



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

Efektivitas Embung Pertanian Terhadap Kekeringan Lahan Sawah Menggunakan Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI) di Kabupaten Semarang

Effectiveness of Agricultural Retention Basin against Rice Field Drought Using Normalized Difference Drought Index (NDDI) Method in Semarang Regency

Rega Syahrul Nuardiansyah¹, Rahma Hayati²

¹ Department of Geography, Universitas Negeri Semarang

² Department of Geography, Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Penelitian ini bermula dari permasalahan kekeringan lahan sawah yang kurang maksimal dalam upaya pengurangannya yaitu dengan embung pertanian serta masih kurangnya pemantauan kekeringan. Lokasi permasalahan ini terletak di lahan sawah Kabupaten Semarang, yang bertujuan untuk memantau tingkat kekeringan lahan sawah menggunakan metode NDDI, menganalisis keberadaan embung, serta menganalisis efektivitas embung pertanian terhadap kekeringan lahan sawah. Penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk pemantauan kekeringan secara spasial adalah dengan menggunakan algoritma Normalized Difference Drought Index (NDDI) berbasis penginderaan jauh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di Kabupaten Semarang pada bulan Juni hingga September 2023 dengan luas kekeringan normal 847.13 ha, kekeringan ringan 301.60 ha, kekeringan sedang 348.56 ha, kekeringan berat 17846.16 ha, dan kekeringan sangat berat 4782.10 ha. Hasil validasi menunjukkan tingkat akurasi metode NDDI sebesar 88%. Efektivitas embung terhadap kekeringan menunjukkan hasil 3,61% secara keseluruhan lahan sawah, sedangkan hanya kelas kekeringan berat dan sangat berat tingkat keefektivitas sebesar 3,77%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai efektivitas embung pertanian terhadap kekeringan lahan sawah di Kabupaten Semarang dapat dikatakan tidak efektif.

ABSTRACT

This research stems from the problem of rice field drought that is less than optimal in the process of monitoring drought and mitigating it, namely mitigation with reservoirs. The location of this problem is located in the rice fields of Semarang Regency, which aims to monitor the level of drought in rice fields using the NDDI method, analyze the existence of reservoirs, and analyze the effectiveness of reservoirs as an effort to mitigate drought in rice fields. This research uses descriptive statistical method with quantitative approach. One way that can be used to monitor drought spatially is by using the Normalized Difference Drought Index (NDDI) algorithm based on remote sensing. The results of this study show that in Semarang Regency from June to September 2023 with normal drought 847.13 ha, mild drought 301.60 ha, moderate drought 348.56 ha, severe drought 17846.16 ha, and very severe drought 4782.10 ha. The validation results show that the accuracy of the NDDI method is 88%. The effectiveness of the reservoir as a drought mitigation effort shows the results of 3.61% overall rice fields, while only the severe drought and very severe drought class has an effectiveness level of 3,77%. This shows that the effectiveness of agricultural reservoirs against drying of rice fields in Semarang Regency can be said to be ineffective.

Pendahuluan

Kekeringan lahan sawah merupakan kondisi dimana lahan sawah mengalami kekurangan air yang signifikan sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman padi serta dapat menyebabkan ga gal panen atau puso (Iswari A R., et al, 2017). Salah satu faktor yang sering dikaitkan dengan kekeringan salah satunya kekeringan lahan sawah adalah fenomena El Nino, saat fenomena ini terjadi curah hujan menurun di beberapa wilayah di Indonesia. Kondisi kekeringan ini dapat menyebabkan kerugian materi bagi petani dan dampak negatif terhadap keamanan pangan dan ekonomi masyarakat (Mamenun M., et al, 2019). Kabupaten Semarang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah yang sebagian besar penggunaan lahananya berupa pertanian. Menurut data dari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, 2023), luas lahan pertanian di Kabupaten Semarang adalah 68.093,68 hektar, diantaranya meliputi 23.723,79 hektar atau 34,84 % lahan pertanian sawah dan 44.369,89 hektar atau 65,16 % lahan pertanian bukan sawah. Sawah tersebut sebagian besar merupakan sawah beririgasi, yang mempunyai luas 17.121,97 hektar. Sedangkan untuk penggunaan lahan pertanian non-sawah, sebagian besar berupa tegalan atau kebun dengan luas 25.937,92 hektar.

Kabupaten Semarang dipilih menjadi daerah penelitian dengan menimbang beberapa keadaan akibat kekeringan berdasarkan data yang didapatkan. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Semarang, (2021) Kabupaten Semarang termasuk kedalam kelas kerentanan kekeringan tinggi. Oleh karena itu, pemantauan dan mengatasi kekeringan lahan sawah menjadi sangat penting. Dampak kekeringan sangat mempengaruhi produksi padi, jagung, dan sayur-sayuran di Kabupaten Semarang. Hasil pertanian dapat meningkat atau menurun tergantung pada curah hujan yang terjadi.

Salah satu upaya pemantauan kekeringan yaitu penggunaan teknologi penginderaan jauh yang telah menjadi salah satu upaya efektif untuk memantau dan menganalisis kekeringan pertanian. Salah satu metode yang digunakan adalah Normalized Difference Drought Index (NDDI) untuk mengidentifikasi kekeringan pada lahan pertanian (Sukmoro A, 2017). NDDI menggunakan kombinasi dari Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Difference Water Index (NDWI) untuk mengkaji sebaran dan luasan kekeringan. NDVI mencerminkan kesehatan vegetasi, sedangkan NDWI mengindikasikan kelembaban tanah. Kombinasi kedua indeks ini membantu dalam memahami sejauh mana tanah memiliki air dan vegetasi yang sehat (Pamungkas G, 2023).

Pada penelitian ini menggunakan metode NDDI untuk menganalisis sebaran kekeringan lahan sawah di Kabupaten Semarang. Selain itu, kita juga akan mengeksplorasi upaya mengatasi kekeringan dengan menggunakan embung sebagai salah satu strategi pengelolaan air yang efektif. Embung dapat membantu dalam mengumpulkan dan menyimpan air hujan, sehingga dapat digunakan untuk irigasi sawah pada musim kemarau. Embung sendiri memiliki 3 fungsi, yaitu sebagai irigasi lahan tada hujan, memenuhi kebutuhan air bersih, dan tempat pemeliharaan ikan (BPSI Lingkungan Pertanian, 2024).

Tujuan dari penelitian ini tentunya untuk mendapatkan model analisis sebaran kekeringan lahan sawah menggunakan metode NDDI dan akurasinya serta efektifitas embung sebagai upaya mengatasi kekeringan lahan sawah. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan informasi bagi pemerintah dan petani untuk melihat daerah yang berpotensi mengalami kekeringan lahan sawah serta cara menguranginya.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang menjadi objek survei dan pemetaan yaitu berada di lahan sawah Kabupaten Semarang. Kabupaten Semarang yang mana secara astronomis letak Kabupaten Semarang terletak pada $110^{\circ}14'54,75''$ sampai dengan $110^{\circ}39'3''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}3'57''$ sampai dengan $7^{\circ}30'$ Lintang Selatan. Keempat koordinat bujur dan lintang tersebut membatasi wilayah seluas 1.019,27 km². Sedangkan secara administratif letak geografis Kabupaten Semarang berbatasan langsung dengan 7 Kabupaten/Kota, sementara itu ditengah – tengah wilayah Kabupaten Semarang terdapat Kota Salatiga dan Danau Rawa Pening (Febriarta et al., 2020).

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data meliputi survey lapangan, wawancara, penginderaan jauh, dan dokumentasi. Survey lapangan dilakukan untuk mengambil sampel tingkat kerapatan vegetasi (NDVI) dan tingkat kebasahan (NDWI). Wawancara melibatkan petugas Penyuluhan Pertanian Lapangan (PPL) yang ada di Badan Penyuluhan Pertanian (BPP) serta petugas pengolahan data pertanian di Dinas Pertanian Perikanan dan Pangan Kabupaten Semarang. Teknik penginderaan jauh digunakan untuk memperoleh informasi spasial tentang citra yang digunakan untuk mengetahui luasan kerapatan vegetasi, kebasahan, dan

kekeringan lahan sawah, sedangkan dokumentasi dilakukan untuk menghimpun data yang kemudian dianalisis sehingga akan membantu memahami lebih dalam tentang upaya mengatasi kekeringan lahan sawah.

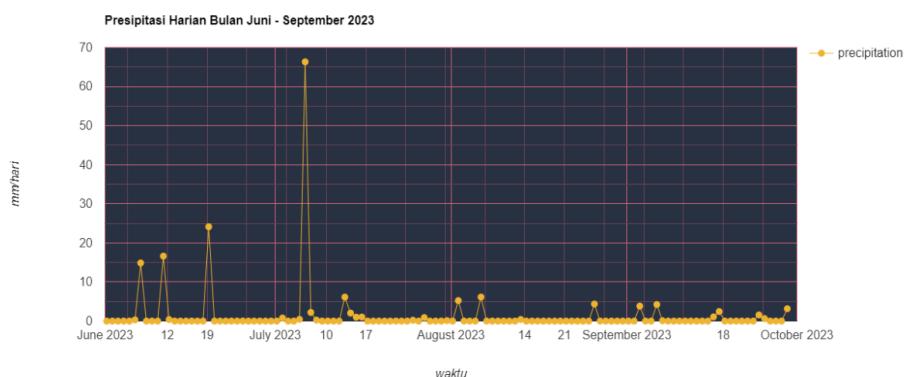
Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data meliputi teknik klasifikasi multispektral, teknik Sistem Informasi Geografis (SIG), dan teknik analisis data statistik deskriptif. Teknik klasifikasi multispektral digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik optik atau reflektansi yang serupa. Pengelompokan ini menggunakan algoritma NDVI, NDWI, dan NDDI digunakan untuk mendapatkan informasi spasial mengenai sebaran serta luasan wilayah dari hasil tersebut. Teknik SIG digunakan untuk pemberian harkat terhadap hasil algoritma dalam klasifikasi multispektral. Teknik analisis data statistik deskriptif digunakan untuk penjabaran hasil berupa adanya embung untuk kekeringan serta menganalisis berupa data tabulasi efektivitas adanya embung pertanian terhadap kekeringan lahan sawah.

Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Suhu udara rata – rata di Kabupaten Semarang umumnya relatif sejuk (Pariamanda et al., 2016). Hal ini dikarenakan kondisi ketinggian Kabupaten Semarang berada di ketinggian 318 mdpl sampai 1.450 mdpl. Dengan rata – rata curah hujan selama tahun 2023 1.580,8 mm dari 87 hari hujan.



Gambar 1. Grafik Curah Hujan Harian Bulan Juni-September 2023

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Pada gambar 1 menunjukkan grafik curah hujan harian pada bulan Juni hingga September 2023 dengan rata rata menunjukkan hasil curah hujan yang sangat rendah bahkan sampai tidak terjadi hujan sama sekali. Pada gambar 1 menunjukkan pada bulan Juni hujan tertinggi hanya terjadi di tanggal 7, 11, dan 19 Juni 2023 yaitu antara 14-25 mm/hari. Kemudian pada bulan Juli hujan tertinggi terjadi di tanggal 6 Juli 2023 yaitu 66,31 mm/hari. Pada bulan Agustus hujan tertinggi terjadi di tanggal 6 Agustus 2023 yaitu sebesar 6,14 mm/hari. Sedangkan di Bulan September hujan tertinggi terjadi di tanggal 6 September 2023 sebesar 4,23 mm/hari.

Berdasarkan Peta Geologi turunan dari data Geoportal Kabupaten Semarang, formasi geologi di Semarang bagian Utara yaitu Kecamatan Ungaran Timur, Kecamatan Ungaran Barat, dan Bergas didominasi oleh formasi geologi young quaternary, pleoscale volcan, Old Quaternary Volcan. Selanjutnya di Kabupaten Semarang bagian barat yaitu di Kecamatan Bandungan, Kecamatan Sumowono, Kecamatan Jambu, Kecamatan Banyubiru, dan Kecamatan Ambarawa terdapat formasi geologi berupa Hioscane Sediment, Pleoscale Volcan, Young Quaternary. Selanjutnya di Kabupaten Semarang bagian Selatan yaitu di Kecamatan Getasan dan Kecamatan Tengaran untuk formasi geologi tidak terdiferensiasi. Selanjutnya di Kabupaten Semarang bagian Timur terdapat formasi geologi Pleoscale Volcan, Hioscane Sediment, Pleoscale Sediment, Young Quaternary. Sedangkan Kondisi morfologi kabupaten semarang terbagi menjadi beberapa karakteristik, yaitu dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan. Dataran rendah di kabupaten Semarang terletak di wilayah bagian utara dengan memiliki ketinggian 100 – 500 mdpl. Untuk dataran rendah umumnya digunakan atau sebagai area kegiatan pertanian, permukiman, dan perkebunan. Wilayah ini juga merupakan wilayah dengan kepadatan penduduknya tinggi. Selanjutnya wilayah perbukitan.

Wilayah perbukitan Kabupaten Semarang memiliki ketinggian sekitar 500 – 1000 mdpl dengan rata-rata sekitar 636 mdpl (Fuadi et al., 2020). Daerah perbukitan ini biasanya ditutupi oleh vegetasi hutan sekunder dan perkebunan, digunakan juga untuk aktivitas pertanian. Dan terakhir bagian pegunungan. Bagian pegunungan terdapat di bagian selatan Kabupaten Semarang termasuk Gunung Ungaran yang merupakan

gunung berstatus tidak aktif. Ketinggian wilayah ini berkisar >1000 mdpl. Morfologi ini ditandai dengan lereng curam, puncak tinggi, dan lembah yang dalam. Wilayah ini sering digunakan sebagai aktivitas perkebunan, hutan lindung, dan pariwisata.

Kabupaten Semarang memiliki jenis tanah yang dipengaruhi oleh faktor lain seperti topografi, geologi, iklim, serta vegetasi. Persebaran jenis tanah di Kabupaten Semarang umumnya dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dan aliran sungai. Pengaruh aktivitas vulkanik berasal dari aktivitas gunung ungaran dan sebagian gunung merbabu. Sedangkan aktivitas sungai berasal dari aliran sungai dari kedua gunung tersebut yang melintasi di daerahnya. Jenis tanah di wilayah kabupaten Semarang terdiri dari tanah Aluvial, Latosol, Andosol, Grumusol, Regosol, Latosol, dan Mediteran.

Jumlah penduduk di Kabupaten Semarang pada tahun 2023 mencapai 1,08 juta jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 1.080 jiwa per km². Jumlah penduduk perempuan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah penduduk laki – laki. Jumlah penduduk perempuan sebanyak 542.531 jiwa atau sekitar 50,20%. Sedangkan jumlah penduduk laki – laki sebanyak 538.117 jiwa atau sekitar 49,80%. Mata pencaharian Kabupaten Semarang secara umum didominasi oleh sektor industri, jasa, dan pertanian. Umunya masyarakat perkotaan didominasi oleh pencaharian penduduknya ialah industri dan jasa, sedangkan masyarakat pedesaan didominasi oleh kegiatan pertanian. Jumlah penduduk bekerja di industri sebanyak 238.286 jiwa dan jasa sebanyak 246.382 jiwa. Sedangkan di sektor pertanian sebanyak 134.485 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, 2023).

Pemilihan Citra dan Proses Pengolahan

Pemilihan citra pada penelitian ini menggunakan citra sentinel 2 MSI Level 2A. Citra Sentinel-2 adalah satelit penginderaan jauh yang dirancang untuk pemantauan lahan dan lingkungan. Terdiri dari dua satelit, Sentinel-2A dan Sentinel-2B, yang beroperasi dalam orbit sun-synchronous pada ketinggian 786 km, satelit ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan citra multispektral dengan resolusi spasial yang bervariasi antara 10 hingga 60 meter, tergantung pada band yang digunakan (LAPAN, 2018). Citra satelit Sentinel-2 MSI (MultiSpectral Instrument) Level 2A adalah pilihan yang sangat baik untuk berbagai aplikasi penginderaan jauh karena telah melalui beberapa proses koreksi yang membuatnya siap untuk analisis lebih lanjut. Khususnya pada penelitian ini Citra Sentinel digunakan untuk analisis penginderaan jauh beruna algoritma NDDI. Citra Sentinel-2 MSI Level 2A merupakan data yang telah diproses dan dikoreksi secara radiometrik dan atmosferik, sehingga menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih tinggi. Proses ini mencakup penghilangan efek atmosfer dan kalibrasi untuk faktor-faktor seperti pencahayaan dan geometri. Hasilnya adalah citra yang lebih akurat dan dapat diandalkan untuk analisis dan pemetaan (Latue et al., 2023).

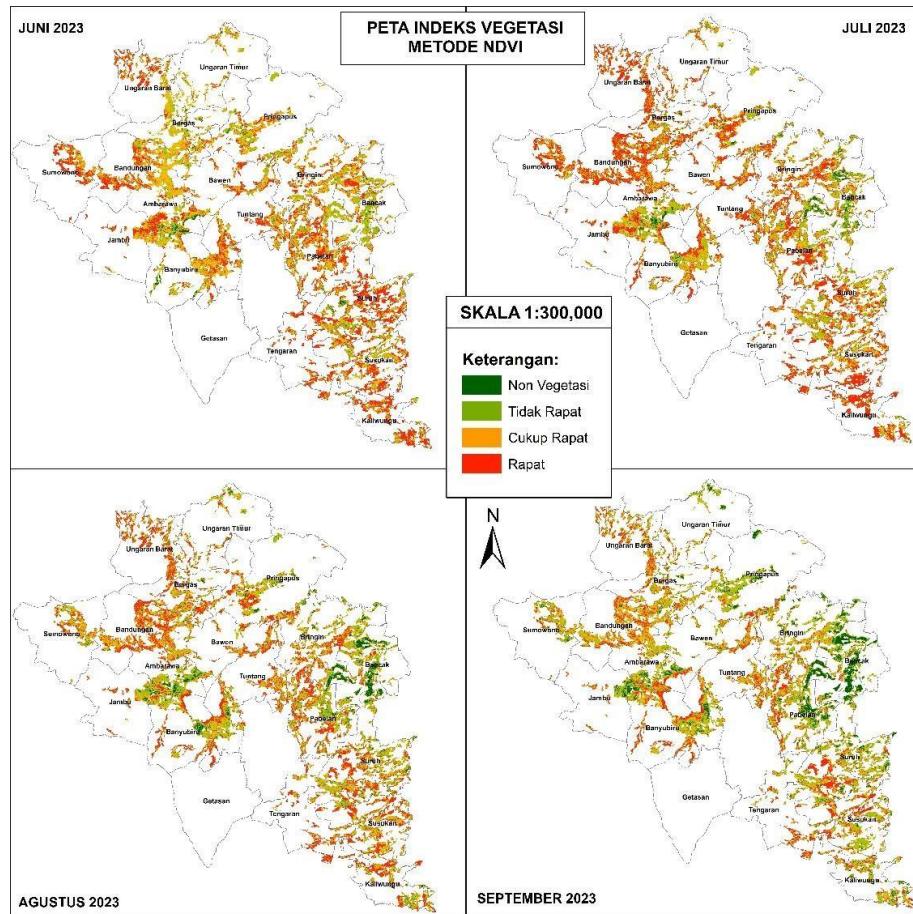
Keunggulan dari citra satelit sentinel level 2A yaitu karena kualitas data level 2A memberikan citra yang telah dikoreksi untuk efek atmosfer, selain itu citra ini juga menawarkan kalibrasi yang lebih baik dibandingkan data Level 1C (raw data), menjadikannya lebih tepat untuk analisis ilmiah, terutama dalam pemantauan vegetasi dan pertanian (Claverie et al., 2018). Sentinel-2 mendukung pemantauan lingkungan yang lebih baik dan lebih terjangkau, serta mendukung program pemantauan perubahan iklim global (Alonso et al., 2021). Keunggulan yang lain yaitu di tingkat resolusi yang diberikan termasuk tinggi, dengan resolusi spasial 10m untuk beberapa band, data ini memungkinkan analisis yang lebih detail terhadap fitur-fitur permukaan bumi. Keunggulan terakhir yaitu frekuensi pengambilan citra dapat memberikan cakupan global setiap 10 hari dengan satu satelit dan setiap hari dengan dua satelit yang sangat berguna untuk pemantauan secara berkala. Dengan keunggulan tersebut, pemilihan citra Satelit Sentinel 2 MSI Lelev 2A menjadi pilihan yang tepat pada penelitian dan aplikasi dalam bidang penginderaan jauh. Seperti penelitian ini yang membahas tentang pantauan kekeringan lahan sawah dapat memberikan informasi yang akuran dan terkini terkait kondisi kekeringan tersebut. Pemodelan pada penelitian ini menggunakan platform Google Earth Engine (GEE).

Analisis Indeks Kerapatan Vegetasi Metode NDVI

Penentuan kekeringan metode NDDI diperlukan pemodelan kerapatan vegetasi yang mana mengetahui tingkat kehijauan dari sebuah vegetasi, sehingga bisa dilihat perbedaan vegetasi hijau dan tidak hijau dalam penentuan kualitas pemantauan kekeringan itu sendiri. Pemodelan NDVI dilakukan dengan menggunakan platform Google Earth Engine (GEE) yang merupakan pemrosesan geospasial berbasis awan untuk pemantauan dan analisis berskala besar (Gorelick et al., 2017).

Pemodelan NDVI dilakukan dengan menggunakan band infra merah dan merah atau Band 8 dan Band 4 yang terdapat dalam citra Sentinel 2. Kanal merah dan infra merah cocok digunakan untuk mengukur tingkat kesehatan vegetasi dan memantau perubahan lingkungan (Andini et al., 2018). Pemodelan kerapatan vegetasi dengan metode NDVI dilakukan dengan menggunakan rumus algoritma (NIR-RED)/(NIR+RED). Hasil validasi

NDVI menunjukkan tingkat akurasi sebesar 86% dengan sampel benar berjumlah 43 dan sampel salah berjumlah 7.



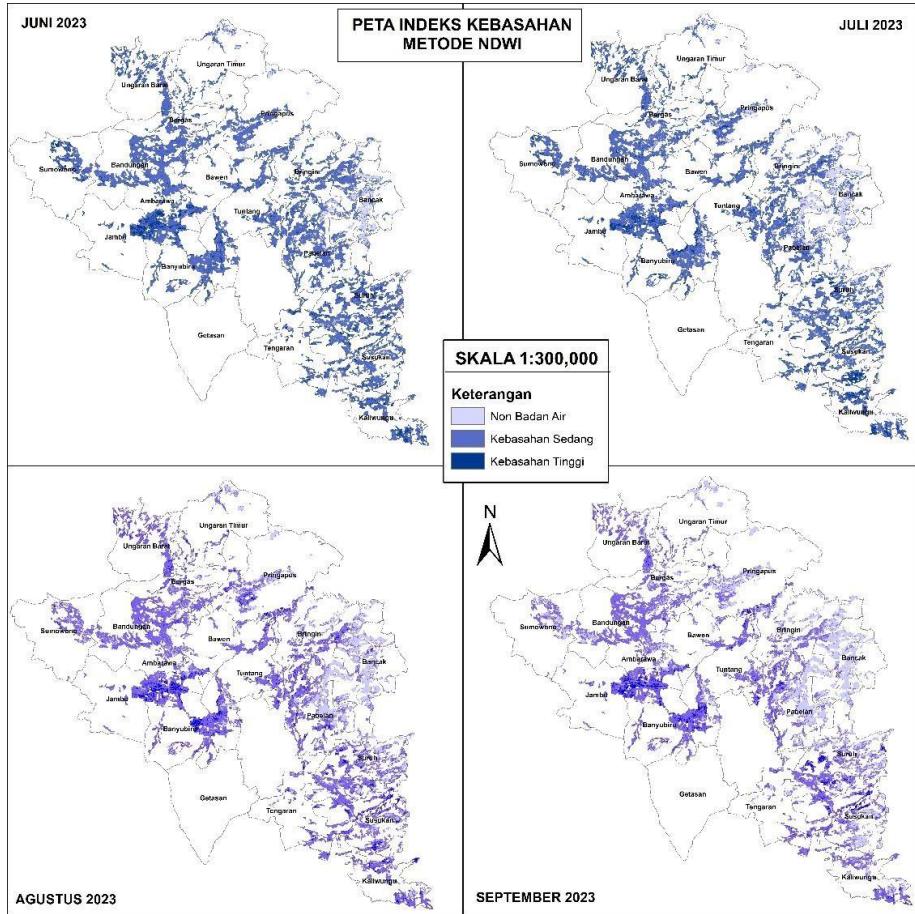
Gambar 2. Sebaran Indeks Vegetasi Kabupaten Semarang 2023

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Hasil perhitungan NDVI yang terdapat pada gambar 2 dibulan Juni sampai September 2023 mengalami perubahan yang bervariasi. Pada bulan Juni hasil NDVI tertinggi yaitu di kelas cukup rapat dengan luasan sebesar 10,330.24 ha atau sekitar 42.83% dari luas total sedangkan di hasil terendah yaitu dikelas Non vegetasi seluas 10.39 ha atau sekitar 0,04%. Pada bulan Juli hasil NDVI tertinggi yaitu di kelas tidak rapat dengan luasan sebesar 11,037.34 ha atau sekitar 45.76% dari luas total sedangkan di hasil terendah yaitu dikelas Non vegetasi seluas 0.53 ha atau sekitar 0,001%. Pada bulan Agustus hasil NDVI tertinggi yaitu di kelas cukup rapat dengan luasan sebesar 9,331.77 ha atau sekitar 38.69% dari luas total sedangkan di hasil terendah yaitu dikelas Non vegetasi seluas 1.88 ha atau sekitar 0,01%. Pada bulan September hasil NDVI tertinggi yaitu di kelas cukup rapat dengan luasan sebesar 9,672.98 ha atau sekitar 40.11% dari luas total sedangkan di hasil terendah yaitu dikelas Non vegetasi seluas 2.44 ha atau sekitar 0,01%.

Analisis Indeks Kebasahan Metode NDWI

Penentuan kekeringan metode NDDI berikutnya ialah diperlukan adanya pemodelan tingkat kebasahan yang mana guna mengetahui tingkat kebasahan permukaan. Sehingga bisa mengetahui tingkat kebasahan dan membandingkannya dengan tubuh air. Pemodelan NDWI dilakukan dengan menggunakan platform Google Earth Engine (GEE) yang merupakan pemrosesan geospasial berbasis awan untuk pemantauan dan analisis berskala besar. Pemodelan NDWI dilakukan dengan menggunakan band inframerah dekat (NIR) dan band inframerah gelombang pendek (SWIR) atau bisa disebut band 8 dan band 11 yang terdapat dalam citra sentinel 2. Kanal SWIR cocok digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah dan vegetasi karena air menyerap kuat pada panjang gelombang ini. Pemodelan NDWI dilakukan dengan menggunakan rumus $(NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$. Hasil validasi NDWI menunjukkan tingkat akurasi sebesar 90% dengan sampel benar berjumlah 45 dan sampel salah berjumlah 5.



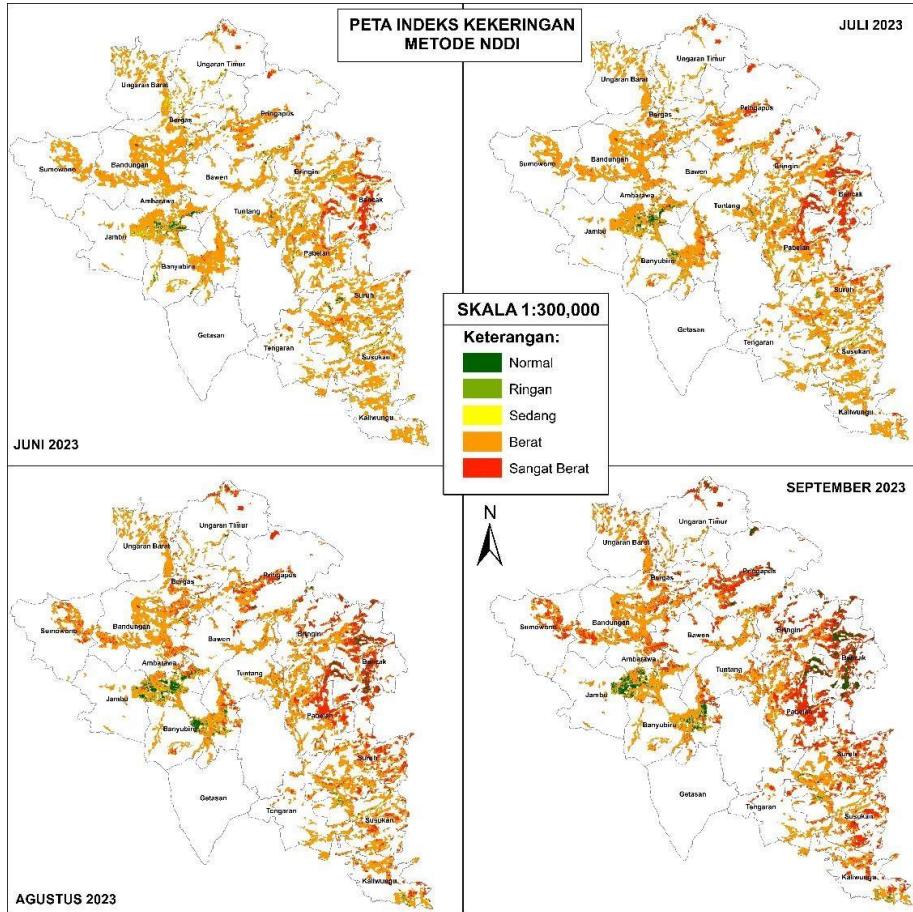
Gambar 3. Sebaran Indeks Kebasahan Kabupaten Semarang 2023

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan NDWI yang terdapat pada gambar 3 menunjukkan hasil di bulan Juni sampai September mengalami perubahan yang tidak terlalu jauh. Pada bulan Juni kelas dengan nilai tertinggi yaitu di kelas kebasahan sedang dengan luasan 22,564.37 ha atau sekitar 93.55% dengan yang terkecil yaitu di kelas kebasahan tinggi dengan luasan 503.71 ha atau sekitar 2.09%. Pada bulan Juli kelas dengan nilai tertinggi yaitu di kelas kebasahan sedang dengan luasan sebesar 22,430.02 ha atau sekitar 93.00% sedangkan nilai yang terkecil yaitu kebasahan tinggi dengan luasan sebesar 296.47 ha atau sekitar 1,23%. Pada bulan Agustus nilai tertinggi yaitu di Kebasahan sedang dengan luasan sebesar 18,767.62 ha atau sekitar 77.81% dan yang terkecil yaitu kelas kebasahan tinggi dengan luasan 391.68 ha atau sekitar 1.62%. Terakhir di bulan September yaitu nilai terbesar di kelas kebasahan sedang dengan luasan sebesar 15,835.56 ha atau sekitar 65.66% dan terkecil yaitu di kelas kebasahn tinggi dengan luasan 504.42 ha atau sekitar 2.09%.

Analisis Indeks Kekeringan Lahan Sawah Metode NDDI

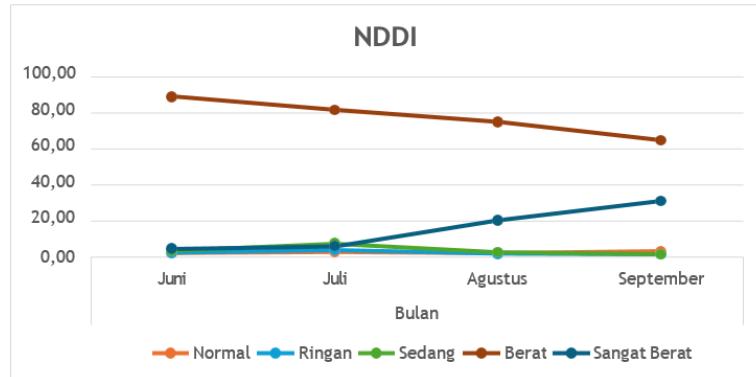
Pada penentuan kekeringan lahan sawah berbasis penginderaan jauh menggunakan algoritma NDDI, dilakukan untuk mengetahui tingkat atau kelasan kekeringan lahan sawah tersebut. pada proses sebelumnya yaitu pengolahan dan perhitungan NDVI dan NDWI yang menghasilkan uji akurasi nilai diatas 85% artinya proses pengolahan NDDI bisa dilakukan. Nilai hasil uji akurasi dengan *Overall Accuracy* (OA) sebesar 85 % keatas dan *Kappa Accuracy* (KA) 0,81 atau 80 % keatas yang masuk ke kategori *Almost Perfect Agreement* pada kesesuaian akurasi kappa (Muhammad A M, 2017). Pemodelan NDDI dilakukan dengan menggunakan platform GEE yang merupakan pemrosesan berbasis awan untuk pemantauan dan analisis berskala besar. Pemodelan NDDI dilakukan dengan menggunakan hasil algoritma NDVI dan hasil NDWI yang kemudian bisa dilakukan perhitungan NDDI. Pemodelan NDDI dilakukan dengan menggunakan rumus $(NDVI-NDWI)/(NDVI+NDWI)$. Hasil validasi NDWI menunjukkan tingkat akurasi sebesar 88% dengan sampel benar berjumlah 44 dan sampel salah berjumlah 6.



Gambar 4. Grafik Hasil NDDI Bulan Juni-September 2023

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

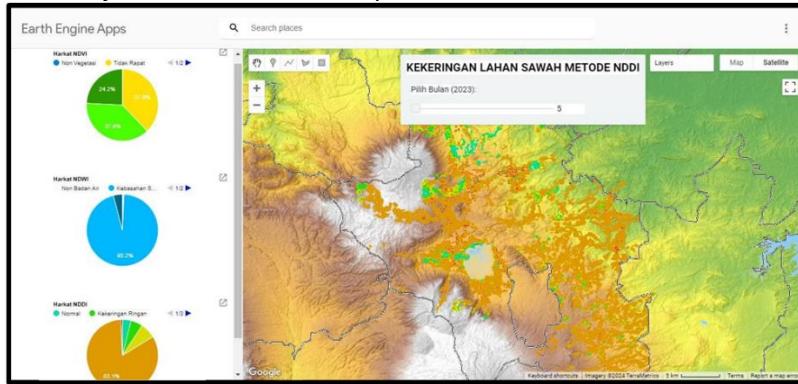
Pada bulan Juni, kondisi kekeringan di wilayah yang dianalisis menunjukkan hasil yang signifikan. Kelas dengan nilai tertinggi adalah kelas kekeringan berat, yang mencakup area seluas 21.359,86 hektar, atau sekitar 88,56% dari total area yang diperiksa. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah mengalami kekeringan yang sangat parah pada bulan tersebut. Sebaliknya, kelas dengan nilai terendah adalah kekeringan normal, dengan luasan hanya 487,25 hektar, atau sekitar 2,02%. Ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar wilayah mengalami kekeringan berat, ada sebagian kecil area yang masih mengalami kondisi kekeringan normal. Memasuki bulan Juli, meskipun terdapat penurunan luas area kekeringan berat, tetap menjadi kelas dengan nilai tertinggi. Luasan area kekeringan berat mencapai 19.570,61 hektar atau sekitar 81,14% dari total area, menunjukkan bahwa kekeringan berat masih mendominasi. Luasan kekeringan normal sedikit meningkat menjadi 581,00 hektar atau sekitar 2,41%, namun tetap merupakan kelas dengan nilai terendah. Pada bulan Agustus, kondisi kekeringan mulai menunjukkan perubahan, dengan kelas kekeringan berat masih mendominasi dengan luasan 17.964,44 hektar atau sekitar 74,48%. Namun, terdapat sedikit penurunan dibandingkan bulan-bulan sebelumnya. Kelas dengan nilai terendah pada bulan ini adalah kekeringan ringan, yang meliputi area seluas 330,41 hektar atau sekitar 1,37%. Ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar wilayah masih mengalami kekeringan berat, ada peningkatan area yang mengalami kekeringan ringan. Di bulan September, tren kekeringan berat masih berlanjut dengan luas area mencapai 15.537,88 hektar atau sekitar 64,42%. Kelas kekeringan ringan menjadi kelas dengan nilai terendah, dengan luas 238,26 hektar atau sekitar 0,99%. Penurunan luas area kekeringan berat dari bulan sebelumnya menunjukkan adanya kemungkinan perbaikan kondisi, meskipun kekeringan berat masih merupakan masalah utama. Secara keseluruhan, dari bulan Juni hingga September, kelas kekeringan berat selalu mencatatkan nilai tertinggi, menunjukkan bahwa kekeringan berat merupakan masalah yang konsisten selama periode tersebut. Sebaliknya, kelas kekeringan ringan selalu memiliki nilai terendah, menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan dalam area kekeringan ringan di beberapa bulan, jumlah area tersebut tetap relatif kecil dibandingkan dengan kelas kekeringan berat.



Gambar 5. Kekeringan Lahan Sawah Metode NDDI Bulan Juni-September 2023

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Berdasarkan gambar 5 diatas menunjukkan grafik yang menunjukkan garis per kelas NDDI dari bulan Juni hingga September yang menunjukkan 3 kelas tidak mengalami perubahan yang besar dan 2 kelas mengalami perubahan yang signifikan. Pada kelas normal mengalami kenaikan dari bulan Juni dengan nilai 1,60% menjadi 5,34% pada bulan September. Kemudian kelas kekeringan ringan tidak terlalu berubah yaitu dengan rata – rata di nilai 1,2%. Kemudian pada kelas kekeringan sedang mengalami penurunan yang tidak terlalu jauh, yaitu diawal bulan Juni dengan nilai 2,33% menjadi 1,07 di bulan September. Kemudian pada kelas kekeringan berat mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu di bulan Juni dengan nilai 86,70% menjadi 59,86% di bulan September. Kemudian di kelas kekeringan sangat berat mengalami peningkatan cukup signifikan dari bulan Juni dengan nilai 7,87% menjadi 32,54% di bulan September.



Gambar 6. Web GIS Kekeringan Lahan Sawah Metode NDDI

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Gambar tersebut merupakan Web GIS yang dibuat menggunakan platform Google Earth Engine bertujuan untuk melihat pemantauan kekeringan lahan sawah berbasis penginderaan jauh melalui web dari rentang waktu bulan Mei sampai Oktober 2023. Web GIS ini dapat diakses melalui:

<https://regasyahrul.users.earthengine.app/view/kekeringan-lahan-sawah-metode-nddi>.

Sebaran Embung Pertanian di Kabupaten Semarang

Embung pertanian merupakan sebuah bangunan yang dapat difungsikan sebagai irigasi lahan tada hujan, memenuhi kebutuhan air bersih, dan tempat pemeliharaan ikan (BPSI Lingkungan Pertanian, 2024). Embung juga dapat difungsikan sebagai sumber irigasi pada lahan pertanian yang membutuhkan air yang banyak. Salah satunya lahan sawah dengan kondisi lahan yang cukup sempit dapat diusahakan pada lokasi yang mudah mendapatkan aliran air yang cukup (Banowati, 2010). Lokasi embung pertanian di Kabupaten Semarang tersebar di berbagai Kecamatan, terutama di daerah yang rawan kekeringan dan memiliki lahan pertanian yang luas. Kecamatan yang memiliki embung yaitu Kecamatan Bancak, Bandungan, Banyubiru, Bawen, Bergas, Bringin, Pringapus, Susukan, Ungaran Barat, Pabelan, dan Tengaran. Pada Kecamatan Ungaran Barat dan Bawen terletak di pusat administrasi Kabupaten Semarang, daerah ini memiliki beberapa embung untuk mendukung pertanian padi. Kemudian kecamatan Bringin, Pringapus, Bancak, Susukan, Tengaran, Pabelan dikenal dengan lahan pertanian yang cukup luas. Embung di daerah ini digunakan untuk mendukung irigasi tanaman padi. Kemudian ada Kecamatan Banyubiru dan Bandungan memiliki topografi yang bervariasi, dengan pembangunan embung di lereng bukit untuk mengumpulkan air hujan dan dialirkan ke lahan sawah. Tidak semua kecamatan di Kabupaten Semarang memiliki embung pertanian, ada kecamatan yang memiliki namun

rusak atau jebol akibat waktu dan tidak terurus. Berikut merupakan gambar embung pertanian yang masih berfungsi dan yang tidak berfungsi.

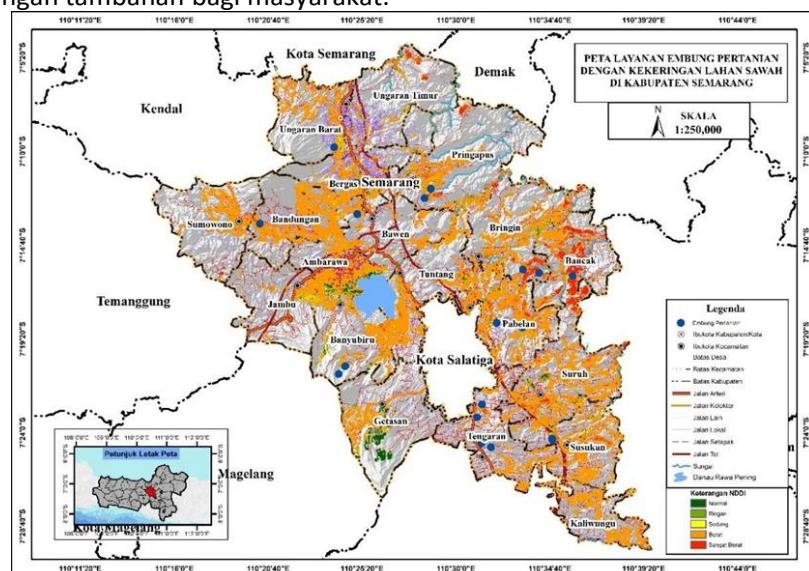


Gambar 6. Kondisi Embung Pertanian di Kabupaten Semarang

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2024

Kapasitas embung tentunya di setiap kecamatan memiliki kapasitas yang berbeda-beda tergantung dari kebutuhan irigasi dan kondisi geografis. Kapasitas embung bervariasi, rata-rata sekitar 800 m³, dengan kapasitas terendah 384 m³ dan tertinggi 3750 m³. pada pendistribusian embung yang memiliki rata – rata seluas 24 hektar, pendistribusian tertinggi yaitu seluas 50 hektar yaitu embung kalimandu yang terletak di Desa Candi Kecamatan Bandungan, sedangkan embung dengan pendistribusian terendah yaitu sebesar 10 hektar yang berada di embung kenteng I di Desa Kenteng Kecamatan Susukan. Desain embung juga beragam, mulai dari tanggul tanah tradisional hingga beton modern dan geomembran untuk mengurangi kebocoran. Ketika embung mulai mengalami pembocoran, maka dilakukan pembendungan sementara dengan menggunakan karung pasir agar air dapat mengairi sawah dengan optimal (Hanafi et al., 2019).

Penyimpanan Air dan Penggunaan Selama Musim Kemarau, embung dapat terisi penuh dalam waktu 2-4 minggu selama musim penghujan dan dapat menyimpan air hingga 3 bulan pada musim kemarau. Air digunakan secara bertahap untuk mengairi sawah sekitar 5-10 hektar. Embung dapat menurangi kekurangan air pada musim kemarau, sehingga lahan tada hujan tetap dapat ditanami dan produktif. Hal ini dibuktikan bahwa embung minimal mampu mengurangi kekurangan air selama musim kemarau (Kristiyanto et al., 2021). Kemudian masyarakat dapat memanfaatkan sumber air yang ada secara efektif dan efisien dengan menggunakan embung. Hal ini dapat membantu mengurangi dampak kekeringan dan meningkatkan daya adaptasi masyarakat terhadap perubahan iklim. Tidak hanya itu embung juga dapat dikembangkan sebagai sumber pangan dan ekonomi, seperti dapat digunakan untuk budidaya ikan dan tanaman sayuran, sehingga menjadi sumber pangan tambahan bagi masyarakat.



Gambar 7. Peta Sebaran Embung Pertanian di Kabupaten Semarang

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Efektivitas Embung Terhadap Kekeringan Lahan Sawah

Efektivitas embung diukur dari cakupan layanan embung terhadap lahan sawah, yaitu perbandingan antara luas lahan sawah yang mendapat distribusi air dari embung dan total luas lahan sawah target. Nilai efektivitas menunjukkan seberapa besar embung dapat membantu mengurangi kekeringan di lahan pertanian. Nilai efektivitas dapat dihitung menggunakan rumus indeks layanan, yaitu $IL = (\text{Luas sawah teraliri} / \text{Luas sawah target}) \times 100\%$. Hasilnya kemudian diklasifikasikan menurut Wahyuni (2007) yang telah dilakukan modifikasi yaitu kelas sangat efektif (>75%), kelas efektif (60-75%), kelas cukup efektif (45-60%), kelas kurang efektif (31-45%), dan kelas tidak efektif (<=30%). Nilai efektivitas embung dapat dikatakan baik apabila embung dapat menampung volume air dalam jumlah relatif besar serta dapat mengairi areal yang luas (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2017). Efektivitas embung ini tentunya dipengaruhi oleh faktor lokasi yang dipilih dengan baik serta status lahan yang sesuai (Hazliansyah, 2017). Data yang diperoleh menunjukkan bahwa efektivitas embung pertanian terhadap kekeringan sangat terbatas. Hampir rata-rata kecamatan di Kabupaten Semarang memiliki kapasitas air yang kecil dan distribusi yang tidak memadai, sehingga tidak mampu secara signifikan mengurangi dampak kekeringan pada lahan sawah. Ditambah dengan Kecamatan lain yang tidak memiliki embung aktif yang bisa digunakan menambah kurangnya upaya mengatasi kekeringan.

Tabel 1. Efektifitas Embung Terhadap Kekeringan Lahan Sawah

No	Kecamatan (a)	Luas Lahan Sawah (Ha) (b)	NDDI		Lokasi Embung (Desa) (d)	Kapasitas (m ³) (e)	Distribusi (Ha) (f)	Efektivitas Embung (%)	
			Kekeringan Berat dan Sangat Berat (c)	Lahan Sawah (f*b/100)				Kekeringan Berat dan Sangat Berat (f*c/100)	
1	Bancak	1485.02	1339.98	Rejosari	3750	12.05	0.81	0.90	
2	Bandungan	1570.25	1558.74	Desa Candi	525	50	3.18	3.21	
3	Banyubiru	1357.03	1125.02	Sepakung	512	15	2.95	3.56	
				Sepakung	1200	25			
4	Bawen	903.99	870.25	Harjosari	691.2	34.55	3.82	3.97	
5	Bergas	1058.56	1008.93	Bergas Kidul	675	31	2.93	3.07	
6	Bringin	2065.37	1948.92	Truko	800	15	1.69	1.80	
				Truko	800	20			
7	Pringapus	1328.88	1270.50	Jatirunggo	384	13.67	2.08	2.18	
				Jatirunggo	384	14.03			
8	Susukan	1794.86	1717.29	Kenteng	681.4	10	1.98	2.07	
				Desa Kenteng	642.85	25.5			
9	Ungaran Barat	1035.35	1007.05	Gogik	553.5	50	4.83	4.96	
10	Pabean	2366.09	2285.99	Segiri	800	22	1.78	1.84	
				Jembrak	800	20			
				Karangduren	500	28			
11	Tengaran	755.04	737.17	Regunung	450	25	13.64	13.97	
				Tegalwaton	450	25			
				Klero	600	25			
Total Luas (Ha)		15720.45	14869.86			Rata Rata	3.61	3.77	

Sumber: Hasil Pengolahan, 2024

Pada tabel 1 menunjukkan hasil analisis mengenai luasan kekeringan lahan sawah dan efektivitas embung pertanian terhadap kekeringan lahan sawah di Kabupaten Semarang. Data pada tabel tersebut mengungkapkan efektivitas embung berdasarkan persentase, yang mengukur dampak embung terhadap keseluruhan lahan sawah serta pada kelas kekeringan berat dan sangat berat. Berdasarkan hasil analisis, Kabupaten Semarang menunjukkan dominasi kekeringan berat dan sangat berat. Peneliti fokus pada dua kelas kekeringan ini karena prevalensi yang tinggi di daerah tersebut. Dari data yang tersedia, kecamatan Tengaran menunjukkan persentase tertinggi dalam hal efektivitas embung pada lahan sawah, dengan nilai 13,64%. Ini berarti bahwa embung di Kecamatan Tengaran memberikan kontribusi yang lebih besar dalam mengurangi

kekeringan dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Sebaliknya, kecamatan Bancak mencatatkan persentase terendah dalam efektivitas embung, yakni 0,81%, menunjukkan bahwa embung di wilayah ini kurang efektif dalam mengatasi masalah kekeringan pada lahan sawah.

Nilai rata-rata efektivitas embung secara keseluruhan di seluruh Kabupaten Semarang mencapai 3,61%. Ketika fokus diarahkan pada kelas kekeringan berat dan sangat berat, efektivitas embung menunjukkan hasil yang sedikit lebih baik. Di sini, kecamatan Tengaran juga memimpin dengan nilai 13,97%, yang mencerminkan efektivitas embung yang lebih tinggi dalam mengatasi kekeringan berat dan sangat berat. Di sisi lain, Kecamatan Bancak masih menunjukkan angka terendah dengan efektivitas embung sebesar 0,90%, yang menunjukkan perlunya peningkatan dalam sistem pengelolaan embung di daerah ini. Secara keseluruhan, rata-rata efektivitas embung di Kabupaten Semarang untuk kelas kekeringan berat dan sangat berat mencapai 3,77%. Angka ini mencerminkan bahwa secara umum, efektivitas embung di tingkat kabupaten masuk kedalam kelas tidak efektif (Wahyuni, 2007). Meskipun ada beberapa kemajuan di kecamatan tertentu, data ini mengindikasikan bahwa embung pertanian yang ada saat ini dapat dikatakan tidak efektif dalam mengatasi kekeringan di tingkat kecamatan maupun kabupaten.

Kesimpulan

Kekeringan lahan sawah menggunakan metode NDDI di Kabupaten Semarang pada bulan Juni hingga September 2023 didominasi oleh kelas kekeringan berat dengan rata – rata sekitar 18.012,44 hektar. Bulan Juni merupakan kelas kekeringan berat terbesar yaitu seluas 20.917,21 hektar. Kecamatan dengan kelas kekeringan berat tertinggi yaitu berada di Kecamatan Suruh dengan luasan 2.329,9 hektar dan Kecamatan dengan kelas kekeringan berat tertinggi yaitu berada di Kecamatan Bancak seluas 593,65 hektar. Embung pertanian tersebar di berbagai kecamatan di Kabupaten Semarang, terutama kecamatan yang memiliki daerah kekeringan yang tinggi. Rata – rata embung pertanian di Kabupaten Semarang memiliki kapasitas sebesar 800 m³, dengan pendistribusian rata – rata ke lahan sawah seluas 24 hektar. Embung mempu menampung air sekitar 2 sampai 3 bulanan. Pada kekeringan berat dan sangat berat tingkat keefektivitas embung rata – rata nilai 3,77%, sedangkan untuk rata – rata lahan sawah tingkat keefektivitas sebesar 3,61%. Dengan demikian upaya mengurangi kekeringan lahan sawah dengan embung pertanian menunjukkan hasil yang tidak efektif dalam mengatasi kekeringan pada tingkat Kecamatan maupun Kabupaten. Oleh karena itu, pemerintah Kabupaten Semarang perlu terus memperbanyak pembangunan embung pertanian. Langkah-langkah yang harus diambil termasuk pemilihan lokasi embung yang strategis berdasarkan status lahan dan tingkat kekeringan, serta peningkatan volume kapasitas embung agar dapat mengairi area sawah yang lebih luas. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas embung pertanian terhadap kekeringan lahan sawah, sehingga memberikan manfaat yang lebih besar bagi pertanian di Kabupaten Semarang.

Daftar Pustaka

- Alonso, L., Picos, J., & Armesto, J. (2021). Forest land cover mapping at a regional scale using multi-temporal sentinel-2 imagery and rf models. *Remote Sensing*, 13. <https://doi.org/10.3390/rs13122237>
- Andini, S. W., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2018). Analisis sebaran vegetasi dengan citra satelit sentinel menggunakan metode NDVI dan segmentasi. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 14–24.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Semarang. (2021). BUKU PETA RISIKO BENCANA KABUPATEN SEMARANG TAHUN 2021-2025.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang. (2023). Kabupaten Semarang Dalam Angka 2023
- Banowati, E. (2010). Pola Tanam dan Ketersediaan Sumber Daya Pangan di Kawasan Hutan Muria (Khm). *Forum Ilmu Sosial*, 37(2).
- BPSI Lingkungan Pertanian. (2024). Teknologi Embung untuk Adaptasi Perubahan Iklim. Balai Pengujian Standar Instrumen Lingkungan Pertanian.
- Claverie, M., Ju, J., Masek, J. G., Dungan, J. L., Vermote, E. F., Roger, J. C., Skakun, S. V., & Justice, C. (2018). The Harmonized Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. *Remote Sensing of Environment*, 219, 145–161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.09.002>
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2017). Pedoman Teknis Pengembangan Embung Pertanian.
- Febriarta, E., Oktama, R., Purnama, S., Sumber, F. T., Alam, D., & Yogyakarta, T. (2020). Analisis Daya Dukung Lingkungan Berbasis Jasa Ekosistem Penyediaan Pangan dan Air Bersih di Kabupaten Semarang. *Geomedia*, 18(1), 12-24.
- Fuadi, D., Suharjo, S., Ratih, K., Utami, R. D., & Sarbini, D. (2020). Pengembangan Dewi Menari sebagai Desa Wisata Tanon Lereng Gunung Telomoyo di Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. *Buletin KKN Pendidikan*, 2(1), 28-36.

- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27.
- Hanafi, F., Juhadi, J., Iryanthony, S. B., Hakeem, A. R., Rahmadewi, D. P., & Fitriyani, F. (2019). Strategi Pengelolaan Kekeringan Masyarakat Sub DAS Bompon di Lereng Kaki Vulkanik Pegunungan Sumbing. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografin*, 16(1).
- Hazliansyah. (2017). Embung Antisipasi Perubahan Iklim untuk Usaha Pertanian. *Republika*.
- Iswari, A. R., & Nugraha, A. L. (2017). Analisis Fluktuasi Produksi Padi Akibat Pengaruh Kekeringan di Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 233-242.
- Kristiyanto, K., Septiani, S., & Zulkarnain, I. (2021). Pemanfaatan Sistem Embung Sebagai Sumber Air dan Pangan Keluarga di Desa Cikalang Tasikmalaya Jawa Barat. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 5(2), 191. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i2.41255>
- LAPAN. (2018). SENTINEL 2 Citra Satelit Resolusi Menengah. PUSTEKDATA - LAPAN. https://inderajacatalog.lapan.go.id/application_data/default/pages/about_Sentinel-2.html
- Latue, P. C., Rakuasa, H., & Sihasale, D. A. (2023). Analisis Kerapatan Vegetasi Kota Ambon Menggunakan Data Citra Satelit Sentinel-2 dengan Metode MSARVI Berbasis Machine Learning pada Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 68–77. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.270>
- Mamenun, M., & Wati, T. (2019). Analisis Karakteristik Kekeringan Lahan Padi Sawah di Wilayah Utara Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 43-57.
- Muhammad, A. M., Rombang, J. A., & Saroinsong, F. B. (2016, February). Identifikasi jenis tutupan lahan di kawasan KPHP Poigar dengan metode maximum likelihood. In *Cocos* (Vol. 7, No. 2).
- Pamungkas, G. B. (2023). Analisis Kekeringan Berbasis Remote Sensing dengan Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI) secara Multi-Years. *REKSABUMI*, 2(2), 139-150.
- Pariamanda, S., Sukmono, A., & Haniah, H. (2016). Analisis kesesuaian lahan untuk perkebunan kopi di kabupaten semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 116-124.
- Sukmono, A., Rahman, F., & Yuwono, B. D. (2017). Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh untuk Deteksi Kekeringan Pertanian Menggunakan Metode Normalized Difference Drought Index di Kabupaten Kendal. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografin*, 14(2), 57-65.
- Wahyuni, M. M. (2007). indikator cakupan pelayanan untuk menilai kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Studi Kasus Kabupaten Sleman Tahun 2000-2004. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.