang direkomendasikan oleh FAO saat ini menjadi metode utama untuk menentukan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>). Metode ini menghasilkan nilai ET<sub>o</sub> yang lebih konsisten dengan data penggunaan air aktual tanaman di berbagai wilayah dan kondisi iklim. Berikut adalah persamaan yang digunakan menentukan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>) dalam metode Penman-Monteith (Allen et al., 1998):

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T+273}\right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34 u_2)}$$

Keterangan:

ET<sub>o</sub> = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

R<sub>n</sub> = radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m<sup>2</sup>/hari)

G = densitas fluks panas tanah (MJ/m<sup>2</sup>/hari)

T = suhu udara rata-rata harian pada ketinggian 2 m (°C)

u<sub>2</sub> = kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/detik)

e<sub>s</sub> = tekanan uap saturasi (kPa)

e<sub>a</sub> = tekanan uap aktual (kPa)

e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub> = defisit tekanan uap jenuh (kPa)

Δ = slope kurva tekanan uap (kPa/°C)

γ = konstanta psikrometri (kPa/°C)

Evapotranspirasi tanaman aktual (ET<sub>c</sub>) dihitung dengan mengalikan ET<sub>o</sub> dengan K<sub>c</sub> (Allen et al., 1998). Persamaan tersebut ditulis secara matematis sebagai berikut:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Keterangan:

ET<sub>c</sub> = evapotranspirasi tanaman aktual (mm/hari)

K<sub>c</sub> = koefisien evapotranspirasi tanaman (tanpa dimensi satuan)

ET<sub>o</sub> = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>) pada Tabel 1 menunjukkan adanya variasi evapotranspirasi potensial sepanjang tahun, dengan kecenderungan lebih tinggi pada bulan Agustus sampai Oktober dan lebih rendah pada bulan Desember sampai Juni.

Pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5, Decade adalah pembagian tiga periode 10 hari dalam 1 bulan. Eff rain adalah curah hujan

efektif. Irr. Req adalah kebutuhan irigasi. Satuan mm/dec merupakan jumlah total dengan satuan mm dalam 1 decade (1decade = 10 hari).

Tabel 1. Evaporasi potensial bulanan di ternate dari hasil perhitungan data iklim periode tahun 2014-2023.

Bulan	ET <sub>o</sub> (mm/hari)
Januari	4.48
Februari	4.78
Maret	5.14
April	5.11
Mei	4.76
Juni	4.40
Juli	4.42
Agustus	4.93
September	4.92
Oktober	5.18
November	4.76
Desember	4.36

Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan evapotranspirasi potensial (ET<sub>o</sub>) pada Tabel 1, dalam penelitian ini dilakukan simulasi penanaman pada musim hujan (Oktober hingga Maret, serta November hingga April) dan musim kemarau (Mei hingga September, serta Juni hingga Oktober).

Tabel 2. Evapotranspirasi aktual dan kebutuhan air tanaman tomat dengan simulasi tanggal tanam 15 Oktober dan tanggal panen 8 Maret (145 hari).

Month	Decade	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm/dec)	Eff rain (mm/dec)	Irr. Req. (mm/dec)
Oct	2	0.60	18.7	19.6	2.3
Oct	3	0.60	33.3	35.9	0.0
Nov	1	0.60	29.4	39.4	0.0
Nov	2	0.64	30.4	42.3	0.0
Nov	3	0.77	35.6	45.1	0.0
Dec	1	0.90	40.6	48.8	0.0
Dec	2	1.04	45.3	52.0	0.0
Dec	3	1.13	54.9	51.3	3.7
Jan	1	1.14	50.5	51.8	0.0
Jan	2	1.14	50.9	52.4	0.0
Jan	3	1.14	57.3	45.2	12.0
Feb	1	1.13	52.7	34.3	18.4
Feb	2	1.03	49.1	26.5	22.6
Feb	3	0.92	36.2	32.0	4.2
Mar	1	0.83	33.4	31.6	0.0
Total (mm)			618.1	608.3	63.2

Pada Tabel 2, nilai Kc merepresentasikan fase pertumbuhan tanaman. Pada awal fase pertumbuhan, tanaman tidak memerlukan banyak air karena lebar kanopi dan luas total area daun masih kecil, namun perlu diingat bahwa pada fase tersebut perakaran tanaman masih dangkal dan mengalami keterbatasan untuk menjangkau air dari bagian dasar tanah. Kebutuhan air tanaman meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman dengan nilai Kc tertinggi 1.14. Total kebutuhan air tanaman pada periode tanam tersebut sebesar 618 mm. Dengan adanya keterbatasan curah hujan pada bulan Januari dan Februari, tanaman tersebut masih memerlukan tambahan air irigasi.

Tabel 3. Evapotranspirasi aktual dan kebutuhan air tanaman tomat dengan simulasi tanggal tanam 15 November dan tanggal panen 8 April (145 hari).

Month	Decade	Kc coeff	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Nov	2	0.60	17.1	25.4	0.0
Nov	3	0.60	27.8	45.1	0.0
Dec	1	0.60	27.0	48.8	0.0
Dec	2	0.63	27.4	52.0	0.0
Dec	3	0.76	36.9	51.3	0.0
Jan	1	0.90	40.1	51.8	0.0
Jan	2	1.04	46.5	52.4	0.0
Jan	3	1.14	57.2	45.2	12.0
Feb	1	1.14	53.3	34.3	19.0
Feb	2	1.14	54.5	26.5	27.9
Feb	3	1.14	44.7	32.0	12.7
Mar	1	1.14	57.2	39.5	17.6
Mar	2	1.06	54.7	43.8	10.8
Mar	3	0.94	53.0	45.4	7.6
Apr	1	0.83	33.9	37.6	0.0
Total (mm)			631.3	631.2	107.7

Perbedaan tanggal tanam berimplikasi pada perbedaan jumlah total kebutuhan air tanaman (ETc). Hal tersebut disebabkan oleh variasi cuaca yang meliputi temperatur, kelembaban udara, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari sehingga menghasilkan nilai ETo yang berbeda. Dengan adanya permodelan irigasi tersebut, kebutuhan air dapat diperkirakan sesuai dengan variasi cuaca yang terjadi di Ternate.

Tabel 4. Evapotranspirasi aktual dan kebutuhan air tanaman tomat dengan simulasi tanggal tanam 1 Mei dan tanggal panen 22 September (145 hari).

Month	Decade	Kc	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
May	1	0.60	29.3	49.5	0.0
May	2	0.60	28.6	50.0	0.0
May	3	0.60	30.7	49.9	0.0
Jun	1	0.69	31.0	50.2	0.0
Jun	2	0.82	36.0	50.4	0.0
Jun	3	0.95	41.8	48.8	0.0
Jul	1	1.08	47.6	48.4	0.0
Jul	2	1.13	49.8	47.7	2.1
Jul	3	1.13	56.9	41.2	15.7
Aug	1	1.13	53.6	32.0	21.7
Aug	2	1.13	55.5	25.1	30.5
Aug	3	1.09	59.0	27.6	31.4
Sep	1	0.97	47.7	31.4	16.3
Sep	2	0.85	41.9	32.9	8.9
Sep	3	0.78	7.8	6.6	7.8
Total (mm)			617.1	591.5	134.5

Tabel 5. Evapotranspirasi aktual dan kebutuhan air tanaman tomat dengan simulasi tanggal tanam 1 Juni dan tanggal panen 23 Oktober (145 hari).

Month	Decade	Kc	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Jun	1	0.60	27.1	50.2	0.0
Jun	2	0.60	26.4	50.4	0.0
Jun	3	0.60	26.4	48.8	0.0
Jul	1	0.67	29.7	48.4	0.0
Jul	2	0.80	35.6	47.7	0.0
Jul	3	0.94	47.6	41.2	6.4
Aug	1	1.08	51.4	32.0	19.4
Aug	2	1.13	55.5	25.1	30.5
Aug	3	1.13	61.0	27.6	33.5
Sep	1	1.13	55.5	31.4	24.1
Sep	2	1.13	55.4	32.9	22.5
Sep	3	1.09	54.8	33.2	21.6
Oct	1	0.98	50.0	32.7	17.3
Oct	2	0.86	44.8	32.7	12.1
Oct	3	0.79	11.9	9.8	0.0
Total (mm)			633.1	543.8	187.3

Simulasi penanaman pada musim hujan (Tabel 2 dan Tabel 3) menghasilkan total kebutuhan air tanaman (ETc) yang tidak jauh berbeda. Pada simulasi tersebut, curah hujan juga cukup tinggi sehingga kebutuhan total air irigasi berkisar antara 60 hingga 107 mm.

Simulasi penanaman pada musim kemarau (Tabel 4 dan Tabel 5) juga menghasilkan total kebutuhan air tanaman (ETc) yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa variasi cuaca yang meliputi temperatur, kelembaban udara, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari tidak memiliki perbedaan yang besar dalam mempengaruhi kebutuhan air tanaman tomat di Ternate selama musim kemarau. Pada simulasi tersebut, curah hujan cukup rendah sehingga kebutuhan total air irigasi berkisar antara 130 hingga 187 mm.

Kebutuhan air irigasi pada Tabel 2 dan Tabel 5 menunjukkan perbedaan yang sangat besar. Meskipun variasi unsur-unsur cuaca seperti temperatur, kelembaban udara, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari tidak menunjukkan perbedaan yang besar terhadap kebutuhan air tanaman tomat di Ternate selama musim kemarau, perbedaan curah hujan antara musim kemarau dan musim hujan menjadi faktor utama yang menyebabkan perbedaan besar dalam kebutuhan air irigasi.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model CROPWAT dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan air irigasi tanaman tomat pada tanah Regosol di kawasan Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara. Kebutuhan air irigasi sangat dipengaruhi oleh musim tanam dan curah hujan. Pada musim hujan, kebutuhan air irigasi berkisar antara 60-107 mm, sedangkan pada musim kemarau, kebutuhan air irigasi jauh lebih besar, yaitu 130-187 mm. Hal ini disebabkan oleh curah hujan yang rendah pada musim kemarau. Simulasi penanaman pada periode yang berbeda menunjukkan variasi kebutuhan air tanaman yang tidak terlalu besar, mencerminkan kondisi cuaca yang relatif stabil sepanjang tahun di Ternate. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh petani tomat di Ternate untuk mengelola air irigasi secara lebih efisien dan efektif, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan air.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada FAO atas software Cropwat 8.0 yang bermanfaat untuk penelitian ini. Terima kasih kepada Stasiun Meteorologi Sultan Babullah, Kota Ternate, atas data iklim yang telah diberikan. Penulis juga berterima kasih kepada Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara atas data konsumsi dan produksi tomat di Ternate.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water Requirement)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/X0490E/x0490e00.htm>
- Anggrianti, A., Anugrahadi, A., & Yuda, H. F. (2021). Analisis Laju Infiltrasi Daerah Ternate Barat Serta Ternate Utara Provinsi Maluku Utara. *Journal of Geoscience Engineering and Energy (JOGEE)*, 88–96. <https://doi.org/10.25105/jogee.v2i1.8925>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Buah-Buahan Per Kabupaten/Kota* Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/query-builder>
- FAO. (2024). *CropWat | Land & Water*. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/>
- Sarihi, T. D., Malik, A. A. M., & Karongkong, H. H. (2023). Analisis Pemanfaatan Lahan Pada Kawasan Rawan Bencana di Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate. *Jurnal Spasial*, 10(1), 74–85.
- Solangi, G. S., Shah, S. A., Alharbi, R. S., Panhwar, S., Keerio, H. A., Kim, T.-W., Memon, J. A., & Bughio, A. D. (2022). Investigation of Irrigation Water Requirements for Major Crops Using CROPWAT Model Based on Climate Data. *Water*, 14(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/w14162578>