

POTENSI KETERSEDIAAN AIR TANAH DAN NERACA AIR WILAYAH KARST DI KABUPATEN MAROS

(Potential Availability of Groundwater and Water Balance of Karst Area in Maros Regency)

Muh. Abbas^{1*}, Burhanuddin Rasyid², Mahmud Achmad³

¹ Prodi Sistem-sistem Pertanian, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar

²Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar

³Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar

*Corresponding email: abbasm19p@student.unhas.ac.id

Doi: 10.20956/ecosolum.v11i1.21197

ABSTRACT

Water balance calculations can describe water conditions in an area. Climatic conditions and soil characteristics will affect the water balance in an area, including the karst areas which is vulnerable to droughts. This study analyzes the capacity of the soil to store water and calculates the regional water balance. By using the Soil Moisture Equipment Corp at a pressure of 0.33 atm, the field capacity of the soil and a pressure of 15 atm will be known to obtain the permanent wilting point value. The regional water balance was calculated using the Thornthwaite-Mather method. Research conducted in the karst area of Maros Regency shows that the available water pore value with very low criteria so that it affects the available water capacity. The water balance of the karst region shows a surplus in November-June and a deficit in July-October. The total value of surplus is 1296 mm/year and deficit is 370 mm/year.

Keywords: availability, balance, karst, maros, Thornthwaite-Mathe, water.

PENDAHULUAN

Air merupakan elemen yang penting untuk proses pertanian, air berperan dalam proses metabolisme tanaman dengan melewati pori-pori tanah dan membawa zat-zat hara yang kemudian dapat di jerap oleh akar tanaman (Nasaruddin dan Musa, 2012). Namun dalam beberapa kajian kehilangan air terbanyak justru melalui proses pertanian dalam bentuk evapotranspirasi (Mioduszewski, 2009; Molden *et al.*, 2011). Lebih lanjut dijelaskan bahwa evapotranspirasi pertanian yang berasal langsung dari air tanah dan tersedia untuk tanaman atau *green water* mencapai sekitar 80 persen (Molden *et al.*, 2011).

Kehilangan air melalui transpirasi merupakan konsekuensi fotosintesis yang tak terhindarkan tetapi dapat membantu tanaman dalam penyerapan hara. Transpirasi menyediakan kekuatan pendorong untuk transportasi air dan nutrisi dari akar ke tunas. Akibatnya, proses transpirasi mempengaruhi hasil dan kelangsungan hidup tanaman yang dibudidayakan (Liu *et al.*, 2020). Kehilangan lainnya melalui evaporasi, seperti yang terjadi pada gurun evaporasi sangat tinggi

akibat tidak adanya tutupan lahan. Jika kadar air tanah masih tinggi evaporasi juga tetap tinggi dan menurun seiring berkurangnya kadar air tanah, dan masih berfluktuatif tergantung ketebalan tutupan tanah (Indriyani, 2021).

Namun, yang menjadi sorotan penting lainnya adalah kehilangan air tanah, bahwa sebagian curah hujan yang diterima suatu lahan terikat di dalam tanah, sebagian lagi hilang sebagai limpasan permukaan dan perkolasi yang lebih dalam (Kanber *et al.*, 1997). Perilaku air seperti ini sangat dipengaruhi retensi air tanah pada suatu lahan. Mulyono *et al.* (2020) menjelaskan bahwa kapasitas tukar kation, kandungan karbon organik, bobot isi, dan liat merupakan sifat tanah yang memiliki korelasi dan potensial dalam memprediksi retensi air tanah. Retensi air tanah menjadi penentu kapasitas tanah dalam menyimpan air, dalam terminologinya disebut *Water Holding Capacity* (WHC). Pengetahuan tentang WHC bersama evapotranspirasi menjadi dasar menghitung neraca air pada suatu wilayah (Thorntwaite dan Mather, 1957). Ketika ada defisit jumlah air di dalam tanah, profil tanah perlu diisi ulang dengan presipitasi atau irigasi.

Salah satu wilayah yang rentang kehilangan air adalah bentang lahan karst. Sifatnya yang mudah larut oleh efek kandungan karbonat pada batuan dasar pembentuk tanahnya (Dreybrodt, 1988), sehingga yang terjadi adalah kekeringan di atas permukaan tanahnya (Adji, 2009; Cahyadi, 2017, 2018). Namun, masyarakat disekitar bentang lahan karst tetap melakukan usaha pertanian, yang pada dasarnya membutuhkan air untuk pertumbuhan tanaman. Untuk itu studi mengenai ketersediaan air pada wilayah karst dibutuhkan sebagai dasar acuan proses pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui surplus dan defisit bulanan di kawasan Karst Maros dan potensi ketersediaan air dengan menggunakan metode Thornthwaite-Mather.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan karst yang berada di dalam area DAS Maros (Gambar 1.) dan analisis contoh tanah dilakukan di laboratorium fisika tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian berlangsung pada bulan September 2021 hingga bulan Desember 2021.

1. Pengumpulan Data

Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data spasial meliputi, data administrasi Kabupaten Maros, peta kawasan karst Kabupaten Maros, Peta DAS Maros. Kemudian data klimatologi berupa data curah hujan, temperatur (suhu). Sedangkan untuk data primer meliputi

pengambilan sampel tanah terganggu untuk mendapatkan data tekstur, bahan organik dan kadar air kapasitas lapang dan titik layu permanen. Kemudian pengambilan sampel tanah utuh untuk mendapatkan nilai bobot isi dan konduktivitas hidrolis.

Pengambilan titik sampel mewakili setiap tutupan lahan yang dominan di wilayah kawasan karst maros.

Tabel 1. Tutupan lahan dan kode titik sampel

Titik Sampel	Tutupan Lahan
01	Hutan Lahan Kering Sekunder
02	Sawah
03	Sawah
04	Pertanian Lahan Kering
05	Pertanian Lahan Kering
06	Hutan Lahan Kering Sekunder

Sumber: KLHK (2019)

2. Analisis Laboratorium

Analisis dimulai dengan penentuan kelas tekstur tanah dengan metode Hidrometer, penentuan bahan organik dengan metode *Wakley* dan *black*, penentuan Bobot isi dengan metode Gravimetrik.

Penentuan konduktivitas hidrolis mengacu pada hukum darcy dengan menggunakan rumus sebagai berikut;

$$K = \frac{Q.L}{A.t.H} \dots\dots\dots(1)$$

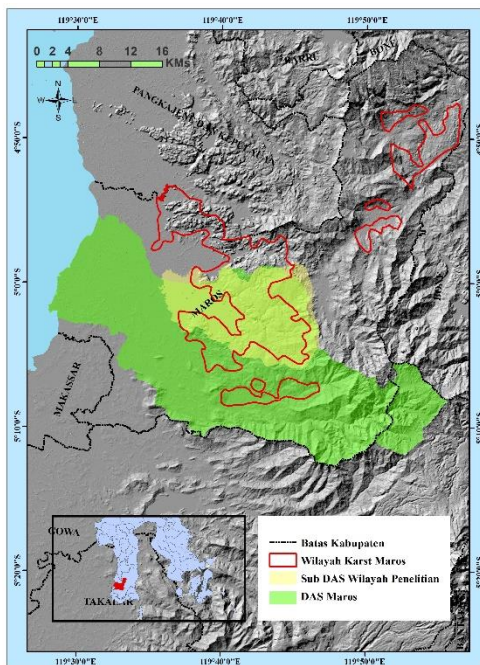
- K = Konduktivitas Hidrolis (cm/jam)
- Q = Banyaknya air yang mengalir setiap pengukuran (ml)
- L = Tebal contoh tanah (cm)
- A = Luas penampang contoh tanah (cm²)
- t = Waktu pengukuran (jam)
- H = Tinggi permukaan air dari permukaan tanah (cm)

Penentuan retensi air tanah menggunakan alat *Soilmoisture Equipment Corp*, yang akan mendapatkan nilai kadar air kapasitas lapang dan titik layu permanen, sebagai dasar acuan untuk mendapatkan nilai pori air tersedia dan kapasitas air tersedia.

$$PAS = FC-WP \dots (2)$$

$$KAT = \frac{FC-WP}{100} \times BD \times Kedalaman\ perakaran \dots(3)$$

PAS	= Pori Air Tersedia
KAT	= Kapasitas Air Tersedia
FC	= Kapasitas Lapang
WP	= Titik Layu Permanen
BD	= Bobot Isi



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian

3. Analisis Neraca Air Wilayah

Analisis ini dilakukan berdasarkan prediksi menggunakan beberapa data klimatologi dengan menghitung potensial evapotranspirasi dan keseimbangan air menurut C.W.Thornthwait dan J.R. Mather (Tamba *et al*, 2016; Wijayanti *et al*, 2015; Thornthwait dan Mather 1955)

• Perhitungan Surplus

Nilai surplus (S) atau disebut kelebihan lengas tanah dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$S = (P - ETp) - \Delta ST \dots\dots\dots(4)$$

S	= surplus/kelebihan (mm/bulan)
P	= curah hujan (mm/bulan)
ETp	= evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
ΔST	= perubahan lengas tanah (mm)

Untuk mendapatkan nilai Etp dan ΔST , ada beberapa tahap yang mesti dilalui sebagai berikut:

a. Evapotranspirasi Potensial

Untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi potensial (ETp) tiap bulannya dihitung dengan metode thornthwaite mather dengan persamaan dibawah ini

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514} \dots\dots\dots(5)$$

$$I = \sum i \dots\dots\dots(6)$$

$$a = (675.10^{-9}) I^3 - (771.10^{-7}) I^2 + (197.10^{-4}) I + 0,492 \dots\dots\dots(7)$$

$$ETx = 16 \left(\frac{10.T}{I}\right)^a \dots\dots\dots(8)$$

ETx	= evapotranspirasi potensial belum dikoreksi (mm/bulan)
T	= suhu udara ($^{\circ}C$)
i	= indeks panas bulanan
I	= jumlah indeks panas dalam setahun
a	= indeks panas

Untuk evapotranspirasi potensial terkoreksi dikalikan dengan faktor koreksi yang bisa dilihat pada Persamaan (9)

$$ETp = f. ETx \dots\dots\dots(9)$$

ETp	= evapotranspirasi potensial terkoreksi (mm/bulan)
f	= faktor koreksi (dilihat pada tebal koreksi lintang dan waktu)

b. Water Holding Capacity (WHC)

WHC atau kapasitas tanah dalam menyimpan air adalah tebal air maksimum (mm) yang dapat tersimpan pada setiap kedalaman lapisan tanah. Nilai WHC tergantung pada jenis tanah (tekstur) dan kedalaman perakaran tanaman. Perhitungan nilai WHC dilakukan dengan

$$\text{Total WHC} = \text{WHC} \times \% \text{ Luas Areal Vegetasi} \dots\dots\dots(10)$$

WHC atau kapasitas tanah dalam menyimpan air adalah tebal air maksimum (mm) yang dapat tersimpan pada setiap kedalaman lapisan tanah. Nilai WHC tergantung pada jenis tanah

(tekstur) dan kedalaman perakaran tanaman. Dari peta penggunaan lahan dapat diketahui jenis vegetasi dan luas areal vegetasi tersebut.

c. Akumulasi Potensi Kehilangan Air

Nilai akumulasi potensi kehilangan air tanah adalah nilai akumulasi bulanan dari selisih presipitasi dan evapotranspirasi potensial (P-PE). Menghitung APWL dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Pada bulan-bulan kering atau (P<PE) dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai selisih (P-PE) setiap bulan dengan nilai (P-PE) bulan sebelumnya.
- Pada bulan-bulan basah (P>PE), maka nilai APWL sama dengan nol

d. Kelengasan Tanah

Menghitung kelengasan tanah dapat dilakukan dengan cara:

- Pada bulan-bulan basah (P>PE), maka nilai ST untuk tiap bulannya sama dengan nilai WHC.
- Pada bulan-bulan kering (P<PE), maka nilai ST untuk tiap bulannya dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$ST = St_0 \cdot e^{-(APWL/St_0)} \dots \dots \dots (11)$$

ST	= kelengasan tanah (mm)
St ₀	= tebal air maksimum yang dapat tersimpan pada setiap kedalaman lapisan tanah (mm)
e	= bilangan navier (e = 2,718)
APWL	= akumulasi potensial kehilangan air tanah (mm/bulan)

e. Perubahan Kelengasan Tanah

Mengetahui nilai perubahan lengas tanah (ΔST) dilakukan dengan cara mengurangi nilai ST pada bulan yang bersangkutan dengan nilai ST pada bulan sebelumnya.

f. Evapotranspirasi Aktual

Nilai Evapotranspirasi aktual didapat dengan cara menentukan bulan basah dan bulan kering terlebih dahulu dimana,

- Untuk bulan-bulan basah (P>PE), maka nilai AE=PE
- Untuk nilai bulan-bulan kering (P<PE), maka nilai AE=P- ΔST

g. Perhitungan Defisit

Defisit atau kekurangan lengas tanah yang terjadi, diketahui dengan menghitung selisih antara PE dengan AE

$$D = PE - AE \dots \dots \dots (12)$$

D	= defisit/kekurangan lengas tanah (mm/bulan)
PE	= evapotranspirasi potensial (mm/bulan)
AE	= evapotranspirasi aktual (mm/bulan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konduktifitas hidrolis

Parameter dalam penilaian untuk mengetahui kemampuan tanah melewatkan air disebut Konduktifitas hidrolis. Hasil analisis tersaji pada Tabel 2. jika diperhatikan, rata-rata hasil analisis ditemukan sangat lambat

Tabel 2. Konduktifitas hidrolis daerah penelitian

Kode Sampel	Permeabilitas
01L1	3.58 SL
01L2	1.61 SL
02L1	2.88 SL
02L2	1.67 SL
03L1	2.54 SL
03L2	1.95 SL
04L1	2.79 SL
04L2	1.19 SL
05L1	0.91 SL
05L2	1.07 SL
06L1	1.55 SL
06L2	1.78 SL

Keterangan : Kriteria berdasarkan BBSDLP, SL = Sangat Lambat

Proses masuknya aliran air kedalam tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah. Di dalam siklusnya, air melewati tanah dan alirannya sangat dinamis karena akan dipengaruhi oleh tekstur tanah, sifat morfologi dan kimia tanah, serta sifat air tanah yang meliputi kadar air, konduktifitas hidrolis dan retensi air (Herrmann and Bucksch 2014). Termasuk bahan organik tanah memiliki perannya dalam mengikat air dalam tanah dengan mengurangi laju evaporasi (Intara *et al.* 2011).

Mempelajari aliran air pada tanah tidak terlepas pada pemahaman tentang konduktifitas hidrolis yaitu kemampuan tanah dalam melewatkan air. Pada Tabel 2. Memperlihatkan kondisi konduktifitas hidrolis sangat lambat, ini di dukung pada hasil bobot isi tergolong cukup tinggi hingga sangat tinggi (Tabel 3.). Atmanto (2017) telah menjelaskan bahwa adanya keterkaitan yang kuat antara bobot isi dan konduktifitas hidrolis. Hubungan dari keduanya bersifat negatif, yang berarti semakin tinggi nilai bobot isi akan mengakibatkan penurunan nilai konduktifitas hidrolis.

Tabel 3. Hasil analisis sifat tanah

Kode Sampel	Kedalam (cm)	% Pasir	% Debu	% Liat	Tekstur*	C- Organik %	Bobot Isi (g/cm ³)
01L1	0-20	21	50	29	Clay Loam	0.7 SR	1.38 CT
01L2	20-45	4	38	58	Clay	0.02 SR	
02L1	0-15	5	60	35	Silty Clay	0.9 SR	1.64 ST
02L2	15-45	6	44	50	Silty Clay	0.3 SR	
03L1	0-20	2	45	53	Silty Clay	1 R	1.7 ST
03L2	20-45	6	42	52	Silty Clay	0.4 SR	
04L1	0-20	27	39	34	Clay Loam	0.8 SR	1.62 ST
04L2	20-50	18	36	46	Clay	0.3 SR	
05L1	0-20	16	29	55	Clay	0.7 SR	1.48 T
05L2	20-60	17	35	48	Clay	0.2 SR	
06L1	0-20	26	32	43	Clay	1.2 R	1.82 ST
06L2	20-60	15	43	42	Silty Clay	0.6 SR	

Keterangan : Kriteria berdasarkan BBSDLP, SR = Sangat Rendah, R = Rendah, CT = Cukup Tinggi, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi, *USDA

Konduktifitas hidrolis juga dipengaruhi bahan organik tanah (Tabel 3.). Hasil analisis bahan organik dengan kriteria yang dominan sangat rendah bisa menjelaskan lambatnya konduktifitas hidrolis. Dalam kaitannya, Suryani (2021) menjelaskan jika bahan organik memang dapat meningkatkan konduktifitas hidrolis. Bahan organik dapat memperbaiki ataupun berpengaruh terhadap peningkatan porositas tanah (Nita *et al.*, 2015; Anastasia *et al.*, 2014). Sedangkan karakter porositas mempunyai pengaruh terhadap permeabilitas atau konduktifitas hidrolis (Masria *et al.*, 2018).

5. Retensi Air Tanah dan Kapasitas Air Tersedia

Retensi air tanah dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah, pori-pori, drainase dan iklim spesifik hujan dan suhu. Hal tersebut akan mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap ataupun menahan air tetap tersedia di dalam tanah. Retensi air tanah pada kondisi lapang dan layu permanen dapat terlihat pada Tabel 4.

Sifat retensi air tanah menggambarkan kemampuan tanah dalam mengikat air, yang menunjukkan banyaknya air yang masih tertahan setelah memberikan perlakuan tekanan (pF Kapasitas Lapang dan pF Titik Layu Permanen). Secara praktis di laboratorium, tekanan yang diberikan pada keadaan setara kapasitas lapang yaitu 2,54 pF atau 0,33 atm dan setara titik layu permanen yaitu 4.2 pF atau 15 atm (Sudirman *et al.*, 2011). Penggunaan praktis utama dari konsep

kapasitas lapang dan titik layu adalah penentuan kisaran air tanah yang tersedia untuk tanaman (Or *et al.*, 2012).

Table 4. Hasil analisis retensi air tanah

Simbol	Kedalaman (cm)	Kapasitas Lapang (%)	Titik Layu (%)	Pori Air Tersedia (%)
01L1	0-20	30.1	23.8	6.3 R
01L2	20-45	30.1	24	6.1 R
02L1	0-15	26.3	23.6	2.7 SR
02L2	15-45	29.3	26.2	3.1 SR
03L1	0-20	27.8	24.2	3.6 SR
03L2	20-45	29.4	25.2	4.2 SR
04L1	0-20	29.2	26.8	2.4 SR
04L2	20-50	26.8	24	2.8 SR
05L1	0-20	31.2	26.4	4.8 SR
05L2	20-60	27	24.2	2.8 SR
06L1	0-20	29.6	24.6	5 R
06L2	20-60	30.9	26.6	4.3 SR

Keterangan : Kriteria berdasarkan BBSDLP, SR = Sangat Rendah, R = Rendah,

Ukuran, bentuk, dan susunan partikel tanah serta rongga atau pori-pori yang terkait menentukan kemampuan tanah untuk menahan air. Penting untuk disadari bahwa pori-pori besar di dalam tanah dapat menghantarkan lebih banyak air dengan lebih cepat dari pada pori-pori halus. Selain itu, mengeluarkan air dari pori-pori besar lebih mudah dan membutuhkan lebih sedikit energi dari pada mengeluarkan air dari pori-pori yang lebih kecil. Tanah berpasir terutama terdiri dari partikel mineral besar dengan persentase yang sangat kecil dari liat, debu, dan bahan organik. Di tanah berpasir, pori-pori lebih besar dari pada di tanah liat. Selain itu, total volume pori-pori di tanah berpasir secara signifikan lebih kecil dari pada di tanah liat (30–40% untuk tanah berpasir dibandingkan dengan 40–60% untuk tanah liat). Akibatnya, lebih sedikit air yang dapat disimpan di tanah berpasir dari pada di tanah liat (Ali, 2013).

Hasil analisis (Tabel 4.) menunjukkan persentase nilai kapasitas lapang berkisar 26-31% dan titik layu permanen antara 23-26%. Pada tutupan lahan hutan lahan kering sekunder, yang mana terdapat tanaman kopi memperlihatkan nilai persentase kadar air kapasitas lapang cukup tinggi dibandingkan dengan tutupan lahan yang lain, pertanian lahan kering dan sawah. Sedangkan nilai titik layu permanen memiliki persentase kadar air yang rendah untuk tutupan lahan yang sama. Sehingga tutupan lahan hutan lahan kering sekunder memiliki nilai Kelembaban tanah tersedia

maksimum atau selisih antara kadar air kapasitas lapang dan titik layu permanen yang paling tinggi diantara tutupan lahan lainnya.

Nilai kapasitas lapang dan titik layu permanen kemudian menjadi dasar dalam menentukan nilai kapasitas air tersedia. Kapasitas air tersedia berbicara mengenai kemampuan tanah dalam menyediakan air bagi tanaman. Faktor-faktor yang berpengaruh seperti kadar air kapasitas lapang dan titik layu permanen, bobot isi dan kedalaman perakaran.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Air Tersedia (KAT)

Kode Sampel	Kedalaman (cm)	KAT (mm)
01L1	0-20	17.35
01L2	20-45	21.00
02L1	0-15	6.65
02L2	15-45	15.26
03L1	0-20	12.20
03L1	20-45	17.80
04L1	0-20	7.79
04L2	20-50	13.62
05L1	0-20	14.20
05L2	20-60	16.57
06L1	0-20	18.17
06L2	20-60	31.25

Kapasitas air tersedia, (Tabel. 5) setelah melalui hasil perhitungan menunjukkan hutan lahan kering sekunder tetap dengan nilai tertinggi. Kemudian disusul dengan sawah dan yang terakhir dengan nilai kapasitas air tersedia yang paling rendah adalah pertanian lahan kering. Hal ini dapat terjadi akibat kemampuan tanah untuk memegang air pada lahan tanpa pengolahan yang intensif akan lebih baik jika dibandingkan dengan lahan dengan pengolahan yang intensif (Wahyunie *et al.*, 2012).

6. Neraca Air Wilayah

Neraca air merupakan kalkulasi besarnya masukan dan keluaran air di suatu tempat pada satuan waktu tertentu. Jumlah air tersebut dapat mendeskripsikan keadaan kelebihan air (surplus) ataupun kekurangan air (defisit). Tabel 6. Menyajikan keadaan surplus dan defisit wilayah penelitian.

Tabel. 6. Hasil analisis neraca air

Bulan	P	T (°C)	ETp	P-ETp	ST	ΔST	ETa	S	D	RO
Jan	501	26	148	354	22	0	148	354	0	250
Feb	429	26	135	295	22	0	135	295	0	272
Maret	333	26	154	178	22	0	154	178	0	225
April	216	27	157	58	22	0	157	58	0	142
Mei	228	26	158	70	22	0	228	70	0	106
Juni	172	26	138	34	22	0	172	34	0	70
Juli	67	25	135	-67	1	-21	88	0	47	35
Agust	18	26	144	-125	0	-1	20	0	124	18
Sept	46	27	161	-115	0	0	46	0	115	9
Okt	113	28	197	-83	0	0	113	0	83	4
Nov	230	28	194	36	22	22	194	14	0	9
Des	456	26	164	293	22	0	164	293	0	146
Jumlah	2810	317	1883	927	177	0	1514	1296	369	1287

P = Curah Hujan (mm)

ETp = Evapotranspirasi Potensial (mm)

ΔST = Perubahan Kelengasan Tanah (mm)

S = Surplus (mm)

RO = Limpasan Permukaan

T = Temperatur (°C)

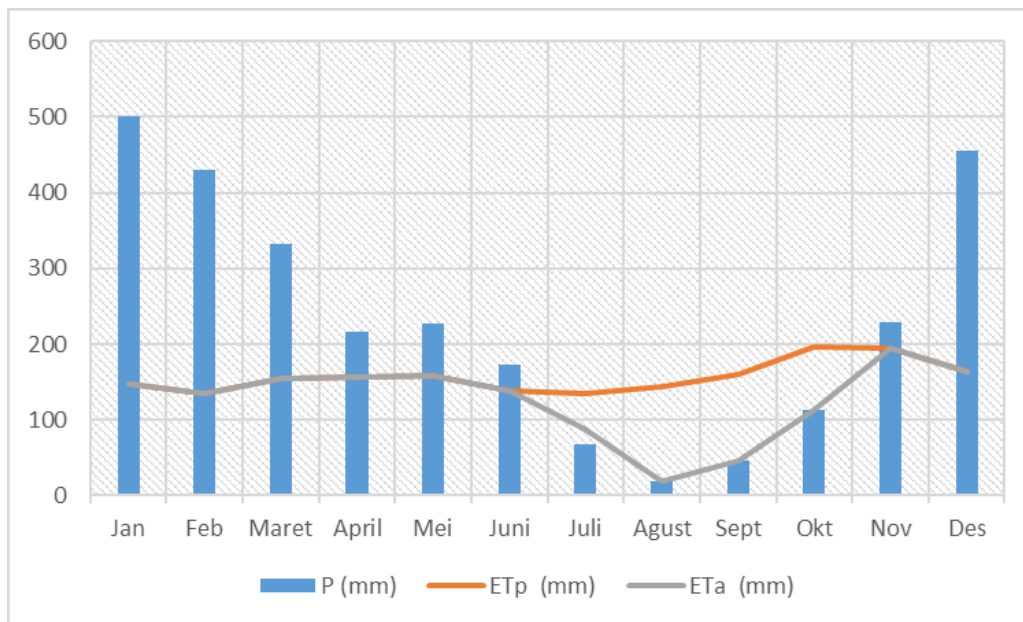
ST = Kelengasan Tanah (mm)

Eta = Evapotranspirasi Aktual (mm)

D = Defisit (mm)

Presipitasi atau curah hujan merupakan faktor utama sebagai masukan dalam perhitungan neraca air. Sebagai perbandingan keluaran, air dihitung sebagai evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan pengeluaran air dari permukaan ataupun tubuh tanah dengan proses penguapan langsung ke atmosfer. Sedangkan transpirasi sebagai proses keluarnya air melalui penguapan dari tubuh tanaman. Kemudian total dari keduanya dihitung sebagai evapotranspirasi. Hubungan antara curah hujan dan evapotranspirasi dapat dilihat pada Gambar 2.

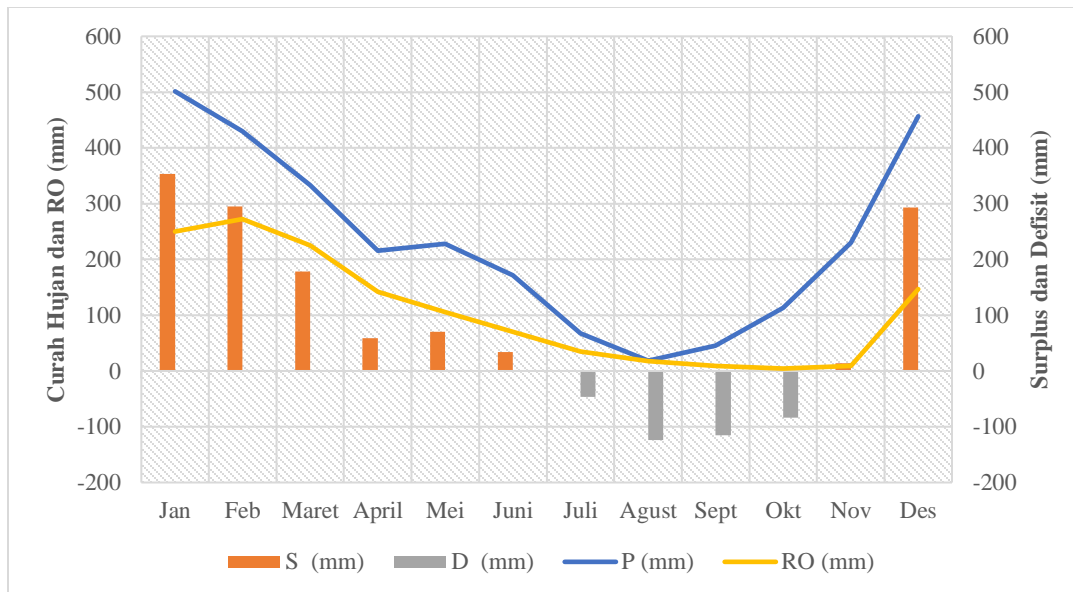
Untuk menentukan periode kelebihan dan kekurangan lengas perlu diperoleh perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi potensial. Nilai P-ETp yang negatif menunjukkan jumlah curah hujan yang tidak mampu memenuhi kebutuhan air pada tutupan vegetasi pada area tertentu. Jika P-ETp bernilai positif maka menunjukkan adanya kelebihan air yang tersedia selama periode tertentu dalam setahun untuk pengisian kelembaban tanah dan limpasan permukaan (Thornthwaite and Mather, 1957: 189).



Gambar 2. Hubungan antara curah hujan dan evapotranspirasi

Thornthwaite dan Mather (1957:192-193) menjelaskan jika curah hujan lebih besar dari pada evapotranspirasi potensial, tanah akan tetap penuh dengan air dan evapotranspirasi aktual ditetapkan sama dengan evapotranspirasi potensial. Terlihat pada Gambar 2., ketika $P > ETp$ maka ETa setara dengan ETp dan itu terjadi pada bulan November secara berturut-turut sampai bulan April. Ketika curah hujan turun dibawah evapotranspirasi potensial, tanah mulai mengering dan evapotranspirasi aktual kurang dari kemungkinan potensial yang terjadi. Ini terjadi pada bulan Juli hingga Oktober, ketika $P < ETp$ Maka $ETa < ETp$. Pada bulan-bulan tersebut, nilai evapotranspirasi aktual didapatkan dari nilai penyimpanan air tanah (ΔST) (Tabel 6.).

Setelah penyimpanan lengas tanah mencapai kapasitas menahan air, setiap kelebihan curah hujan di hitung sebagai kelebihan lengas dan juga sebagai limpasan permukaan (RO). Namun, jika terjadi perbedaan nilai evapotranspirasi aktual dan potensial, maka itu terhitung sebagai nilai defisit. Pada Gambar 3. terlihat bahwa surplus terjadi di bulan November hingga pada puncak surplus di bulan Januari dan berakhir pada bulan Juni. Kemudian defisit di mulai pada bulan Juli hingga Oktober yang bersamaan dengan dimulainya periode musim kemarau.



Gambar 3. ketersediaan air wilayah Karst Maros

KESIMPULAN

Dari hasil analisis potensi ketersediaan air di kawasan karst Maros menunjukkan adanya surplus delapan bulan berturut-turut (November – Juni) dan defisit empat bulan berturut-turut (Juli-Oktober). Total nilai surplus ketersediaan air sebesar 1296 mm/ tahun dan defisit sebesar 370 mm/tahun. Kesimpulan ini memperlihatkan adanya potensi pemanfaatan sumberdaya air kawasan karst Maros untuk proses pertanian. Proses pertanian untuk tanaman pangan dapat dilakukan dua kali setahun dengan mengandalkan tadah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Tjahyo Nugroho. 2009. Kondisi Daerah Tangkapan Sungai Bawah Tanah Karst Gunungsewu dan Kemungkinan Dampak Lingkungannya terhadap Sumber Daya Air (Hidrologis) Karena Aktivitas Manusia. *Seminar UGK-BP DAS SOP Dengan Tema: Pelestarian Sumber Daya Airtanah Kawasan Karst Gunung Kidul 2* (Oktober 2009):1–10.
- Ali, M. H. 2013. *Fundamentals of Irrigation and on-Farm Water Management*. Springer. Mymensingh.
- Anastasia, Imelda, Munifatul Izatti, dan Sri Widodo Agung Suedy. 2014. Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Padat dan Organik Cair Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amarantus Tricolor L.*). *Jurnal Akademika Biologi* 3(2):1–10.
- Atmanto, Murachmad Dwi. 2017. Hubungan Bulk Density dan Permeabilitas Tanah di Wilayah Kerja Migas Blok East Jabung. *Jurnal Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi* 51(1):3–7.
- Cahyadi, Ahmad. 2017. Pengelolaan Kawasan Karst dan Peranannya Dalam Siklus Karbon di Indonesia. *Seminar Nasional Perubahan Iklim Di Indonesia 13 Oktober 2010* 1–14.
- Cahyadi, Ahmad. 2018. Keunikan Hidrologi Kawasan Karst: Suatu Tinjauan. Researchgate doi: 10.31227/osf.io/awvqs.
- Herrmann, Helmut, & Herbert Bucksch. 2014. *Hydrology Handbook*. Asce. New York
- Indriyani, Yohanna Anisa. 2021. Pengaruh Tutupan Alami Terhadap Evaporasi Tanah Di Daerah Arid. Researchgate.
- Intara, Yazid Ismi, Asep Sapei, Erizal, Namaken Sembiring, dan M. H. Bintoro Djoefrie. 2011. Pengaruh Pemberian Bahan Organik pada Tanah Liat Dan Lempung Berliat Terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 16(2):130–35.
- Kanber, Riza, Attila Yazar, Harun Köksal, Sermet Önder, Mustafa Ünlü, & Ruhi Baştuğ. 1997. Water Losses from Different Soil Types Planted to Various Crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 21(4):349–60. doi: 10.55730/1300-011x.2814.
- KLHK. (2019). *Shapefile Tutupan Lahan*. <https://www.indonesia-geospasial.com/2020/09/download-shp-tutupan-lahan-tahun-2019.htm>
- Liu, Yanlan, Mukesh Kumar, Gabriel G. Katul, Xue Feng, & Alexandra G. Konings. 2020. Plant Hydraulics Accentuates the Effect of Atmospheric Moisture Stress on Transpiration. *Nature Climate Change* 10(7):691–95. doi: 10.1038/s41558-020-0781-5.
- Masria, Masria, Christianto Lopulisa, Hazairin Zubair, dan Burhanuddin Rasyid. 2018. “Karakteristik Pori Dan Hubungannya Dengan Permeabilitas Pada Tanah Vertisol Asal Jeneponto Sulawesi Selatan.” *Jurnal Ecosolum* 7(1):38. doi: 10.20956/ecosolum.v7i1.5209.
- Mioduszewski, Waldemar. 2009. “Water for Agriculture and Natural Environment.” *Journal of Water and Land Development* 13(2):3–16. doi: 10.2478/v10025-010-0001-1.

- Molden, D., M. Vithanage, C. de Fraiture, J. M. Faures, L. Gordon, F. Molle, & D. Peden. 2011. Water Availability and Its Use in Agriculture. *Treatise on Water Science* 4(April 2018):707–32. doi: 10.1016/B978-0-444-53199-5.00108-1.
- Mulyono, Asep, Abraham Suriadikusumah, Rachmat Harryanto, & Muhammad R. Djuwansah. 2020. Pedotransfer Functions for Predicting Tropical Soil Water Retention: A Case Study in Upper Citarum Watershed, Indonesia. *Journal of Water and Land Development* 45:76–85. doi: 10.24425/jwld.2020.133048.
- Nasaruddin, dan Yunus Musa. 2012. *Nutrisi Tanaman*. Makassar: masagena press.
- Nita, Carolina Eva, Bambang Siswanto, and Wani Hadi Utomo. 2015. Tanaman Tebu pada Ultisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya* 2(1):119–27.
- Or, D., J. Wraith, D. Robinson, & S. Jones. 2012. Soil Water Content and Water Potential Relationships. Pp. 4.1-4.28 in *Handbook of soil sciences properties and processes*.
- Sudirman, Sutono, dan Ishak Juarsah. 2011. Penetapan Retensi Air Tanah Di Laboratorium. *Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya* 167–76.
- Suryani, Ida. 2021. Perubahan Konduktivitas Hidraulik Dan Daya Hantar Listrik Tanah Akibat Pemberian Urea Dan Bahan Organik Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Galung Tropika* 10(3):283–91. doi: 10.31850/JGT.V10I3.805.
- Thornthwaite, Charles Warren, & John Russell Mather. 1957. Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. *Publications in Climatology* 10:185–311.
- Wahyunie, R. E., D. P. T. Baskoro, & M. Sofyan. 2012. Water Retention Capacity and Resistance of Soil Penetration in Intensive Tillage System and Conservation Soil Tillage. *Jurnal Tanah Lingkungan* 14(2):73–78.
- Wolfgang Dreybrodt. 1988. *Processes in Karst Systems*. 1st editio. edited by P. I. Douglas, Manchester· F. Joly and B. M. Marcus, Tempe· B. Messerli. Berlin.