



Evaluasi Kekeringan Berdasarkan Metode Thornthwaite-Mather di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan

Muhammad Ridho Ulya^a, Muhammad Hakiem Sedo Putra^{b*}

^a Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Lampung Selatan 35365, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Penelitian mengidentifikasi pola kekeringan musiman di Kabupaten Banyuasin dengan periode kering dominan pada bulan Mei hingga Oktober.
- Puncak kekeringan ekstrem terjadi pada bulan Juli dan Agustus dengan nilai defisit air mencapai -1015,63 mm.
- Kondisi defisit tersebut memerlukan strategi mitigasi berupa irigasi efisien dan pemanenan air hujan untuk menjaga ketahanan pangan.

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Air,
Evapotranspirasi Aktual,
Indeks Kekeringan,
Kabupaten Banyuasin,
Thornthwaite-Mather,

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks kekeringan di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, menggunakan metode Thornthwaite-Mather pada tahun 2023. Metode ini mengintegrasikan data curah hujan, evapotranspirasi aktual (ETa), kapasitas lapang tanah, serta surplus dan defisit air untuk menghitung indeks kekeringan bulanan. Data yang digunakan meliputi rata-rata curah hujan bulanan, rata-rata suhu udara, dan karakteristik tanah daerah penelitian. Hasil analisis menunjukkan adanya variasi signifikan antara periode basah dan kering. Periode basah terjadi pada bulan Januari hingga April, serta November hingga Desember, dengan surplus air yang mencukupi kebutuhan evapotranspirasi tanaman. Sebaliknya, periode kering berlangsung pada bulan Mei hingga Oktober, dengan puncak kekeringan terjadi pada bulan Agustus, ditandai dengan nilai indeks kekeringan negatif yang signifikan. Kondisi ini mengindikasikan tekanan kekurangan air pada wilayah pertanian, yang dapat memengaruhi produktivitas tanaman. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Kabupaten Banyuasin mengalami pola kekeringan musiman yang memerlukan strategi mitigasi, seperti pengelolaan irigasi yang efisien, pemanenan air hujan, dan diversifikasi pola tanam. Hasil ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan tata guna lahan untuk meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan di wilayah tersebut.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Kekeringan merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang berdampak signifikan terhadap keberlanjutan sektor pertanian, ketersediaan air, dan kehidupan masyarakat. Kabupaten Banyuasin di Provinsi Sumatera Selatan adalah salah satu wilayah di Indonesia yang rentan terhadap kejadian kekeringan, terutama karena kondisi iklim tropisnya yang dipengaruhi oleh musim hujan dan kemarau [1]. Variasi curah hujan yang tinggi serta perubahan pola iklim global akibat pemanasan global meningkatkan risiko dan frekuensi kejadian kekeringan di wilayah ini [2].

Indeks kekeringan merupakan salah satu alat penting untuk mengukur dan memahami intensitas kekeringan di suatu wilayah. Indeks ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kekeringan, memantau perubahan pola curah hujan

[3], dan mendukung pengambilan keputusan dalam mitigasi risiko kekeringan. Metode Thornthwaite-Mather adalah salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk menganalisis indeks kekeringan. Metode ini didasarkan pada konsep neraca air yang memperhitungkan faktor evapotranspirasi potensial (ETP), curah hujan, dan kapasitas air tanah. Dengan pendekatan ini, dapat diperoleh informasi mendalam mengenai kondisi kekeringan serta dampaknya terhadap berbagai sektor [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks kekeringan di Kabupaten Banyuasin menggunakan metode Thornthwaite-Mather. Dengan data iklim yang relevan, penelitian ini akan mengidentifikasi pola kekeringan tahunan, wilayah yang paling rentan, serta faktor-faktor utama yang mempengaruhi kekeringan di daerah tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengelolaan sumber daya air yang lebih baik,

perencanaan mitigasi bencana, dan pembangunan berkelanjutan di wilayah Kabupaten Banyuasin [5].

* Penulis koresponden.

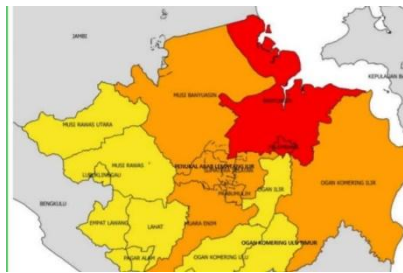
Alamat E-mail: muhammad.sedo@tka.itera.ac.id (Putra).
Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis indeks kekeringan di Provinsi Lampung menggunakan metode Thornthwaite-Mather. Metode ini menghitung neraca air berdasarkan curah hujan [6], evapotranspirasi potensial (PET), dan kapasitas air tanah. Tahapan penelitian meliputi,

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Pemilihan lokasi didasarkan pada kerentanannya terhadap kekeringan yang berdampak pada sektor pertanian dan ketersediaan air bersih [7]. Penelitian ini menggunakan data iklim historis dan dilakukan dalam periode Januari 2024 - Juni 2024].



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2.2 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (PET)

Evapotranspirasi potensial dihitung menggunakan formula Thornthwaite berdasarkan data suhu rata-rata bulanan. Perhitungan PET menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan air tanaman dan tingkat defisit air [8]. Setelah data iklim tersedia, langkah berikutnya adalah menghitung Evapotranspirasi Potensial (PET) menggunakan rumus Thornthwaite. Proses ini melibatkan,

- Menghitung Indeks Panas (I), Berdasarkan suhu rata-rata bulanan, dihitung nilai Indeks Panas Tahunan (I) yang menggambarkan tingkat panas tahunan berdasarkan suhu rata-rata.
- Perhitungan Koefisien (a), Menggunakan nilai I, dihitung koefisien *a*, yang kemudian digunakan dalam rumus utama untuk menghitung PET.
- Perhitungan PET Bulanan: PET dihitung setiap bulannya dengan memasukkan suhu rata-rata bulanan dan koefisien *a*. Hasil perhitungan ini menggambarkan kebutuhan air tanaman dalam suatu wilayah berdasarkan suhu dan iklim setempat [9].

2.3 Neraca Air dan Indeks Kekeringan

Dengan menggunakan data curah hujan dan PET, dilakukan analisis neraca air untuk setiap lokasi. Kapasitas air tanah di masing-masing wilayah diestimasi berdasarkan karakteristik tanah dan penggunaan lahan. Indeks kekeringan dihitung untuk menentukan kategori kekeringan di setiap wilayah, mulai dari normal hingga kekeringan ekstrem (Putra et al., n.d.). Setelah mendapatkan nilai PET, langkah selanjutnya adalah menghitung neraca air untuk setiap bulan dalam setahun. Neraca air dihitung dengan rumus:

$$\text{Neraca Air} = P - \text{PET} \quad (1)$$

Dimana P adalah curah hujan bulanan dan PET adalah evapotranspirasi potensial. Dengan neraca air ini, dapat diketahui apakah wilayah tersebut mengalami surplus air (curah hujan lebih banyak daripada kebutuhan evapotranspirasi) atau defisit air (curah hujan lebih sedikit daripada kebutuhan evapotranspirasi).

- Defisit Air, Jika $P < \text{PET}$, maka terjadi kekeringan.
- Surplus Air: Jika $P > \text{PET}$, maka ada kelebihan air, yang berkontribusi pada penyimpanan air di tanah atau peningkatan kelembapan tanah.

Dari hasil neraca air, dihitung indeks kekeringan untuk setiap wilayah dengan klasifikasi berdasarkan tingkat defisit air, seperti,

- Normal: Tidak ada kekeringan.
- Kekeringan Ringan: Defisit air kecil.
- Kekeringan Sedang: Defisit air moderat.
- Kekeringan Ekstrem: Defisit air besar, memerlukan perhatian serius.

2.4 Analisis Spasial

Setelah memperoleh nilai indeks kekeringan, tahap berikutnya adalah analisis spasial menggunakan perangkat lunak Geographic Information System (GIS) [10]. Peta distribusi indeks kekeringan di Provinsi Lampung dibuat dengan menggabungkan data hasil perhitungan indeks kekeringan dan data spasial lain (seperti batas wilayah administratif dan data penggunaan lahan) [11]. Pemetaan Indeks Kekeringan: Peta tersebut menggambarkan tingkat kekeringan di setiap wilayah di Lampung, yang bisa menunjukkan wilayah dengan kerentanan kekeringan tinggi, sedang, atau rendah [12].

Identifikasi Pola Spasial: Dengan menggunakan GIS, dapat diidentifikasi pola geografis kekeringan, seperti daerah yang sering mengalami kekeringan ekstrem atau wilayah yang memiliki potensi untuk mengatasi kekeringan dengan baik (misalnya daerah yang memiliki sistem irigasi yang efisien) [8].

2.5 Interpretasi dan Validasi Hasil

Hasil analisis dibandingkan dengan data historis dan laporan kekeringan di Lampung untuk memastikan validitasnya. Pendekatan ini juga digunakan untuk memberikan rekomendasi yang relevan bagi pengelolaan sumber daya air [13].

Metode ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi kekeringan di Provinsi Lampung dan menjadi acuan dalam mitigasi dan adaptasi terhadap dampaknya [14].

3. Hasil Dan Pembahasan

Perhitungan evapotranspirasi potensial (PET) menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk evapotranspirasi di daerah dengan suhu yang lebih tinggi dan curah hujan yang rendah meningkat secara signifikan [15]. Hal ini menyebabkan defisit air yang lebih besar di wilayah tersebut, terutama pada periode kemarau. Sementara itu, wilayah pesisir dengan curah hujan yang lebih tinggi menunjukkan surplus air yang cukup untuk mengimbangi kebutuhan evapotranspirasi yang tinggi [1]

Tabel 1. Data Evapotranspirasi Aktual

Periode bulan ke-	Bulan Basah (mm)	Bulan Kering (mm)
1	13,5005954	-1015,638232
2	13,59657181	704,8493148
3	13,9001025	-111,7497768
4	14,11947376	445,3664623
5	14,22928422	95,74107068
6	13,83599288	349,2692785
7	13,38382055	73,57429544
8	13,67954939	168,3339041
9	14,01226067	152,4889442
10	14,53922312	4,047365904
11	14,30836484	17,88728877
12	13,7063363	-138,4335926

Hasil analisa yang ditunjukkan pada tabel di atas, menunjukkan bahwa kolom "Bulan Basah" menunjukkan nilai evapotranspirasi aktual pada periode ketika curah hujan mencukupi (musim hujan). Kolom "Bulan Kering" menunjukkan nilai evapotranspirasi aktual pada periode ketika curah hujan rendah atau tidak mencukupi (musim kemarau). Nilai negatif pada bulan kering mengindikasikan kekurangan air yang signifikan. Nilai positif di bulan kering bisa mencerminkan pengelolaan air tambahan, seperti irigasi.

Nilai evapotranspirasi aktual pada bulan basah berada pada kisaran 13,50 hingga 14,54 mm. Selama bulan basah, curah hujan mencukupi sehingga kebutuhan air tanaman terpenuhi secara alami. Nilai evapotranspirasi aktual yang stabil dan mendekati nilai evapotranspirasi potensial menunjukkan bahwa tidak terjadi stres air. Air yang tersedia cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pada periode ini, sistem irigasi, kebutuhan air tanaman, maupun kebutuhan air domestik lainnya untuk kebutuhan tambahan

kemungkinan tidak diperlukan karena tanaman dapat memanfaatkan air dari curah hujan. Tanaman pada bulan basah juga diperkirakan dapat tumbuh dengan optimal tanpa kekurangan air.

Nilai evapotranspirasi aktual pada bulan kering bervariasi, dari -1015,64 mm (defisit besar) hingga 704,85 mm (kelebihan pengelolaan air). Beberapa bulan kering menunjukkan nilai negatif yang signifikan, seperti -1015,64 mm atau -111,75 mm, yang menunjukkan bahwa kebutuhan air tanaman jauh lebih besar daripada pasokan air yang tersedia (curah hujan dan cadangan tanah). Kekurangan air ini dapat menyebabkan stres air pada tanaman, penurunan produktivitas, atau bahkan gagal panen. Nilai evapotranspirasi positif yang besar (seperti 704,85 mm atau 445,36 mm) kemungkinan disebabkan oleh adanya irigasi atau penggunaan sumber air tambahan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama periode kering [16].

3.1 Interpretasi Bulan Basah dan Bulan Kering

Dapat disimpulkan bahwa pada bulan kering tanaman membutuhkan intervensi manusia, seperti irigasi, untuk menjaga pertumbuhan dan produktivitas. Tanpa pengelolaan air yang memadai, tanaman akan mengalami stres air yang parah.

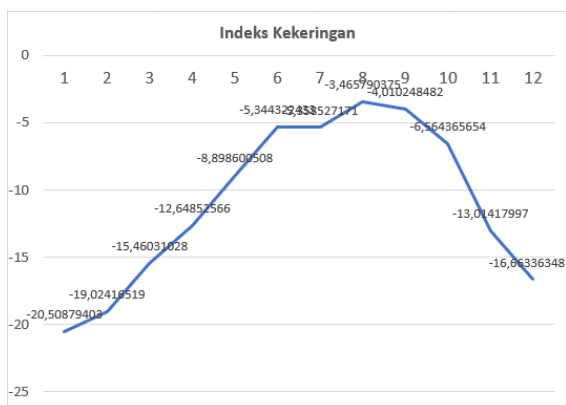
Tabel 2. Perbandingan Bulan Basah dan Kering

Parameter	Bulan Basah	Bulan Kering
Ketersediaan Air	Melimpah (dari curah hujan)	Terbatas (kekeringan atau defisit)
Evapotranspirasi Aktual	Stabil (13,50 - 14,54 mm)	Sangat bervariasi (-1015,64 s/d 704,85 mm)
Kebutuhan Irigasi	Tidak diperlukan	Sangat diperlukan

Tabel di atas menunjukkan pentingnya pola manajemen air yang baik untuk menghadapi perubahan kondisi bulan basah dan bulan kering. Periode basah dapat dimanfaatkan untuk pengisian cadangan air, sementara periode kering membutuhkan strategi pengelolaan air yang matang untuk mengatasi defisit air yang signifikan. Data ini juga relevan untuk mendukung perencanaan pertanian dan tata kelola sumber daya air [17].

Selama bulan basah, kelebihan air dari curah hujan dapat disimpan (misalnya di waduk, embung, atau sistem panen air hujan) untuk digunakan pada bulan-bulan kering. Pada bulan kering, intervensi irigasi sangat penting untuk menjaga produktivitas pertanian. Dari segi pemilihan tanaman, pada bulan basah, tanaman dengan kebutuhan air tinggi dapat ditanam karena ketersediaan air mencukupi, dan pada bulan kering, tanaman tahan kekeringan atau tanaman dengan siklus hidup pendek lebih disarankan untuk mengurangi kebutuhan air [7].

Dari hasil analisa pada penelitian ini menunjukkan Total ETP koreksi sebesar 86,825 mm/bulan, menunjukkan rata-rata kebutuhan air untuk proses evapotranspirasi dalam setahun. Pada bulan-bulan dengan curah hujan tinggi (misalnya Januari, Februari, Maret, dan Desember), nilai evapotranspirasi (ETP) cenderung lebih kecil dibandingkan curah hujan. Hal ini menunjukkan kondisi surplus air, yang menyebabkan tanah berada dalam keadaan basah. Surplus air ini dapat dimanfaatkan untuk pengisian cadangan air tanah atau irigasi di masa kering. Sebaliknya, pada bulan-bulan dengan curah hujan rendah (seperti Juli, Agustus, dan September), curah hujan tidak mencukupi kebutuhan evapotranspirasi, menghasilkan defisit air dan kondisi tanah menjadi kering. Pada periode ini, tanaman memerlukan suplai air tambahan melalui irigasi [18].



Gambar 2. Grafik Indeks Kekeringan Dalam 12 Bulan

Grafik di atas menunjukkan Indeks Kekeringan Bulanan selama satu tahun (dengan bulan diwakili oleh angka 1 hingga 12 pada sumbu horizontal). Indeks kekeringan diukur dengan nilai negatif, di mana semakin rendah nilai indeks menunjukkan tingkat kekeringan yang semakin parah.

Hasil analisa yang ditampilkan pada grafik di atas menunjukkan bahwa kekeringan paling parah terjadi pada awal tahun (bulan 1 dan 2) dengan indeks kekeringan mencapai nilai -19 hingga -20. Setelah itu, indeks perlahan meningkat menuju kondisi yang lebih basah. Indeks kekeringan mulai membaik dari bulan 3 hingga 6, mencerminkan adanya peningkatan curah hujan atau pengurangan evaporasi. Indeks mendekati kondisi netral sekitar bulan 7 hingga 8 dengan nilai di sekitar -3 hingga -4. Setelah bulan 9, indeks mulai menurun kembali, menunjukkan pengurangan curah hujan atau peningkatan evaporasi. Nilai kekeringan semakin besar hingga bulan 12 dengan indeks kembali mendekati -16.

Grafik ini menunjukkan pola musim yang khas di wilayah tropis, di mana terdapat musim hujan (kelembaban tinggi) dan musim kemarau (kekeringan). Musim Hujan: Terjadi sekitar bulan 4 hingga 8, ditandai oleh perbaikan indeks kekeringan. Musim Kemarau: Terjadi pada bulan 1-3 dan 9-12, di mana indeks kekeringan menunjukkan penurunan drastis. Indeks kekeringan yang rendah pada

bulan-bulan tertentu disebabkan oleh kombinasi curah hujan rendah dan evapotranspirasi tinggi. Kekeringan lebih parah di awal tahun mungkin disebabkan oleh transisi dari musim kemarau panjang sebelumnya, sedangkan kekeringan akhir tahun bisa terkait dengan siklus musiman yang berulang [19].

Nilai Indeks Kekeringan mencerminkan keseimbangan air di tanah dan atmosfer. Nilai negatif menunjukkan kondisi defisit air, sedangkan nilai mendekati nol mencerminkan keseimbangan yang lebih baik. Peningkatan indeks kekeringan antara bulan 4 hingga 8 dapat disebabkan oleh peningkatan curah hujan yang melebihi evaporasi potensial. Penurunan indeks setelah bulan 8 menunjukkan peningkatan kehilangan air (evaporasi) yang tidak diimbangi dengan curah hujan yang cukup.

Kekeringan yang terjadi dapat berdampak pada sisi agrikultur, yang dapat menurunkan hasil panen akibat kurangnya ketersediaan air [20]. Selain itu kekeringan juga dapat menurunkan debit sumberdaya air, seperti waduk dan reservoir. Selanjutnya dapat menyebabkan stres pada vegetasi alami dan penurunan keanekaragaman hayati pada sebuah ekosistem. Grafik ini memberikan wawasan penting tentang pola kekeringan dan musim di Provinsi Lampung:

- Kekeringan paling parah terjadi pada awal dan akhir tahun.
- Musim hujan memberikan perbaikan kelembaban tanah pada pertengahan tahun.
- Strategi pengelolaan sumber daya air dan agrikultur harus dirancang untuk menghadapi periode kekeringan ini, termasuk penampungan air, irigasi efisien, dan pemilihan tanaman tahan kekeringan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data evapotranspirasi aktual, curah hujan, dan indeks kekeringan menggunakan metode Thornthwaite-Mather di Provinsi Lampung pada tahun 2023, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

- Indeks kekeringan menunjukkan kondisi surplus air pada bulan Januari hingga Mei serta November hingga Desember. Hal ini mencerminkan bahwa curah hujan mencukupi kebutuhan evapotranspirasi tanaman dan terdapat kelebihan air yang mengisi cadangan tanah.
- Nilai evapotranspirasi aktual (ETa) pada periode ini berkisar antara 13,50 mm hingga 14,54 mm, menunjukkan stabilitas air tanah yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman.
- Pada bulan Juni hingga Oktober, indeks kekeringan menunjukkan kondisi defisit air yang signifikan, terutama pada bulan Juli dan Agustus, dengan nilai negatif ekstrem seperti -1015,63 mm pada ETa. Hal ini mengindikasikan adanya kekurangan curah hujan dan tekanan air tanah yang parah.
- Metode Thornthwaite-Mather berhasil menggambarkan pola kekeringan di Provinsi Lampung selama tahun 2023. Indeks kekeringan menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara periode basah dan

kering, dengan puncak kekeringan terjadi pada bulan Juli-Agustus. Data ini sangat bermanfaat untuk mendukung pengelolaan air dan perencanaan tata guna lahan, khususnya dalam menghadapi dampak perubahan iklim yang memengaruhi pola curah hujan dan ketersediaan air di wilayah tersebut.

2. Pustaka

- [1] M. Hakiem and S. Putra, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Software Cropwat 8.0 (Studi Kasus: Daerah Irigasi Sekampung Batanghari)," *MEDIA Komun. Tek. SIPIL*, vol. 30, no. 2, pp. 246–255, Mar. 2025, doi: 10.14710/MKTS.V30I2.66772.
- [2] J. Triviño-Pineda, ... A. S.-R.-C. S. in, and undefined 2024, "Biogas production from organic solid waste through anaerobic digestion: A meta-analysis," *Elsevier*, Accessed: Jun. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016424000124>
- [3] M. H. S. PUTRA and Y. RISDIANTO, "Analisis penyusunan kelas jalan berdasarkan peraturan menteri pupr (no. 05/prt/m/2018) dan pemetaan kelas jalan (menggunakan software arcgis) pada jalan provinsi di wilayah kabupaten mojokerto," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, Jan. 2020, Accessed: Jul. 02, 2025. [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/31862>
- [4] M. Rohman, I. Indarto, M. M.-M. I. Globe, and undefined 2020, "Pemetaan Erosi di Wilayah Kabupaten Situbondo," *jurnal.big.go.id*, doi: 10.24895/MIG.2019.22-1.989.
- [5] H. Di, K. Pasar, P. Pagi, K. K. Anwar, and G. Leuser, "Kajian Sistem Jaringan Drainase Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Di Kawasan Pasar Pajak Pagi Kutacane: Study of the Drainage Network System to," *jurnal.ceredindonesia.or.id*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2022, Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.ceredindonesia.or.id/index.php/mesil/article/view/643>
- [6] Muhammad Hakiem Sedo Putra, G. Oktarina Nur Annisa, and M. Gilang Indra Mardika, "Pemetaan Daerah Sebaran Banjir Di Hilir Tanggul Way Bulok Desa Sukamara Kecamatan Bulok Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung," *TeknoKreatif. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 71–81, Nov. 2021, doi: 10.35472/teknokreatif.v1i2.498.
- [7] m. Houmsi, "Modeling impacts of climate change on aridity and crop water demand in syria," 2020, Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.utm.my/92328/1/MohamadRajabHoumsiPSKA2020.pdf>
- [8] D. Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Air Bersih di SDN, G. Terang Muhammad Hakiem Sedo Putra, R. Yanda, E. Kurnianingtyas, F. Asferizal, and S. Nurul Fauziah, "Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Air Bersih di SD N 02 Gunung Terang," *journal.uim.ac.id*, 2023, doi: 10.31102/darmabakti.2023.4.2.138-146.
- [9] P. Peran Gender dalam Pengelolaan Sumberdaya Air di Desa Prampelan, K. Demak melalui Sosialisasi dan Pelatihan Teknologi Ramah Lingkungan Susilawati Cicilia Laurentia, and A. Toening Winarni, "Peran Gender dalam Pengelolaan Sumberdaya Air di Desa Prampelan, Kabupaten Demak melalui Sosialisasi dan Pelatihan Teknologi Ramah Lingkungan," *jamsi.jurnal-id.com*, vol. 4, no. 5, pp. 1415–1426, 2024, doi: 10.54082/jamsi.1387.
- [10] W. Jannah, I. I.-J. I. M. Education, and undefined 2017, "Analisa Penyebab Banjir Dan Normalisasi Sungai Unus Kota Mataram," *ejournal.mandalanursa.org*, 2017, Accessed: Oct. 20, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.mandalanursa.org/index.php/IIME/article/view/60>
- [11] J. J. Sudirman and J. Pusat, "Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta Pusat 10270 <https://bima.kemdikbud.go.id> PENDAFTARAN KOSABANGSA CALON PENDAMPING 2023," p. 10270, 2023.
- [12] R. Napitupulu, M. P.-Civ. J. T. Sipil, and undefined 2024, "Pengaruh bod, cod dan do terhadap lingkungan dalam penentuan kualitas air bersih di sungai pesanggrahan," *jurnalnasional.ump.ac.id*, Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/CIVENG/article/view/17878>
- [13] M. H. S. Putra, "Analisa Komposisi Sampah yang Dihilkan Berdasarkan Sifat dan Karakternya di Kampus Institut Teknologi Sumatera 2023," *CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 13–18, Jan. 2025, doi: 10.30595/CIVENG.V6I1.24156.
- [14] D. E. N. Siagian and M. H. S. Putra, "SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN," *CIVeng J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, Jan. 2024, doi: 10.30595/CIVENG.V5I1.17879.
- [15] M. Hakiem, S. Putra,] * Program, S. Rekayasa, T. Kelola, and A. Terpadu, "Potential of the Rainwater Harvesting Method in Fulfilling Domestic Water Needs at SD Negeri 02 Gunung Terang Bandar Lampung," *J. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 1, pp. 01–11, Apr. 2023, doi: 10.28932/JTS.V19I1.5112.
- [16] D. Utami, R. Hadiani, S. S.-M. T. Sipil, and undefined 2013, "Prediksi Kekeringan Berdasarkan Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Keduang Di Kabupaten Wonogiri," *jurnal.uns.ac.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37524>
- [17] N. Air Lahan dan Tanaman Padi *et al.*, "Neraca Air Lahan dan Tanaman Padi di Kabupaten Manokwari Selatan, Papua Barat pada Tahun 2019," *gawpalu.id*, vol. 1, pp. 29–36, Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <http://gawpalu.id/bgb/index.php/bgb/article/view/8>
- [18] H. Salimi, E. Asadi, S. D.-A. W. Science, and undefined 2021, "Meteorological and hydrological drought monitoring using several drought indices," *Springer*, Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/S13201-020-01345-6>

- [19] H. Salimi, E. Asadi, and S. Darbandi, "Meteorological and hydrological drought monitoring using several drought indices," *Appl. Water Sci.*, vol. 11, no. 2, Feb. 2021, doi: 10.1007/S13201-020-01345-6.
- [20] S. Paul *et al.*, "Drought analysis in Bedadung Watershed based on a Geographical Information System," *iopscience.iop.org*, doi: 10.1088/1755-1315/437/1/012024.