

ANALISIS NERACA AIR TANAH BERBASIS CROPWAT UNTUK PERENCANAAN TANAM MELON TADAH HUJAN KABUPATEN SUMBAWA

CROPWAT-BASED GROUNDWATER BALANCE ANALYSIS FOR RAINFED MELON CROOPING PLANNING IN SUMBAWA REGENCY

Ieke Wulan Ayu^{1*}, Akhmad Sukri², Soemarno³

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Samawa, Indonesia

²Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Indonesia

³Departemen Tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

*Korespondensi: iekewulanayu002@gmail.com

Diterima : 13 November 2025/ Revisi : 02 Desember 2025 / Disetujui : 18 Mei 2026

Abstrak

Hujan menjadi pembatas utama produksi melon di lahan tadah hujan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dinamika air tanah dan menentukan waktu tanam melon berdasarkan ketersediaan air tanah. Penelitian dilaksanakan di Desa Labuhan Kuris, Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa dari bulan Januari-Februari 2025. Penelitian mengadopsi model *Thornwaite Mather* untuk menghitung neraca lengas tanah menggunakan Cropwat 8.0. Data menggunakan parameter meteorologi bulanan dari tahun 2017-2024 di Kabupaten Sumbawa untuk menghitung evapotranspirasi, kebutuhan air tanaman dan penyesuaian waktu tanam melon pada lahan tadah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai evapotranspirasi referensi (ET_o) tertinggi tercatat pada bulan September, yakni sebesar 5,43 mm hari⁻¹, dan terendah terjadi pada bulan Januari sebesar 3,73 mm hari⁻¹, yang dipengaruhi oleh tingginya kelembaban udara, rendahnya intensitas radiasi matahari, serta durasi penyinaran yang pendek. Surplus terjadi pada bulan Januari-Februari dan defisit terjadi mulai bulan Maret sampai dengan Oktober. Penanaman melon pada bulan Oktober menghasilkan neraca air seimbang karena curah hujan masih mampu memenuhi kebutuhan air tanaman, sedangkan penanaman pada bulan Maret mengalami defisit air akibat tingginya evapotranspirasi dan rendahnya presipitasi. Kondisi ini menyebabkan cekaman air pada fase generatif yang menurunkan hasil panen. Oleh karena itu, waktu tanam optimal adalah awal musim hujan (pertengahan Oktober–awal November) dengan dukungan irigasi suplemen, mulsa, dan biochar untuk menjaga kelembapan tanah serta menunjang pertanian berkelanjutan di daerah tadah hujan.

Kata Kunci: Cropwat Cropwat 8.0, neraca air tanah, Sumbawa, tadah hujan

Abstract

Rainfall is the main limiting factor for melon production in rainfed areas. This study aimed to analyze soil water dynamics and determine the optimal planting time for melon based on soil water availability. The research was conducted in Labuhan Kuris Village, Lape District, Sumbawa Regency, from January-February 2025. The study adopted the Thornthwaite–Mather model to
ISSN: [2407-7933](https://doi.org/10.15575/j.agro.52004)

1

Cite this as: Ayu, I. W., Sukri, A. & Soemarno. (2026). Analisis neraca air tanah berbasis cropwat untuk perencanaan tanam melon tadah hujan Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Agro*, 13(1), 1-15.
<https://doi.org/10.15575/j.agro.52004>

calculate the soil water balance using Cropwat 8.0. Monthly meteorological data from 2017 to 2024 in Sumbawa Regency were used to estimate evapotranspiration, crop water requirements, and to adjust planting time for melon under rainfed conditions. The results showed that the highest reference evapotranspiration (ET_o) was recorded in September at 5,43 mm day⁻¹, while the lowest occurred in January at 3,73 mm day⁻¹. These variations were influenced by high relative humidity, low solar radiation intensity, and shorter sunshine duration. Water surplus occurred during January–February, whereas water deficit was observed from March to October. Melon planting in October resulted in a balanced water condition, as rainfall was still sufficient to meet crop water requirements. In contrast, planting in March led to water deficit due to high evapotranspiration and low precipitation. This condition induced water stress during the generative phase, resulting in reduced yield. Therefore, the optimal planting time is at the beginning of the rainy season (mid-October to early November), supported by supplemental irrigation, mulching, and biochar application to maintain soil moisture and promote sustainable agriculture in rainfed areas.

Keywords: Cropwat 8.0, Soil water balance, Sumbawa, rainfed agriculture

PENDAHULUAN

Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) merupakan komoditas hortikultura famili Cucurbitaceae yang banyak dibudidayakan pada skala rumah tangga maupun agribisnis (Candra *et al.*, 2017). Peningkatan produksi melon secara nasional terjadi pada kurun waktu 2023 dan 2024 dengan produksi masing-masing sebesar 117.794 dan 125.384 ton (BPS-NTB, 2024), menunjukkan peluang pengembangan budidaya dan peningkatan pendapatan petani untuk mendukung ketahanan pangan nasional. Budidaya melon telah diintegrasikan kedalam program diversifikasi pertanian untuk memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga petani (Bahri & Kunaifi, 2021; Lubis, 2022) dengan menyumbang lebih dari 40% pendapatan keluarga petani (Erwandri *et al.*, 2021). Andriani *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa budidaya melon memberikan laba bersih Rp25.241.889,07 per hektar per musim dengan nilai R/C ratio 1,44, sehingga layak secara ekonomi.

Desa Labuhan Kuris, Kecamatan Lape, merupakan wilayah pengembangan melon di Kabupaten Sumbawa, tetapi budidaya di lahan tadah hujan menghadapi tantangan

perubahan iklim karena ketergantungan pada curah hujan sehingga ketidakteraturan hujan dapat menyebabkan cekaman air, stres fisiologis, hingga gagal panen. Disisi lain, jumlah curah hujan rata-rata Kabupaten Sumbawa dalam kurun waktu 2020-2022 relatif rendah dengan distribusi tidak seragam (136,194 mm tahun⁻¹). Akibatnya, praktik pertanian menghadapi tantangan serius dengan rendahnya curah hujan dan perubahan iklim dalam beberapa dekade terakhir (Ayu *et al.*, 2021). Variabilitas iklim berdampak signifikan terhadap produksi tanaman melalui gangguan waktu tanam dan panen, ketersediaan air, curah hujan ekstrem, kesuburan tanah, serta dinamika hama dan penyakit yang meningkatkan kerentanan dan menurunkan hasil panen. (Juansa *et al.*, 2025). Faktor-faktor tersebut dikhawatirkan menghambat pengembangan budidaya melon di Kabupaten Sumbawa yang memiliki kondisi lengas tanah bervariasi.

Kondisi lengas tanah di lahan tadah hujan Desa Labuhan Kuris, Kabupaten Sumbawa bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh curah hujan, kedalaman akar, serta struktur dan tekstur tanah. Zega (2024)

mengungkap bahwa kemampuan tanah dalam menahan air bagi tanaman dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah yang berperan penting dalam menentukan distribusi air dan udara di profil tanah. Budidaya melon pada sistem pertanian tanpa irigasi sangat bergantung pada curah hujan sehingga rentan terhadap gagal tumbuh dan gagal panen akibat keterlambatan atau ketidakaturan hujan. Curah hujan yang tidak menentu menyebabkan tanah belum mencapai kapasitas lapang, yaitu kondisi optimal air tersedia bagi tanaman (Ayu *et al.*, 2022), meperlambat pertumbuhan kecambah dan akar tidak berkembang dengan sempurna. Mutmainnah *et al.* (2021), fluktuasi ketersediaan lengas tanah di lahan kering dapat menghambat fotosintesis, menurunkan efisiensi penyerapan air oleh akar, dan berujung pada penurunan hasil panen. Oleh karena itu, waktu tanam perlu disesuaikan dengan pola curah hujan dan dinamika lengas tanah agar ketersediaan air tetap optimal pada fase kritis pertumbuhan tanaman (Ayu *et al.*, 2013) sehingga diperlukan sinkronisasi curah hujan, sifat tanah, dan dinamika lengas tanah untuk menyusun kalender tanam adaptif agar ketersediaan air dan produktivitas tanaman tetap optimal di tengah variabilitas iklim tinggi di Desa Labuhan Kuris, Kabupaten Sumbawa.

Dalam merancang kalender tanam adaptif, diperlukan media pemodelan salah satunya adalah Cropwat. Cropwat 8.0 adalah software yang dikembangkan oleh FAO dalam rangka analisis kebutuhan air tanaman, evapotranspirasi, dan penjadwalan irigasi secara efisien berdasarkan data agroklimat, karakteristik tanah, dan fase pertumbuhan tanaman. Dalam penyusunan kalender panen, model

ini berfungsi menentukan waktu tanam yang optimal, durasi pertumbuhan, serta estimasi waktu panen berdasarkan keseimbangan antara curah hujan dan kebutuhan air tanaman (Vozhehova *et al.*, 2018; Gabr, 2022). Melalui simulasi evapotranspirasi dan koefisien tanaman (Kc), Cropwat 8.0 memungkinkan prediksi yang lebih akurat terhadap kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhan dan mengoptimalkan jadwal irigasi (Roja *et al.*, 2020). Selain itu, penerapan model ini terbukti efektif dalam pengelolaan air berkelanjutan melalui penentuan pola tanam dan rotasi yang efisien, sehingga mendukung perencanaan kalender tanam dan panen secara ilmiah dan adaptif terhadap kondisi iklim lokal (Champaneri *et al.*, 2024).

Penelitian mengenai hubungan waktu tanam melon dan dinamika lengas tanah di lahan tadah hujan masih terbatas. Petani umumnya masih mengandalkan pengalaman turun-temurun atau pola tanam padi yang belum sesuai dengan kebutuhan agronomis melon, terutama terkait kebutuhan air dan aerasi tanah, sementara kajian ilmiah mengenai waktu tanam optimal berbasis lengas tanah juga belum tersedia (Winata *et al.*, 2025). Yulianti *et al.* (2023), kalender tanam berbasis neraca air lebih akurat dalam menentukan waktu tanam optimal dibanding pendekatan konvensional. Oleh karena itu, pemantauan lengas tanah secara temporal penting untuk mendukung budidaya yang tepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika air tanah, menentukan waktu tanam melon berdasarkan ketersediaan air, serta menyusun pola tanam berbasis air tanah di lahan tadah hujan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Labuhan Kuris Kecamatan Lape Kabupaten Sumbawa Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), Indonesia dari bulan Januari-Februari 2025, dengan menggunakan data meteorologi tahun 2017-2024 dari data BMKG Kabupaten Sumbawa.

Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan melalui tahapan sebagai berikut: (1) perhitungan nilai Neraca Air Lahan menggunakan Metode *Thorntwaite and Mather* (Dwiratna *et al.*, 2025). Input data yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah ETo (*Evapotranspirasi Potensial*) (Kusumo *et al.*, 2024), dan STo (*Soil Water Storage*) (Nguyen *et al.*, 2025), dan (2) evaluasi waktu tanam. Evaluasi waktu tanam menggunakan perangkat lunak Cropwat 8.0 menggunakan data iklim meliputi suhu maksimum, suhu minimum, kelembapan, kecepatan angin, dan lama penyinaran (Tabel 1). Dalam mendukung evaluasi waktu tanam dibutuhkan perhitungan hujan

efektif menggunakan metode USDA *Soil Conservation Service Method* mengacu pada data primer yang ditampilkan pada Tabel 2. Evaluasi waktu tanam menggunakan data tanah yang berasal dari Cropwat 8.0 sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Untuk mendukung evaluasi waktu tanaman diperlukan data tanaman yang diambil dari database Cropwat 8.0 khusus untuk buah melon yang disajikan pada Tabel 4.

Estimasi evapotranspirasi dianalisis menggunakan FAO-Penman Monteith pada model Cropwat 8.0 (FAO, 2012).

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

Eto: evapotranspirasi tanaman acuan (mm hari⁻¹); Rn: radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman (MJ m⁻² hari⁻¹); G: *soil heat flux density*; T: rata-rata suhu udara setinggi 2 m (°C); u₂: kecepatan angin pada ketinggian 2 m dari atas permukaan tanah (m⁻¹.s); Δ: kemiringan kurva tekanan uap air terhadap suhu (kPa °C⁻¹); γ: konstanta psikrometrik (kPa °C⁻¹); e_s: adalah tekanan uap air jenuh (kPa); e_a: tekanan uap air aktual (kPa).

Tabel 1. Estimasi ETo FAO-PM Periode Tahun 2017-2024 di Kabupaten Sumbawa

Bulan	Suhu Min (°C)	Suhu Max (°C)	Kelemba-ban (%)	Angin (km)	Penyinaran Matahari (jam)	Radiasi (MJ m ² ⁻¹ day ⁻¹)	ETo (mm day ⁻¹)
Januari	14,8	33,8	85	2	8	19,6	3,73
Februari	15,7	32,7	88	2	9	22,2	4,16
Maret	15,2	34,6	85	2	8	21,7	4,20
April	15,7	34,8	82	2	9	23,4	4,54
Mei	14,4	35,0	75	3	11	25,7	4,79
Juni	13,9	34,8	75	3	11	25,1	4,56
Juli	19,1	34,2	72	3	12	26,8	4,95
Agustus	20,3	35,9	69	3	12	27,5	5,26
September	21,5	36,6	69	3	12	27,8	5,43
Oktober	22,2	37,1	72	3	11	25,4	5,16
Nopember	16,4	36,7	78	2	10	22,6	4,32
Desember	22,4	34,8	82	2	9	20,5	4,15
Rerata	17,6	35,1	78	3	10,2	24,0	46,0

Perhitungan hujan efektif menggunakan metode USDA Soil Conservation Service Method:

$P_{eff} = P_{month} \times (125 - 0.2 \times P_{month}) / 125$
for $P_{month} < 250$ mm

$P_{eff} = 125 + 0.1 \times P_{month}$ for
 $P_{month} > 250$ mm

Tabel 2. Estimasi Hujan Efektif 2017-2024

Bulan	Hujan (mm)	Hujan Efektif (mm)
Januari	209,2	139,2
Februari	202,4	136,9
Maret	169,6	123,6
April	92,9	79,1
Mei	27,5	26,3
Juni	18,4	17,9
Juli	7,1	7,0
Agustus	1,4	1,4
September	17,4	16,9
Oktober	55,7	50,8
Nopember	130,8	103,4
Desember	182,7	129,3
Total	1115,1	831,6

Tabel 3. Karakteristik Tanah yang Digunakan dalam Simulasi

Parameter	Nilai
Tekstur	<i>Light (Sand)</i>
Total kelembapan tanah tersedia (FC-WP)	290 mm m ⁻¹
Laju infiltrasi hujan maksimum	40 mm day ⁻¹
Kedalaman perakaran maksimum	900 cm
Penipisan kelembapan tanah awal (% TAM)	0%
Kelembapan tanah awal tersedia	290 mm m ⁻¹

Sumber: Cropwat 8.0

Neraca lengas tanah pada lahan dapat dihitung dengan persamaan:

$$S - S_{MDt} = S_{MDt-1} + P - E - I - R - DP$$

dimana: SMDt dan SMDt-1 adalah depleksi lengas tanah (mm) pada periode t dan t-1, E adalah evapotranspirasi aktual (mm), PE adalah hujan efektif (mm), IR adalah ketebalan irigasi (mm), RO adalah runoff (mm), DP adalah perkolasi dalam (mm).

Tabel 4. Tahapan Pertumbuhan Tanaman dan Indikatornya

Tanaman	Indikator	Tahap Pertumbuhan				Total
		I	II	III	IV	
Melon	Tahap pertumbuhan (hari)	25	35	40	20	120
	Kc	0,50	>>>	1,05	0,75	
	Respon Hasil Panen	0,50	0,60	1,10	0,80	1,05
	Penyusutan (p)	0,40	>>>	0,40	0,50	

Sumber: Cropwat 8.0

Keterangan:

>>> = menunjukkan data tidak tersedia atau tidak digunakan pada tahap tersebut

Kc = Koefisien tanaman (tanpa satuan)

Ky = Respon Hasil Panen (Ky) (tanpa satuan)

Reduksi hasil tanaman pada masing-masing fase dan kumulatifnya dapat dihitung dengan rumus:

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



(i = tahapan pertumbuhan tanaman ; Ky = faktor pengurangan hasil panen ; Ya dan ETa = hasil panen dan ET aktual; Ym and ETm = hasil panen maksimum dan ET maksimum).

Neraca lengas tanah pada lahan dapat dihitung dengan persamaan:

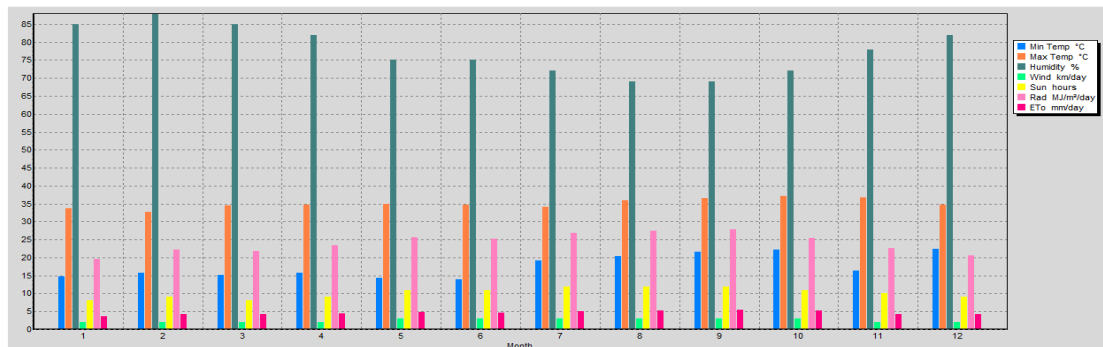
$$SMDt - SMDt-1 = E - P - R - DP$$

dimana: SMDt dan SMDt-1 adalah deplesi lengas tanah (mm) pada periode t dan t-1, E adalah evapotranspirasi aktual (mm), P adalah hujan efektif (mm), R adalah ketebalan irigasi (mm), RO adalah runoff (mm), DP adalah perkolasi dalam (mm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evapotranspirasi Potensial (ET_o)

Hasil analisis evapotranspirasi potensial (ET_o) pada penelitian digunakan untuk menentukan waktu tanam terbaik berdasarkan hujan dan kebutuhan air tanaman (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Variabel Iklim dan Nilai ET_o Periode Tahun 2017–2024

Gambar 1 menunjukkan rata-rata evapotranspirasi referensi (ET_o) di Desa Labuhan Kuris selama 2017–2024 mencapai 4,6 mm hari⁻¹, dengan nilai tertinggi pada bulan September (5,43 mm hari⁻¹) dan terendah pada Januari (3,73 mm hari⁻¹). Pola tahunan menunjukkan ET_o mulai meningkat sejak April seiring kenaikan suhu udara, penurunan kelembapan relatif, serta peningkatan durasi dan radiasi penyinaran; puncak ET_o terjadi pada musim kemarau ketika radiasi dan suhu tinggi, sedangkan pada musim hujan nilai ET_o menurun akibat radiasi lebih rendah dan kelembapan tinggi. Pola ini konsisten dengan temuan di berbagai zona iklim lain bahwa ET_o cenderung rendah saat musim hujan dan meningkat pada periode kering (Patel *et al.*, 2017). Dinamika ET_o menjadi dasar penting dalam penentuan waktu tanam melon di lahan tadah hujan. Penanaman yang dilakukan pada periode ET_o relatif rendah memungkinkan kehilangan air melalui penguapan–transpirasi lebih kecil dan

kebutuhan air tanaman lebih mudah dipenuhi oleh curah hujan yang tersedia. Sebaliknya, apabila penanaman dilakukan saat ET_o tinggi dan curah hujan rendah, risiko defisit lengas tanah dan cekaman air meningkat sehingga menurunkan produktivitas tanaman. Karena itu, sinkronisasi antara waktu tanam dengan periode ET_o rendah dan awal musim hujan menjadi kunci efisiensi penggunaan air pada sistem tadah hujan (Rouphael *et al.*, 2008; Ayu *et al.*, 2013; Ayu *et al.* 2017).

Neraca Air

Neraca air tahunan di Desa Labuhan Kuris menunjukkan kondisi tidak seimbang (Tabel 5). Total curah hujan tahunan efektif tercatat 831,8 mm, sementara evapotranspirasi potensial (ET_o/PE) mencapai 1.685,58 mm tahun⁻¹ dan evapotranspirasi aktual (AE) 947,52 mm tahun⁻¹. Simpanan air dalam zona perakaran (ST) sebesar 780,71 mm diikuti defisit air tahunan 738,05 mm dan surplus hanya

182,22 mm. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar curah hujan terserap untuk mengisi kembali lengas tanah dan memenuhi evapotranspirasi, sehingga air yang benar-benar tersedia bagi tanaman terbatas. Secara temporal, surplus air hanya terjadi pada Januari–Februari, sementara Maret–Oktober didominasi kondisi defisit ($P < ETo$). Bulan Oktober berperan sebagai periode transisi, ketika curah hujan mulai naik ($\approx 50,8$ mm) dan evapotranspirasi mulai turun, sehingga lengas tanah mulai pulih setelah musim kemarau. Surplus yang nyata baru terbentuk pada Januari–Februari, ketika curah hujan tidak hanya menutup kebutuhan evapotranspirasi tetapi juga mengisi cadangan air tanah. Pola ini menggambarkan musim hujan yang relatif pendek dan musim kemarau yang panjang, dengan implikasi bahwa waktu tanam optimal di lahan tadah hujan sangat

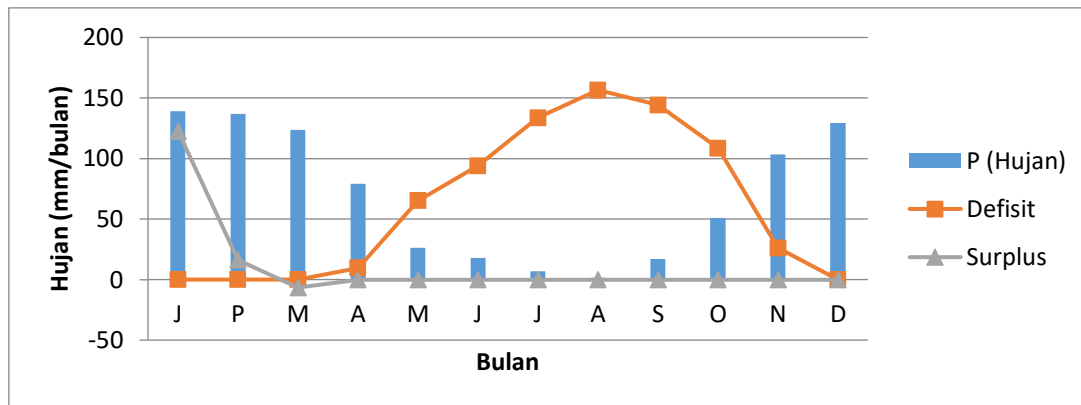
bergantung pada awal musim hujan.

Temuan ini sejalan dengan kajian neraca air (Gambar 2) pada lahan tadah hujan di wilayah monsun lain, di mana ketidakseimbangan antara curah hujan, evapotranspirasi, dan kapasitas simpan air tanah berimplikasi langsung terhadap peluang tanam dan risiko gagal panen (Delianata *et al.*, 2025; Mardawilis & Mildaerizanti, 2016). Perubahan presipitasi, suhu udara, kelembapan, radiasi matahari, dan kecepatan angin berkontribusi terhadap dinamika neraca air dan produktivitas tanaman (Ayu *et al.*, 2017; N. Azkia *et al.*, 2019; Rohmana *et al.*, 2019; Simbolon *et al.*, 2022). Oleh karena itu, perencanaan tanam melon di Desa Labuhan Kuris perlu memanfaatkan periode surplus dan transisi awal musim hujan untuk meminimalkan risiko defisit air pada fase kritis pertumbuhan.

Tabel 5. Neraca Air Desa Labuhan Kuris, Sumbawa.

Bulan	P	PE	P-PE	APWL	ST	DST	AE	D	S
Januari	139,2	115,63	23,57	0	150	-148,9	115,63	0,0	172,5
Februari	136,9	120,64	26,26	0	150	0,0	120,64	0,0	16,3
Maret	123,60	130,20	-6,6	0	150	0,0	130,20	0,0	-6,6
April	79,1	136,2	-57,1	57,1	102,5	-47,5	126,59	9,61	0,0
Mei	26,3	148,49	-122,19	179,29	45,4	-57,1	83,42	65,07	0,0
Juni	17,9	136,8	-118,9	298,19	20,5	-24,8	42,75	94,05	0,0
Juli	7	153,45	-146,45	444,64	7,7	-12,81	19,81	133,64	0,0
Agustus	1,4	163,06	-161,66	606,3	2,6	-5,11	6,51	156,55	0,0
September	16,9	162,9	-146	752,3	1,0	-1,64	18,54	144,36	0,0
Oktober	50,8	159,96	-109,16	861,46	0,5	-0,5	51,31	108,65	0,0
November	103,4	129,6	-26,2	887,66	0,4	-0,08	103,48	26,12	0,0
Desember	129,3	128,65	0,65	0	150,0	0,7	128,65	0	0,0
Jumlah	831,8	1685,58	-853,78	4086,94	780,705	-297,9	947,516	738,05	182,2

(Keterangan: P = curah hujan (mm bulan^{-1}), PE = Evaporasi potensial (mm bulan^{-1}), APWL = Jumlah kumulatif dari defisit (mm), ST = Simpanan air di zona mintakat perakaran (mm bulan^{-1}), DST = Perubahan kadar lengas (mm), DST (+) = AE = PE; DST (-) = AE = P - DST, AE = Evaporasi aktual (mm bulan^{-1}), D = Defisit PE - AE (mm bulan^{-1}), dan S = Surplus (P - PE) - DST (mm bulan^{-1})).



Gambar 2. Neraca Air Desa Labuhan Kuris

Evaluasi waktu tanam

Evaluasi waktu tanam dilakukan setelah perhitungan evapotranspirasi referensi (ET_o) dan analisis neraca air tanah, dengan menggunakan model Cropwat 8.0. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengaturan waktu tanam memiliki pengaruh terhadap keseimbangan air tanah, tingkat defisit lengas, serta besaran reduksi hasil tanaman. Hal ini mengindikasikan bahwa ketepatan dalam menentukan waktu tanam menjadi faktor kunci dalam menjaga ketersediaan air bagi tanaman dan mengoptimalkan produktivitas pada agroekosistem tadah hujan.

Skenario Kalender Tanam

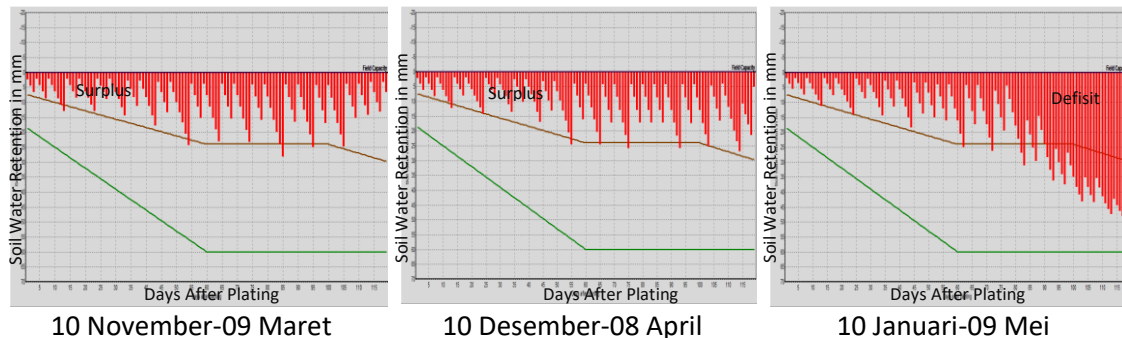
Berdasarkan hasil evaluasi waktu tanam menggunakan model Cropwat 8.0, selanjutnya disusun skenario kalender tanam yang bertujuan untuk mengoptimalkan keseimbangan neraca air tanah serta meminimalkan risiko defisit air. Skenario ini tidak hanya mempertimbangkan kesesuaian waktu tanam terhadap curah hujan, tetapi juga mengakomodasi kebutuhan intervensi teknis berupa irigasi suplemen dan

praktik konservasi air.

Untuk skenario satu kali tanam dalam satu musim, tiga skenario tanggal tanam dianalisis: 10 November–9 Maret, 10 Desember–8 April, dan 10 Januari–9 Mei (Tabel 6). Penanaman pada 10 November dan 10 Desember didukung curah hujan efektif masing-masing 521,2 mm dan 517,2 mm dengan ET_c sekitar 398–404 mm. Kedua skenario menunjukkan ET_a ≈ ET_p, defisit lengas sangat kecil (≈5–7 mm), dan reduksi hasil 0%, sehingga air tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman sepanjang siklus 120 hari (Mardawilis & Mildaerizanti, 2016). Sebaliknya, penanaman 10 Januari–9 Mei menghasilkan curah hujan efektif yang lebih rendah (449,2 mm) dengan ET_c 423,2 mm (Gambar 3). Pada skenario ini ET_a (383,8 mm) lebih kecil daripada ET_p (419,4 mm), defisit lengas meningkat (45,2 mm), dan reduksi hasil mencapai 8,9%. Penanaman pada periode ini memang dimulai saat surplus air, tetapi fase pembentukan buah bergeser ke periode menurunnya curah hujan sehingga tanaman menghadapi cekaman air yang berdampak pada penurunan hasil dan kualitas buah (Zhang *et al.*, 2023; Abdou *et al.*, 2023).

Tabel 6. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman pada Periode Curah Hujan Efektif

Tanggal Tanam	Tanggal Panen	Curah Hujan Efektif (mm)	ETc (mm)	Kebutuhan air tanaman (mm)	ETc/ETm (%)	ETa (mm)	ETp (mm)	SMD Akhir (mm)	Reduksi Hasil (%)
10/11	09/03	521,2	397,5	2,3	100	394,2	394,2	6,6	0
10/12	08/04	517,2	403,6	9,5	100	400,1	400,1	5,2	0
10/01	09/05	449,2	423,2	92,4	91	383,8	419,4	45,2	8,9



Keterangan:

- = Air tersedia bagi tanaman (*Readily available water*)
- = Total lengas tersedia (*Total Available moisture*)
- = Berkurangnya cadangan air tanah (lengas tanah) akibat penggunaan oleh tanaman atau penguapan (*Depletion*)

Gambar 3. Kondisi Ketersediaan dan Kebutuhan Air Tanah Waktu Tanam Bulan November dan Bulan Januari

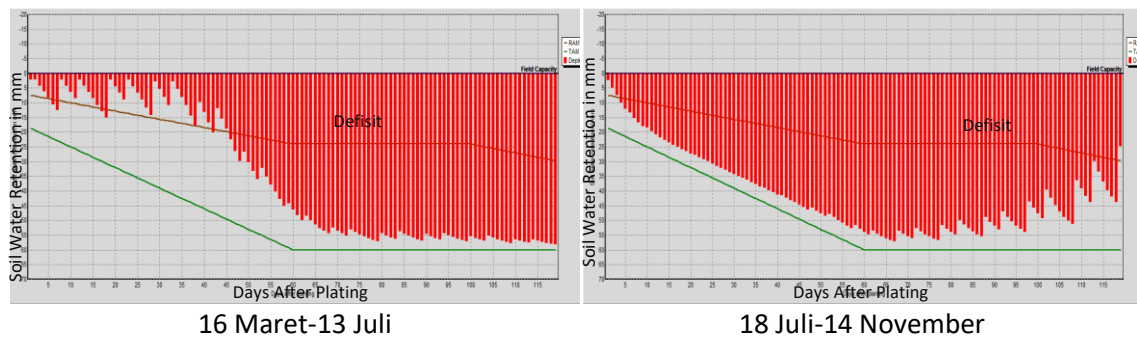
Berdasarkan grafik neraca air, surplus air terjadi pada fase awal pertumbuhan yang ditunjukkan oleh ketersediaan air tanah yang masih tinggi. Sebaliknya, defisit air mulai terjadi pada pertengahan hingga akhir periode tanam, ditandai dengan meningkatnya nilai defisit (batang merah ke bawah) serta menurunnya cadangan air tanah hingga mencapai batas minimum. Untuk pola dua kali tanam tanpa tambahan irigasi, simulasi menunjukkan risiko yang jauh lebih tinggi (Tabel 7). Penanaman pertama 16 Maret–13 Juli dan kedua 18 Juli–14 November memanfaatkan sisa hujan akhir musim dan awal kemarau

(Gambar 4). Namun, curah hujan efektif hanya 185,8 mm dan 115,3 mm, sementara ETc masing-masing 459,3 mm dan 498,8 mm. Akibatnya, defisit lengas sangat besar (57,1 dan 24,7 mm), ETa jauh lebih rendah dari ETp, dan reduksi hasil melon meningkat tajam hingga 58,2–71,2%. Garis deplesi lengas melampaui batas *Readily Available Moisture* (RAM) dan mendekati Permanent Wilting Point (PWP), menandakan ketersediaan air tanah tidak memadai untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tanaman selama fase kritis pertumbuhan dan pembentukan buah (Kartiawa *et al.*, 2010).

Tabel 7. Skenario Waktu Penanaman dan Kebutuhan Air untuk Pola Dua Kali Tanam

Tanggal Tanam	Tanggal Panen	Curah Hujan Efektif (mm)	ETc (mm)	Kebutuhan air tanaman (mm)	ETc/ETm (%)	Eta (mm)	ETp (mm)	SMD Akhir (mm)	Reduksi Hasil (%)
16/03	13/07	185,8	459,3	306,7	44	203,3	455,6	57,1	58,2
18/07	14/11	115,3	498,8	385,4	32	159,5	495,6	24,7	71,2

Sumber: Analisis (2025)



Keterangan:

- = Air tersedia bagi tanaman (*Readily available water*)
- = Total lengas tersedia (*Total Available moisture*)
- = Berkurangnya cadangan air tanah (lengas tanah) akibat penggunaan oleh tanaman atau penguapan (*Depletion*)

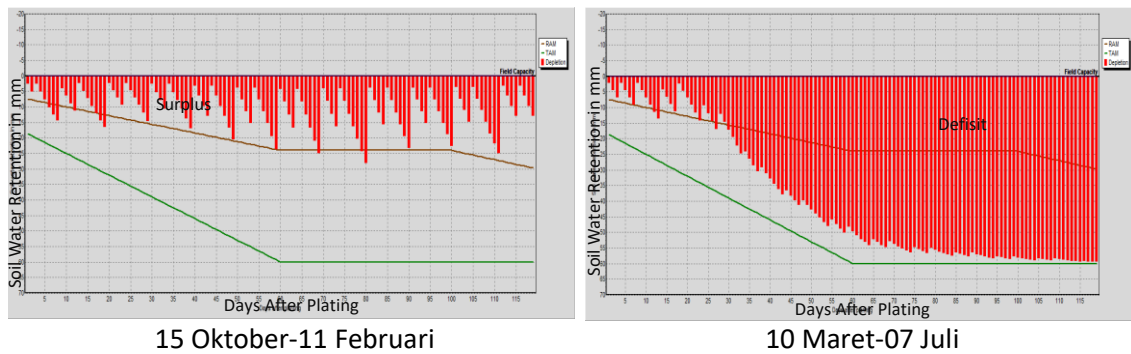
Gambar 4. Kondisi Ketersediaan dan Kebutuhan Air Tanah Waktu Tanam Bulan Maret dan Bulan Juli

Alternatif lain adalah memajukan musim tanam pertama ke 15 Oktober–11 Februari dan melanjutkan musim tanam kedua 10 Maret–7 Juli (Gambar 5). Pada musim pertama, curah hujan efektif 454,3 mm dengan ETc 403,3 mm menghasilkan defisit kelembaban kecil (13,0 mm) dan reduksi hasil sangat rendah (0,3%) (Tabel 8). Hal ini menunjukkan bahwa awal musim hujan (pertengahan Oktober–awal November)

merupakan waktu tanam yang paling aman, karena lengas tanah mulai pulih, ETo mulai menurun, dan fase vegetatif berlangsung pada saat ketersediaan air relatif tinggi. Namun, musim kedua (10 Maret–7 Juli) tetap menunjukkan defisit besar (55,8 mm) dan reduksi hasil 54,4%, sehingga pola dua kali tanam tanpa irigasi suplemen tidak direkomendasikan di agroekosistem tadah hujan.

Tabel 8. Memajukan Waktu Penanaman dan Kebutuhan Air untuk Pola Dua Kali Tanam

Tanggal Tanam	Tanggal Panen	Curah Hujan Efektif (mm)	ETc (mm)	Kebutuhan air tanaman (mm)	ETc/ETm (%)	Eta (mm)	ETp (mm)	SMD Akhir (mm)	Reduksi Hasil (%)
15/10	11/02	454,3	403,3	15,4	99	399,3	400,3	13,0	0,3
10/03	07/07	209,9	456,9	293,0	48	218,2	453,1	55,8	54,4



Keterangan:

- = Air tersedia bagi tanaman (*Readily available water*)
- = Total lengas tersedia (*Total Available moisture*)
- = Berkurangnya cadangan air tanah (lengas tanah) akibat penggunaan oleh tanaman atau penguapan (*Depletion*)

Gambar 5. Kondisi Ketersediaan dan Kebutuhan Air Tanah Waktu Tanam Bulan Oktober dan Bulan Maret

Secara fisiologis, melon bersifat sensitif terhadap kelebihan maupun kekurangan air. Kelebihan air pada fase awal hingga pembentukan buah meningkatkan risiko penyakit tular tanah dan busuk buah, terutama bila drainase buruk dan tanpa mulsa (Hu *et al.*, 2023). Sebaliknya, defisit air yang berkelanjutan menurunkan kandungan air relatif daun, konduktansi stomata, dan efisiensi fotosintesis sehingga produksi dan kualitas buah menurun (Ferrara *et al.*, 2024; Ridwan *et al.*, 2024; Seymen *et al.*, 2025). Kajian berbagai genotipe melon menunjukkan perbedaan respons terhadap cekaman kekeringan dan irigasi defisit, tetapi secara umum pengaturan waktu tanam yang menghindari fase generatif dari defisit air berat menjadi strategi utama untuk mempertahankan hasil (Ali *et al.*, 2023).

Kalender tanam yang dihasilkan mengelompokkan waktu tanam ke dalam tiga kategori utama, yaitu optimal, suboptimal, dan tidak direkomendasikan. Waktu tanam optimal (pertengahan Oktober–awal November) dicirikan oleh keseimbangan antara curah hujan efektif dan kebutuhan evapotranspirasi tanaman

(ETc), sehingga tidak memerlukan tambahan irigasi atau hanya membutuhkan irigasi dalam jumlah sangat minimal. Pada kondisi ini, tanaman mampu mencapai potensi hasil maksimum dengan risiko defisit yang sangat rendah. Waktu tanam suboptimal (Desember–Februari). Penanaman pada periode ini memungkinkan neraca air lebih seimbang, defisit lengas minimal, serta reduksi hasil sangat kecil, dengan syarat didukung oleh praktik konservasi air seperti irigasi suplementer terbatas, penggunaan mulsa, dan penambahan bahan organik/biochar untuk meningkatkan kapasitas simpan air tanah. Sementara itu, waktu tanam yang terlambat (Maret dan seterusnya) menunjukkan peningkatan signifikan pada defisit air terutama pada fase generatif, sehingga memerlukan input air yang tinggi dan berisiko menurunkan hasil dan kualitas buah melon. Oleh karena itu, periode ini tidak direkomendasikan untuk budidaya melon pada lahan tadah hujan tanpa dukungan sumber air tambahan. Kalender tanam sebagai panduan praktis penentuan waktu tanam melon di agroekosistem tadah hujan, mencakup neraca air, kebutuhan

irigasi, risiko defisit, dan potensi hasil relatif setiap bulan tanam, baik untuk sistem

tumpang-sari maupun lahan khusus melon (Tabel 9).

Tabel 9. Kalender Tanam dan Rekomendasi Kebutuhan Air Melon di Lahan Tadah Hujan

Bulan Tanam	Kondisi Neraca Air	Kebutuhan Irigasi Tambahan ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Tingkat Risiko Defisit	Potensi Hasil Relatif (%)	Rekomendasi Teknis
Januari	Defisit sedang–tinggi	1.500–2.500	Tinggi	60–75	Wajib irigasi suplementer + mulsa + varietas toleran kering
Februari	Defisit sedang	1.200–2.000	Sedang–tinggi	70–80	Irigasi terbatas + mulsa
Maret	Defisit tinggi	2.000–3.000	Tinggi	50–70	Tidak direkomendasikan tanpa sumber air
April	Defisit sangat tinggi	2.500–3.500	Sangat tinggi	<60	Tidak direkomendasikan
Mei	Defisit ekstrem	>3.000	Sangat tinggi	<50	Tidak layak tanam
Juni	Defisit ekstrem	>3.500	Sangat tinggi	<50	Tidak layak tanam
Juli	Defisit ekstrem	>3.500	Sangat tinggi	<50	Tidak layak tanam
Agustus	Defisit ekstrem	>3.500	Sangat tinggi	<50	Tidak layak tanam
September	Defisit tinggi	2.500–3.000	Tinggi	50–65	Tanam akhir bulan dengan antisipasi hujan awal
Oktober	Mulai surplus	500–1.000	Rendah	85–95	Waktu tanam optimal
Nopember	Surplus optimal	0–500	Sangat rendah	90–100	Sangat direkomendasikan
Desember	Surplus–seimbang	200–800	Rendah	85–95	Direkomendasikan

Penentuan waktu tanam menjadi kunci optimalisasi produktivitas melon di lahan tadah hujan Kabupaten Sumbawa. Penanaman pada awal musim hujan lebih optimal karena risiko defisit air rendah, sedangkan penanaman di luar periode optimum memerlukan irigasi tambahan dan konservasi air. Kalender tanam ini diharapkan menjadi acuan adaptif bagi

budidaya melon berkelanjutan di lahan tadah hujan.

SIMPULAN

Analisis neraca air tanah berbasis CROPWAT 8.0 menunjukkan bahwa waktu tanam memengaruhi ketersediaan lengas tanah dan produktivitas melon di lahan tadah hujan Kabupaten Sumbawa. Waktu tanam optimal ialah awal musim hujan

(pertengahan Oktober–awal November), sedangkan penanaman pada Maret tidak dianjurkan karena berisiko mengalami defisit air dan penurunan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou, W., Yue, W., & Zhang, X. (2023). Effects of water and nitrogen coupling on yield, quality, and seasonal irrigation amounts determined by ETc for vegetable crops. *Water*, 15(14), 2603. <https://doi.org/10.3390/w15142603>
- Ali, M. M., Basahi, J. M., & Khan, M. N. (2023). Effect of mycorrhizal inoculation on melon plants under deficit irrigation regimes. *Agronomy*, 13(2), 440. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020440>
- Andriani, D., Hidayat, S., & Rahmadani, T. (2023). Analisis efisiensi usaha tani melon di lahan tadah hujan. *Jurnal Agronomi Dan Pengembangan Wilayah*, 14(2), 98–107. <https://doi.org/10.20884/japw.2023.14.2.98>
- Ayu, I. W., Oklima, A. M., & Safitri, D. (2022). Analisis ketersediaan lengas tanah terhadap waktu tanam jagung dan kacang tanah di lahan kering Desa Berora Kecamatan Lopok. *Jurnal Agroteknologi*, 2(2), 1–14.
- Ayu, I. W., Prijono, S., & Soemarno, S. (2013). Evaluasi ketersediaan air tanah lahan kering di Kecamatan Unter Iwes, Sumbawa Besar. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 4(1), 1–9.
- Ayu, I. W., Sebayang, H. T., Soemarno, S., & Prijono, S. (2017). Model Neraca Air Lahan untuk Mendukung Pola Tanam pada Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan di Kabupaten Sumbawa, NTB. *Prosiding Seminar Ilmiah Tahunan Lingkungan Hidup*.
- Ayu, I. W., Soemarno, & Prijono, S. (2021). *Model dan Simulasi Pengelolaan Lengas Tanah di Lahan Kering*. Literasi Nusantara.
- Azkia, N., Syahbuddin, H., & Rauf, A. (2019). Pengaruh unsur cuaca terhadap produktivitas tanaman hortikultura di lahan tadah hujan. *Jurnal Agroklimatologi*, 16(1), 35–45. <https://doi.org/10.21082/ja.v16n1.2019.35-45>
- Bahri, S., & Kunaifi, A. (2021). Integrasi budidaya hortikultura dalam program diversifikasi pertanian untuk peningkatan ekonomi rumah tangga petani. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 17(2), 145–156. <https://doi.org/10.24843/jsep.2021.v17.i02.p05>
- BPS-NTB. (2024). *Provinsi Nusa Tenggara Barat dalam Angka 2024*. <https://ntb.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/375b8367273e8c7900e8174e/provinsi-nusa-tenggara-barat-dalam-angka-2024.html>
- Candra, D. L., Sobri, K., & Iswarini, H. (2017). *Keragaan Agribisnis Melon (cucumis melo L.) Awot di Kelurahan Talang Kramat Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuwasin*. 6(1), 1–11.
- Champaneri, D. D., Desai, K. D., Ahlawat, T. R., Shrivastava, A., & Pampaniya, N. K. (2024). Assessment of CROPWAT 8.0 model accuracy under deficit irrigation scheduling: A sustainable path toward smart water supply. *Water Supply*, 24(10), 3423–3437.
- Delianata, R., Prasetyo, B., & Nugraha, D. (2025). Analisis neraca air tanah untuk penentuan waktu tanam optimal pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Agromet Indonesia*, 39(1), 45–58. <https://doi.org/10.29244/jai.39.1.45-58>

- Dwiratna, S., Ayu, Y. L., Asdak, C., & Pithaloka, N. A. (2025). *Water Balance Analysis Using the Thornthwaite-Mather Method as a Basis for Cropping Pattern Development in Dry Land*. 14(2), 547–559.
- Erwandri, E., Rauf, A., & Syahputra, M. (2021). Peran komoditas melon terhadap pendapatan rumah tangga petani di sentra produksi hortikultura. *Jurnal Pertanian Tropik*, 8(3), 176–184.
<https://doi.org/10.25077/jpt.8.3.176-184.2021>
- Ferrara, G., Camposeo, S., & Mazzeo, M. (2024). Water-saving irrigation strategies for horticultural crops under Mediterranean climate conditions. *Horticulturae*, 10(2), 197.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10020197>
- Gabr, M. E. S. (2022). Management of irrigation requirements using FAO-CROPWAT 8.0 model: A case study of Egypt. *Modeling Earth Systems and Environment*, 8(3), 3127–3142.
- Hu, X., Li, Y., Wang, H., Wang, J., & Zhang, H. (2023). Depicting the physiological, biochemical and metabolic responses to the removal of adventitious roots and their functions in Cucumis melo under waterlogging stress. *Agronomy*, 13(10), 2281.
<https://doi.org/10.3390/agronomy13102281>
- Juansa, A., Maulana, A. W., Lubis, M. M., Wijaya, A. A., Minarsi, A., Sugaa, D., Ayu, I. W., Riady, E., & Murwanti, R. (2025). *Ketahanan Pangan: Swasembada Pangan dan Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia*. PT. Star Digital Publishing.
- Kartiawa, R., Sutanto, H., & Kurniawan, B. (2010). Analisis kebutuhan air tanaman hortikultura pada lahan tadah hujan. *Jurnal Irigasi Dan Drainase*, 3(1), 27–35.
- Kusumo, B. H., Sukartono, S., & Fahrudin, F. (2024). Penetapan Evapotranspirasi Potensial Berdasarkan Metode Holdridge Dan Blaney-Criddle di Pulau Lombok. *Journal of Soil Quality and Management*, 1, 7–12.
- Lubis, H. (2022). Analisis kontribusi komoditas hortikultura terhadap pendapatan petani di lahan kering. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 22–31.
- Mardawilis, & Mildaerizanti. (2016). Pengaruh Curah Hujan Terhadap Produksi Tanaman Pangan Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2016*.
- Mutmainnah, D., Ayu, I. W., & Oklima, A. M. (2021). Analisis tanah untuk indikator tingkat ketersediaan lengas tanah di lahan kering Kecamatan Empang. *Jurnal Agroteknologi*, 1(1), 27–38.
- Nguyen, H. D., Dang, D. K., Lai, T. A. T., Tran, D. D., Shahabi, H., & Bui, Q. T. (2025). Predicting Soil Salinity in the Red River Delta (Vietnam) Using Machine Learning and Assessing Farmers' Adaptive Capacity. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(9), 3505–3524.
- Patel, N. R., Anapashsha, R., Kumar, S., & Saha, S. K. (2017). Spatial distribution and temporal variation of reference evapotranspiration (ET_o) across India using FAO Penman-Monteith method. *Theoretical and Applied Climatology*, 129(1–2), 437–450.
<https://doi.org/10.1007/s00704-016-1788-5>
- Ridwan, M., Nurhayati, S., & Rachman, D. (2024). Pengaruh tingkat defisit air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melon (Cucumis melo L.)

pada sistem irigasi tetes. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(1), 25–34.

- Rohmana, A., Suryatna, H., & Mulyadi, R. (2019). Hubungan antara curah hujan, suhu udara, dan kelembaban terhadap hasil tanaman pangan di lahan kering. *Jurnal Agromet Indonesia*, 33(2), 87–98. <https://doi.org/10.24843/JAI.2019.v33.i02.p05>
- Roja, M., Deepthi, C., & Devender Reddy, M. (2020). Estimation of crop water requirement of maize crop using FAO CROPWAT 8.0 model. *Indian Journal of Pure and Applied Biosciences*, 8, 222–228.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Colla, G., & Rea, E. (2008). Yield, mineral composition, water relations, and seasonal evapotranspiration of mini-watermelon under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3), 730–736. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/43/3/article-p730.xml>
- Seymen, M., Aydın, M., & Türkmen, Ö. (2025). Drought tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) genotypes. *Agricultural Water Management*, 303, 108213. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.108213>
- Simbolon, E. P., Mulyono, J., & Siregar, D. (2022). Pengaruh kecepatan angin terhadap laju evapotranspirasi di lahan pertanian dataran rendah. *Jurnal Agromet Dan Lingkungan*, 19(2), 112–121. <https://doi.org/10.31289/jal.v19i2.20>
- Vozhehova, R. A., Lavrynenko, Y. O., Kokovikhin, S. V., Lykhovyd, P. V., Biliaieva, I. M., Drobitko, A. V., & Nesterchuk, V. V. (2018). Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*.
- Winata, A., Setiadi, M., & Rahmawati, I. (2025). Pengaruh waktu tanam terhadap kualitas buah melon (*Cucumis melo* L.) pada sistem hidroponik substrat. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 16(2), 120–132. <https://doi.org/10.21082/jhi.2025.16.2.120>
- Yulianti, S., Firmansyah, A., & Lestari, P. (2023). Penggunaan model neraca air tanah untuk penentuan kalender tanam adaptif di lahan tadah hujan. *Jurnal Teknologi Pertanian Dan Lingkungan*, 12(3), 201–213. <https://doi.org/10.24014/jtpl.12.3.201>
- Zega, N. D. (2024). Pengaruh tekstur dan struktur tanah terhadap distribusi air dan udara di profil tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 1–6.
- Zhang, L., Wang, Y., & Li, J. (2023). Relationship between soil moisture availability, evapotranspiration, and fruit yield in melon cultivation. *Irrigation Science*, 41(5), 899–913. <https://doi.org/10.1007/s00271-023-00868-1>