

Analisis Sebaran Tingkat Kelembapan Tanah terhadap Lahan Sawah di Kabupaten Pati Menggunakan Citra Landsat 8 dan 9

Izzah Zakiyatur Rahmah, Yudo Prasetyo, Nurhadi Bashit

Masuk: 12 11 2023 / Diterima: 20 02 2024 / Dipublikasi: 30 06 2024

Abstract Soil moisture information is essential because it is related to optimizing the use of rice fields, which can impact farming activities. The rice fields of Pati Regency are spread across the highlands, lowlands, and areas close to the coast, which show different levels of soil moisture. This research aims to see the extent of the identification of soil moisture using images and how the distribution of soil moisture in rice fields in Pati Regency. Estimating soil moisture conditions using Normalized Difference Moisture Index (NDMI) algorithms by utilizing NIR waves (Near Infrared) and SWIR (Shortwave Infrared). The image processing results show that the soil moisture level in Pati Regency is always dry in the southern part of Pati during the dry season, which is influenced by factors such as the distance from the river and the available rainfall. Field validation was carried out with a hygrometer, and 83 of the 84 points corresponded to actual soil moisture conditions. The results of simple linear regression obtained the coefficient of determination (Multiple R-squared) of 72%, so the NDMI algorithm can be used to detect soil moisture in rice fields. It is essential to pay attention to the research time, not only during the dry season, and to adjust the planting calendar for paddy fields.

Keywords: Soil Moisture; Paddy Fields; Landsat 8/9; NDMI

Abstrak Informasi kelembapan tanah sangat penting karena berkaitan dengan optimalisasi penggunaan lahan sawah yang dapat berdampak pada aktivitas bercocok tanam. Lahan sawah Kabupaten Pati tersebar pada wilayah dataran tinggi, dataran rendah, dan daerah dekat dengan pesisir yang menunjukkan tingkat kelembapan tanah berbeda-beda. Tujuan penelitian ini adalah melihat sejauh mana identifikasi kelembapan tanah menggunakan citra dan bagaimana sebaran kelembapan tanah pada lahan sawah di Kabupaten Pati. Pendugaan kondisi kelembapan tanah menggunakan algoritma *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) dengan memanfaatkan gelombang NIR (*Near Infrared*) dan SWIR (*Shortwave Infrared*). Hasil pengolahan citra menunjukkan tingkat kelembapan tanah di Kabupaten Pati selalu kering di Pati bagian selatan pada musim kemarau di mana sesuai dengan faktor yang memengaruhi yaitu jarak dari sungai serta curah hujan yang ada. Dilakukan validasi lapangan dengan *hygrometer* sebanyak 83 dari 84 titik sesuai dengan kondisi kelembapan tanah sebenarnya. Hasil regresi linier sederhana diperoleh koefisien determinasi (*Multiple R-Squared*) sebesar 72%, sehingga algoritma NDMI dapat digunakan mendeteksi kelembapan tanah dalam lahan sawah. Perlu diperhatikan terkait waktu penelitian tidak hanya pada musim kemarau saja dan menyesuaikan kalender tanam pada lahan sawah.

Kata kunci: Kelembapan Tanah; Lahan Sawah; Landsat 8/9; NDMI

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



1. Pendahuluan

Kelembapan tanah (*soil moisture*) merupakan salah satu faktor penting yang fundamental dalam bidang pertanian. Kelembapan tanah perlu diperhatikan karena berkaitan dengan optimalisasi penggunaan suatu lahan terutama lahan pertanian. Kelembapan tanah mempengaruhi tingkat kesuburan dari suatu tanaman terutama tanaman pada penggunaan lahan pertanian dan perlu diperhatikan agar tanaman tumbuh dengan baik serta menghasilkan panen yang optimal. Lahan pertanian membutuhkan tingkat kelembapan tanah tertentu, apabila kelembapan tanah rendah dapat mempengaruhi rendemen dan mutu hasil panen bahkan terindikasi mengalami kekeringan (Setyawan et al., 2018).

Kelembapan tanah dapat digunakan untuk menentukan tanggal tanam yang tepat, perencanaan pengairan atau irigasi yang baik dan efektif dalam lahan sawah, pengelolaan maupun penanggulangan hama pada tanaman, serta memprediksi perolehan hasil pertanian (Chaudhary et al., 2022). Menurut data Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Jawa Tengah tahun 2019, Kabupaten Pati merupakan salah satu Kabupaten yang berkontribusi dalam bidang pertanian di mana menjadi daerah penghasil padi tertinggi ke-lima di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Pati memiliki letak yang strategis dan kondisi alam yang baik dan berpotensi besar dalam bidang

pertanian. Akan tetapi, pengelolaan lahan pertanian di Kabupaten Pati belum maksimal karena pada musim kemarau sering terjadi kekeringan sehingga mengakibatkan tidak adanya aktivitas menanam padi di lahan sawah.

Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mencatat bahwa terdapat sebanyak 384 kawasan di Kabupaten Pati termasuk dalam wilayah rawan bencana kekeringan di sepanjang tahun 2018-2021. Pada bulan Agustus 2023, sebanyak 11.200 hektare area persawahan tidak dapat ditanami.

Identifikasi kelembapan tanah menggunakan citra Landsat 8-9 didasarkan pada indeks spektral yang berhubungan dengan perubahan kandungan air tanah. Sensor OLI/OLI-2 pada Landsat 8-9 berperan dalam memetakan karakteristik kelembapan tanaman dan tanah, serta kualitas air di lahan basah, sungai, dan pesisir (Young et al., 2017). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk identifikasi dan estimasi kelembapan tanah menggunakan citra Landsat 8-9 yaitu NDMI (*Normalized Difference Moisture Index*), di mana dapat mendeteksi kelembapan suatu tanah sebagai indikator kualitas tanah (Bidgoli et al., 2020). Menurut (Lobell dan Asner, 2002), indeks NDMI menggunakan *band* SWIR pada Landsat dapat menyediakan informasi kelembapan permukaan tanah. Sehingga, nilai NDMI memungkinkan interpretasi identifikasi langsung kelembapan suatu area lahan pertanian (Mihai dan Horoias, 2022). Berdasarkan penelitian (Cahyono et al., 2022), deteksi kelembapan tanah dengan menggunakan algoritma SAVI dan NDMI diperoleh korelasi linear

antara SAVI atau NDMI dengan kelembapan tanah hasil data lapangan.

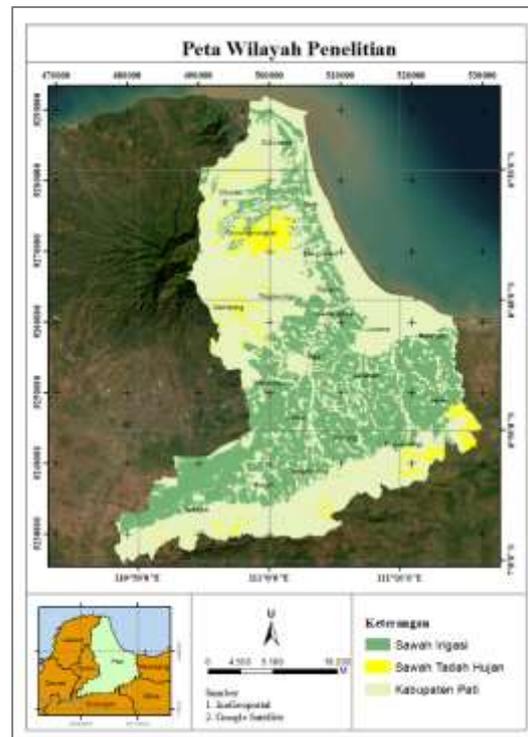
Kondisi kelembapan tanah perlu dipantau secara berkala agar dapat mendeteksi lahan pertanian mana yang berpotensi mengalami kekeringan (Balai et al., 2016). Pemantauan kelembapan tanah lebih efektif serta efisien dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, karena data yang digunakan berupa data digital yang dapat mencakup wilayah yang luas. Metode yang dapat digunakan yaitu NDMI (*Normalized Difference Moisture Index*) di mana dapat mendeteksi kelembapan suatu permukaan lahan (Cahyono, et al., 2022). Sehingga, indeks NDMI dapat digunakan untuk memantau tingkat kelembapan tanah pada sawah (Mihai dan Horoias, 2022).

2. Metode

Kajian Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Pati, Jawa Tengah, Indonesia. Secara geografis, wilayah Kabupaten Pati terletak di antara 6°25'-7°00' Lintang Selatan dan 100°50'-111°15' Bujur Timur. Menurut Pemerintah Kabupaten Pati, Kabupaten Pati memiliki letak strategis karena berada di lintasan Jalur Pantura yang menghubungkan kota-kota besar yang ada di Pulau Jawa. Kabupaten Pati

termasuk salah satu dalam Wilayah Pengembangan Wanarakuti yang memiliki tema pembangunan yang mengunggulkan sektor industri pengolahan dan pariwisata terpadu berupa alam dan budaya yang didukung oleh sektor agrominapolitan (pertanian dan perikanan), di mana Kabupaten Pati merupakan pusat kegiatan pertanian, perikanan dan industri.



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

Data	Keterangan
Citra Landsat	Akuisisi: Landsat 9 119/065 24 Agustus 2023; Landsat 9 119/065 5 Agustus 2022; dan Landsat 8 119/065 26 Agustus 2021 dengan resolusi spasial 30 x 30 meter diunduh melalui Earth Explorer USGS
Citra SPOT-6	Data citra SPOT-6 dengan resolusi spasial 1,5 x 1,5 meter diperoleh dari BRIN untuk uji geometrik

Batas Administrasi Kabupaten Pati	Skala 1:50.000 dari Badan Informasi Geospasial (BIG)
Data sungai	Didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang (DPUTR) Kabupaten Pati
Kelembapan Tanah	Hasil pengukuran lapangan menggunakan alat <i>hygrometer</i>
Peta RBI Kabupaten Pati	Data dari <i>website</i> tanah.air.indonesia.go.id dengan skala 1:25.000

Normalized Difference Moisture Index (NDMI)

Metode yang digunakan yaitu algoritma *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) yang dapat dipergunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah (Cahyono et al., 2022). NDMI memanfaatkan nilai tengah spektral dari gelombang elektromagnetik berupa NIR (*near infrared*) dan SWIR (*shortwave infrared*). NIR digunakan untuk identifikasi vegetasi dan kandungan biomassa, sedangkan SWIR dapat mengidentifikasi kelembapan suatu vegetasi maupun kelembapan tanah. Nilai rentang indeks NDMI yaitu mempunyai nilai antara -1 sampai dengan +1 (Cahyono et al., 2022). Apabila NDMI bernilai rendah maka menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat kelembapan yang rendah, begitu sebaliknya. Perhitungan NDMI dapat menggunakan rumus dari (USGS, 2023) seperti pada persamaan (1).

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$

Keterangan:

NIR = *Near infrared* pada band 5

SWIR = *Shortwave infrared* band 6

Berdasarkan penelitian (Mimić et al., 2022), kelas kelembapan tanah berdasarkan NDMI diidentifikasi

berdasarkan *specific threshold* seperti ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Klasifikasi NDMI

Kelas	Nilai NDMI
Sangat Kering	NDMI ≤ 0
Kering	0 < NDMI ≤ 0,2
Basah	0.2 < NDMI ≤ 0.4
Sangat Basah	NDMI > 0.4

Validasi Kelembapan Tanah

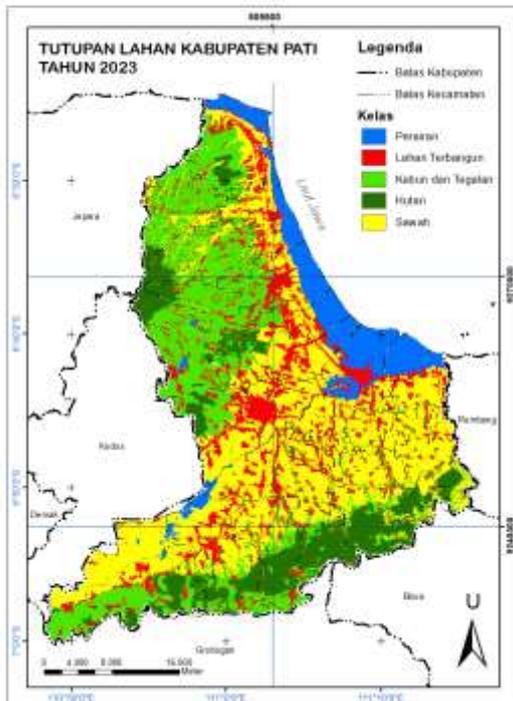
Validasi nilai kelembapan tanah dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat *hygrometer* yang telah dikalibrasi. Penentuan titik validasi secara acak terpilih (*stratified random sampling*) berdasarkan kelas kelembapan yang diperoleh dari pengolahan citra dengan mengambil titik pengukuran pada masing-masing kecamatan yang ada di Kabupaten Pati.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian Cahyono pada tahun 2022, algoritma NDMI dapat digunakan untuk menunjukkan nilai kelembapan tanah pada lahan perkebunan tebu yang dibandingkan dengan hasil data *in-situ* dan diperoleh koefisien linear sebesar 94,6%. Hal ini berarti algoritma NDMI juga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai kelembapan tanah pada lahan sawah. Sehingga pada penelitian ini

menggunakan algoritma NDMI untuk mendeteksi sebaran tingkat kelembapan tanah yang dihubungkan dengan data kelembapan hasil pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat *hygrometer*.

Dilakukan klasifikasi terbimbing untuk memetakan kelas yang terdapat di Kabupaten Pati. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan, Kabupaten Pati didominasi oleh kelas sawah yang tersebar di dataran rendah, dataran tinggi, dan daerah dekat pesisir ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tutupan Lahan Kabupaten Pati Tahun 2023

Diperoleh presentase pada tahun 2023 luas terbesar berada pada kelas sawah sebesar 35,53% dengan luas 55.852,00 Ha. Presentase luas terbesar kedua berada pada kelas kebun dan tegalan sebesar 27,26% dengan luas 42.857,30 Ha. Presentase

luas terbesar ketiga pada kelas pemukiman dan lahan terbangun sebesar 15,14% dengan luas 23.806,85 Ha. Kelas hutan sebesar 12,93% dengan luas 20.314,66 Ha, kelas perairan sebesar 9,12% dengan luas 14.337,36 Ha.

Analisis Spektral NDMI

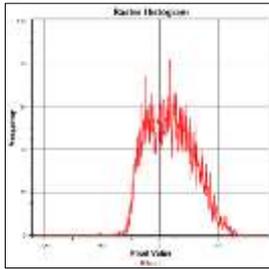
Pendugaan kelembapan tanah dengan algoritma NDMI memanfaatkan sensor citra satelit Landsat 8-9 berupa saluran spektral *Near Infrared* (NIR) dan *Short Infrared* (SWIR). Nilai spektral indeks NDMI antara -1 dan +1. Hasil yang diperoleh dalam pengolahan NDMI pada citra satelit Landsat 8-9 secara temporal pada Kabupaten Pati menunjukkan adanya perubahan nilai spektral citra seperti pada Tabel 3.

Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwasannya tahun 2021 hingga tahun 2023 menunjukkan nilai spektral minimum, maksimum, dan rata-rata tidak jauh berbeda. Nilai rata-rata tertinggi pada tahun 2022 menunjukkan tingkat kelembapan lebih tinggi dari pada kelembapan pada tahun 2021 dan tahun 2023. Nilai spektral negatif menunjukkan tingkat kelembapan rendah.

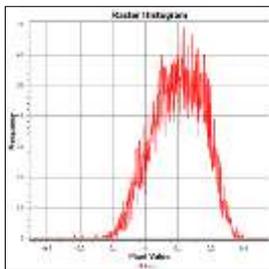
Tabel 3. Nilai Spektral NDMI

Tahun	Min	Maks	Rata-Rata
2021	-0,36	0,36	0,06
2022	-0,35	0,37	0,09
2023	-0,43	0,37	0,03

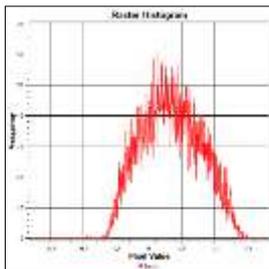
Perubahan nilai spektral citra berdasarkan histogram ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Histogram NDMI Kabupaten Pati Tahun 2021



Gambar 4. Histogram NDMI Kabupaten Pati Tahun 2022



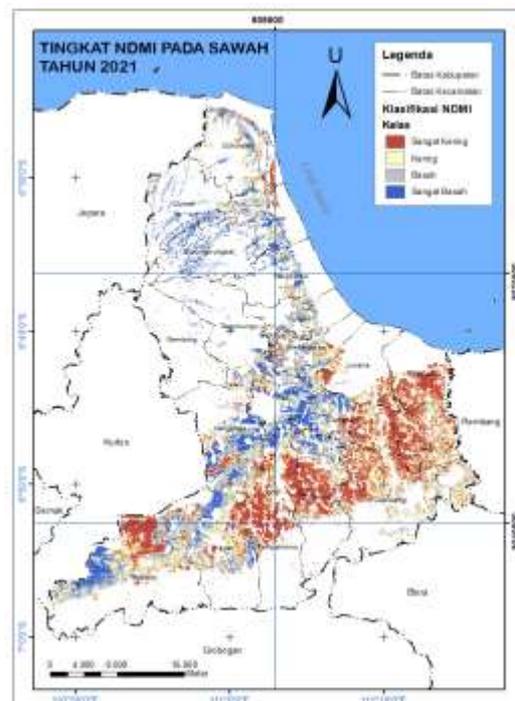
Gambar 5. Histogram NDMI Kabupaten Pati Tahun 2023

Sumbu X pada histogram Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan selisih nilai NDMI, sedangkan sumbu Y menunjukkan frekuensi atau banyaknya data. Berdasarkan nilai spektral tersebut, sehingga diperoleh klasifikasi tingkat kelembapan hasil pengolahan yang terbagi menjadi empat kelas diantaranya sangat kering, kering, basah, dan sangat basah. Kelembapan tanah pada Kabupaten Pati berdasarkan NDMI di tahun 2021 didominasi oleh tingkatan kering seluas 49.487,85 Ha, tahun 2022 didominasi oleh tingkatan

basah seluas 48.703,32 Ha, dan pada tahun 2023 didominasi oleh tingkatan kering seluas 48.146,58 Ha. Tingkatan kelas sangat kering pada tahun 2021 dan 2023 tersebar di wilayah Pati Selatan yang mendominasi pada wilayah sawah. Pola perubahan kelembapan terlihat sangat jelas bahwa pada tahun 2023 tingkat kelembapan berkurang dan teridentifikasi tingkat kelembapan rendah bertambah.

Pola Sebaran Kelembapan Tanah pada Sawah

Secara visualisasi berdasarkan Gambar 6, presentase luas sawah dengan kelembapan tanah kelas sangat basah sebesar 16% dengan luas 9.298,08 Ha. Kelas basah sebesar 25% dengan luas 14.148,63 Ha, kelas kering sebesar 30% dengan luas 17.145,99 Ha, dan kelas sangat kering sebesar 29% dengan luas 16.754,31 Ha.

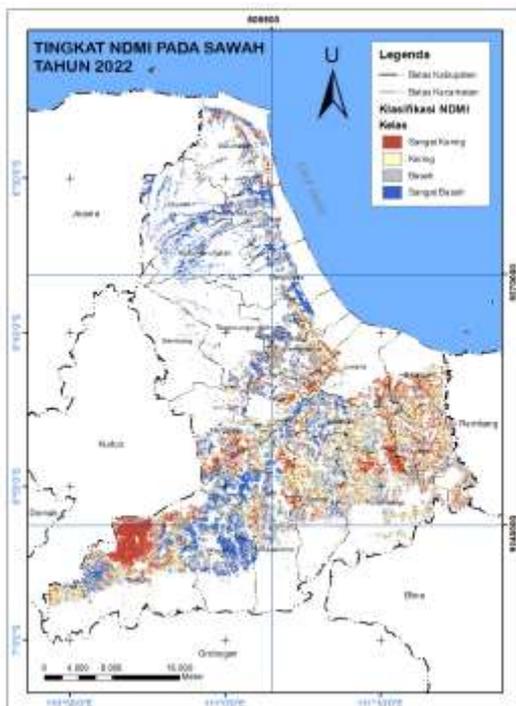


Gambar 6. Kelembapan Berdasarkan NDMI Tahun 2021

Ditunjukkan pada Gambar 6 bahwa di bagian Pati Selatan kelembapan tanahnya rendah terdapat pada 7 kecamatan yang teridentifikasi tingkat kelembapan tanahnya sangat kering diantaranya Kecamatan Batangan, Kecamatan Tambakromo, Kecamatan Jaken, Kecamatan Pucakwangi, Kecamatan Jakenan, Kecamatan Winong, dan Kecamatan Gabus. Kecamatan tersebut kebanyakan adalah sawah tadah hujan, oleh sebab itu pada musim kemarau lahan sawah tingkat kelembapan tanahnya cenderung sangat kering sehingga tidak dapat ditanami padi dengan baik.

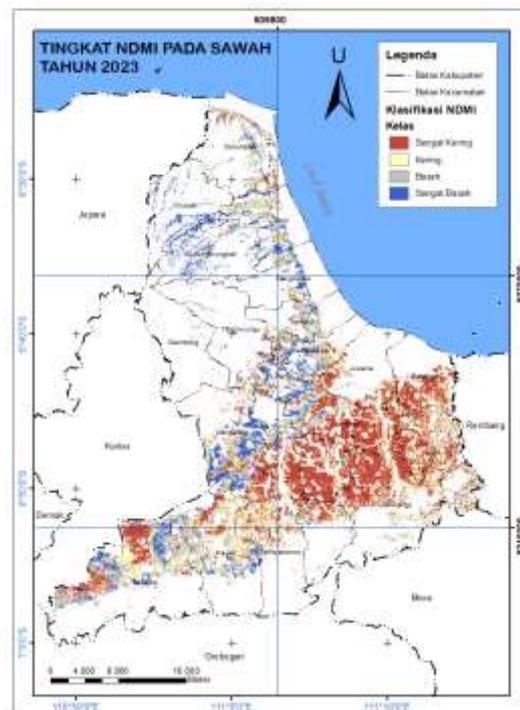
dengan tingkat kelembapan tanah kelas sangat basah sebesar 18% dengan luas 10.506,51 Ha. Tingkat kelembapan tanah kelas basah sebesar 33% dengan luas 18.584,55 Ha, kelas kering sebesar 32% dengan luas 17.847,54 dan kelas sangat kering sebesar 17% dengan luas 9.521,82 Ha.

Bagian Kecamatan Sukolilo sangat mencolok menunjukkan warna merah menunjukkan kelas kelembapan tanah sangat kering pada sawah tersebut dan didapat luasannya sebesar 2.643,48 Ha dari total luas sebesar 7.357,5 Ha.



Gambar 7. Kelembapan Berdasarkan NDMI Tahun 2022

Pada tahun 2022 berdasarkan Gambar 7, tingkat kelembapan tanah lebih tinggi dibandingkan dengan pada tahun 2021 dan tahun 2023. Luas sawah



Gambar 8. Kelembapan Berdasarkan NDMI Tahun 2023

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kelembapan tanah di wilayah pati bagian utara didominasi kelas kelembapan tanah basah, sedangkan di wilayah selatan didominasi kelas sangat kering. Luasan sawah pada kelas

sangat basah sebesar 14%, kelas sangat basah 22%, kelas kering sebesar 33%, dan kelas sangat kering sebesar 31%.

Lahan sawah pada tahun 2023 menunjukkan tingkat kelembapan paling rendah dibandingkan 2 tahun sebelumnya sehingga lahan sawah teridentifikasi mengalami kekeringan yang terdapat pada tujuh kecamatan diantaranya Kecamatan Jakenan, Kecamatan Jaken, Kecamatan Winong, Kecamatan Pucakwangi, Kecamatan Gabus, Kecamatan Tambakromo, dan Kecamatan Batangan.



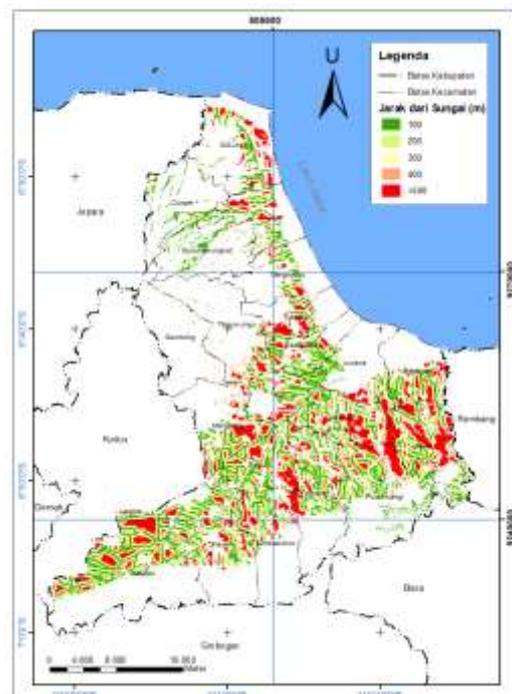
Gambar 9. Presentase Tingkat NDMI Tahun 2021-2023

Presentase luas sawah berdasarkan tingkat NDMI pada tahun 2021 didominasi oleh kelas kering sebesar 30% dan kelas sangat kering sebesar 29%. Tingkat kelembapan terendah terjadi pada sawah di Kecamatan Tambakromo sebesar 93% dari luas sawah di kecamatan tersebut. Presentase pada tahun 2022 didominasi kelas basah sebesar 33%, sedangkan pada tahun 2023 didominasi kelas kering sebesar 33%.

Ketersediaan air di tanah memengaruhi tingkat kelembapan dari suatu tanah yang dipengaruhi oleh beberapa sifat lahan seperti curah

hujan, keberadaan sumber air atau saluran irigasi, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini, untuk melihat perubahan tingkat kelembapan tanah pada lahan sawah dilihat dari keberadaan sumber air berupa jarak sungai terhadap lahan sawah.

Data sungai yang kemudian dilakukan *buffer* untuk dapat menunjukkan sawah yang berdekatan dengan sungai dengan asumsi semakin dekat dengan sungai, maka kelembapan tanah pada lahan sawah semakin tinggi. Berikut hasil jarak sungai terhadap sawah ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Jarak Sawah dari Sungai

Sesuai dengan Gambar 10, terdapat beberapa sawah yang jauh dari sumber perairan berupa sungai. Didapat luasan sawah hasil *buffer* jarak sungai dengan sawah yang dibagi menjadi lima kelas seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas *Buffer* Tiap Kelas Jarak dari Sungai

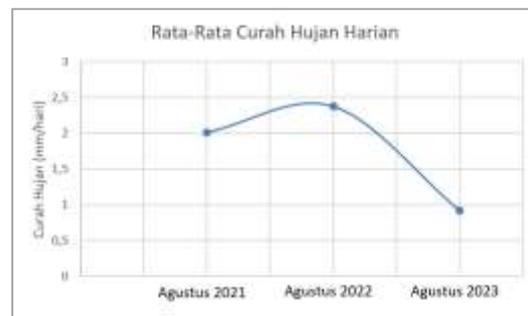
Kelas Jarak Sungai	Luas (Hektare)	Presentase
0 – 100 m	16.301	29,16%
100 – 200 m	12.531	22,42%
200 – 300 m	9.137	16,35%
300 – 400 m	6.269	11,21%
> 500 m	11.662	20,86%

Hasil *buffer* menunjukkan terdapat 20,86% sawah yang berada pada > 500 meter dari sumber pengairan sungai. Sawah tersebut didominasi di Pati bagian selatan yang menunjukkan sawah berada pada jarak lebih dari 500 meter dari sumber perairan sungai. Secara visual nilai kelembapan tanah berdasarkan NDMI pada Pati bagian selatan lebih dinamis dari tahun 2021 hingga tahun 2023, ditunjukkan bahwa dominasi tingkat kelembapan tanahnya cenderung berada di tingkat rendah. Diantaranya Kecamatan Winong, Kecamatan Tambakromo, Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Pucakwangi, Kecamatan Jakenan, Kecamatan Jaken, dan Kecamatan Batangan.

Selain keberadaan sungai, curah hujan merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi tingkat kelembapan tanah. Adanya pola kelembapan tanah hasil pengolahan dipengaruhi oleh curah hujan harian pada bulan pengamatan. Berdasarkan data yang diperoleh, curah hujan pada musim kemarau cenderung sangat rendah ditunjukkan pada Gambar 11.

Rata-rata curah hujan harian pada bulan Agustus tahun 2021 yaitu 2,02 mm/hari. Pada bulan Agustus tahun 2022 rata-rata curah hujan sebesar 2,37 mm/hari, sedangkan pada bulan Agustus tahun 2023 rata-rata

curah hujan sebesar 0,93 mm/hari. Curah hujan harian pada masing-masing tahun tersebut memperlihatkan pola yang hampir sama dengan kelembapan tanah hasil NDMI. Pola tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari curah hujan terhadap kelembapan tanah.



Gambar 11. Rata-Rata Curah Hujan

Kepala Dinas Pertanian dan Peternakan (4/10/2023) menyatakan bahwa sawah di kecamatan tersebut terdampak rendahnya curah hujan pada musim kemarau ini sehingga sejumlah petani Pati tidak bisa menanam dan sebagian gagal panen. Faktor lain yang mempengaruhi tingkat kelembapan yang rendah tersebut karena sumber airnya tidak ada baik sumur maupun irigasi. Berdasarkan hasil verifikasi melalui media, sejumlah 80-90 hektar sawah di Kabupaten Pati hampir tidak bercocok tanam karena tidak adanya pasokan air. Berdasarkan hasil analisis tersebut, kelembapan tanah rendah terus terjadi ketika musim kemarau di Pati bagian selatan sehingga perlu adanya perbaikan sistem irigasi di wilayah tersebut.

Validasi Kelembapan Tanah

Validasi kelembapan tanah dilakukan dengan melihat tingkat

validitas data kelembapan hasil pengolahan metode NDMI dengan hasil pengukuran kelembapan tanah di lapangan menggunakan alat ukur *hygrometer*.

Hasil validasi yang dilakukan di 21 kecamatan dan masing-masing kecamatan terdapat 4 titik sesuai kelas hasil pengolahan algoritma NDMI sebelumnya. Pada kelas sangat basah diperoleh rata-rata tingkat kelembapan tanahnya sebesar 83,4%. Kelas basah dengan rata-rata kelembapan tanah sebesar 46,1%. Kelas kering dengan rata-rata kelembapan tanah sebesar 38,2%, sedangkan kelas sangat kering rata-rata kelembapan tanahnya sebesar 34,1%.

Tabel 5. Hasil Validasi Lapangan

Kelas	Jumlah Titik	Sesuai	Tidak Sesuai
Sangat Basah	21	20	1
Basah	21	21	-
Kering	21	21	-
Sangat Kering	21	21	-
Total	84	83	1

Hasil validasi lapangan dikatakan cukup valid karena di beberapa titik menunjukkan kesesuaian nilai kelembapan dengan kondisi tanahnya. Validasi yang dilakukan pada bulan Agustus tahun 2023 pada lahan sawah terlihat begitu jelas perbedaannya antara sawah yang kelembapan tanahnya basah dengan tidak adanya kelembapan pada tanah di sawah tersebut. Hal ini terlihat jelas di beberapa kecamatan diantaranya Kecamatan Jaken, Kecamatan Jakenan, sebagian di Kecamatan Winong, dan Kecamatan Tambakromo. Kelembapan yang hampir tidak ada

tersebut mengakibatkan banyak kondisi lahan sawah yang sengaja diberokan atau dibiarkan dalam kondisi bera oleh beberapa petani. Terdapat juga beberapa lahan sawah yang dialihfungsikan untuk ditanami palawija karena mengingat kondisi lahan yang kering dan hampir tidak adanya curah hujan pada musim kemarau.

Regresi NDMI dengan Kelembapan Tanah

Uji korelasi yang digunakan dengan menggunakan metode *Pearson Correlation* antara nilai NDMI dengan kelembapan tanah menunjukkan nilai *p-value* $< 0,01$. Nilai *p-value* $2,2 \times 10^{-16}$ yang berarti ada hubungan signifikan antara NDMI dengan kelembapan tanah hasil pengukuran lapangan. Nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,8492226 yang berarti terdapat korelasi yang sangat kuat.

Hasil pengujian regresi linier sederhana diperoleh koefisien determinasi (*Multiple R-Squared*) sebesar 0,7212 yang berarti hasil regresi linier 72% di mana menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara kelembapan tanah dengan kelembapan tanah hasil survei lapangan. Hasil *F* hitung 212,1 dengan *p-value* $2,2 \times 10^{-16}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kelembapan tanah berpengaruh signifikan terhadap kelembapan tanah hasil pengukuran di lapangan.

Berdasarkan hasil uji statistik tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa identifikasi tingkat kelembapan tanah yang dilakukan pada lahan sawah di Kabupaten Pati menggunakan algoritma NDMI dengan dilakukan pengukuran langsung di lapangan menunjukkan tingkat signifikansi yang

tinggi. Sehingga, algoritma NDMI dinilai mampu untuk mengidentifikasi tingkat kelembapan tanah pada sawah dalam cakupan area yang luas serta waktu yang relatif singkat.

4. Penutup

Pola kelembapan tanah pada sawah di Kabupaten Pati ketika musim kemarau selama tahun pengamatan dari tahun 2021 hingga 2023 di Pati bagian selatan menunjukkan tingkat kelembapan yang selalu kering, sedangkan di Pati bagian utara tingkat kelembapan tanahnya selalu basah dan stabil. Berdasarkan analisis, jarak sungai terhadap sawah sangat berpengaruh terhadap pola sebaran kelembapan tanah yang ada di sawah. Semakin dekat dengan sungai, kelembapan tanah semakin basah, begitu sebaliknya. Selain sungai, curah hujan juga menjadi salah satu faktor yang berpengaruh dalam tingkat kelembapan. Kelembapan tanah pada lahan sawah tahun 2023 mengalami penurunan atau menunjukkan tingkat kelembapan rendah dibandingkan 2 tahun sebelumnya sehingga lahan sawah teridentifikasi mengalami kekeringan yang terdapat pada tujuh kecamatan diantaranya Kecamatan Jakenan, Kecamatan Jaken, Kecamatan Winong, Kecamatan Pucakwangi, Kecamatan Batangan, Kecamatan Tambakromo, dan Kecamatan Gabus. Berdasarkan validasi lapangan, kondisi kelembapan yang rendah di kecamatan tersebut mengakibatkan sawah sengaja diberokan oleh beberapa petani dan tidak ada aktivitas menanam padi. Didapatkan korelasi kuat dan *Multiple R-Squared* hasil uji regresi linear

sederhana antara nilai kelembapan NDMI dengan nilai kelembapan tanah yang ada di lapangan yaitu sebesar 0,7212 atau 72%. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara hasil pengolahan NDMI dengan pengukuran lapangan. Sehingga, algoritma NDMI dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah dan sebarannya pada lahan sawah. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya menggunakan citra multitemporal dengan rentang waktu yang lebih lama untuk mengetahui sebaran tingkat kelembapan tanah di suatu sawah, menggunakan acuan kalender tanam pada sawah agar tidak menimbulkan bias dalam analisis, menambah parameter atau variabel lain yang dimasukkan dalam analisis seperti luas tanam padi, jenis padi yang ditanam, sistem irigasi, jenis pupuk, dan hama tanaman. Selain itu, fokus penelitian juga dapat dilakukan pada lahan pertanian non sawah supaya dapat melihat perbedaan tingkat kelembapan yang optimal. Penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan yang tentunya memerlukan kajian lebih lanjut untuk menyediakan informasi yang lebih akurat terkait kelembapan tanah yang terdapat pada sawah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro atas dukungan penuh yang diberikan selama proses penelitian. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada United States Geological Survey (USGS) yang telah menyediakan data citra Landsat 8-9 OLI/TIRS dan OLI-

2/TIRS-2, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang membantu dalam memberikan data, serta Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUUR) Kabupaten Pati yang telah menyediakan data area persawahan di Kabupaten Pati.

Daftar Pustaka

- Achmad E., Hamzah, H., Albayudi, A., & Bima, B. (2019). Indeks Kelembapan Tanah Nasional Bukit Tiga Puluh Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Journal Badan Informasi Geospasial*
- Aggarwal, C. C. (2015). Data Mining. *Springer International Publishing*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14142-8>
- Berca, M., & Horoias, R. (2022). NDMI Use In Recognition of Water Stress Issues, Related to Winter Wheat Yields in Southern Romania. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 22(2).
- Bidgoli, R. D., Koohbanani, H., Keshavarzi, A., & Kumar, V. (2020). Measurement and zonation of soil surface moisture in arid and semi-arid regions using Landsat 8 images. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(17), 826. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05837-2>
- Cahyono, B. E., Putri, P. O., Subekti, A., Nugroho, A. T., & Nishi, K. (2022). Analysis of soil moisture as an indicator of land quality using vegetation index (SAVI and NDMI) retrieved from remote sensing data in Jember - Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2391. <https://doi.org/10.1063/5.0078761>
- Kurniawan, R. (2016). *Analisis Regresi*. Prenada Media. <https://books.google.co.id/books?id=KcY-DwAAQBAJ>
- Lobell, D. B., & Asner, G. P. (2002). Moisture Effects on Soil Reflectance. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 722–727. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.7220>
- Mimić, G., Živaljević, B., Blagojević, D., Pejak, B., & Brdar, S. (2022). Quantifying the Effects of Drought Using the Crop Moisture Stress as an Indicator of Maize and Sunflower Yield Reduction in Serbia. *Atmosphere*, 13(11), 1880. <https://doi.org/10.3390/atmos13111880>
- Nawangwulan, N. H., Sudarsono, B., & Sasmito, B. (2013). Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Pertanian terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001–2011. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2).
- Ochtyra, A., Marcinkowska-Ochtyra, A., & Raczko, E. (2020). Threshold- and trend-based vegetation change monitoring algorithm based on the inter-annual multi-temporal normalized difference moisture index series: A case study of the Tatra Mountains. *Remote Sensing of Environment*, 249, 112026. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112026>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.

- Sun, L., Mi, X., Wei, J., Wang, J., Tian, X., Yu, H., & Gan, P. (2017). A cloud detection algorithm-generating method for remote sensing data at visible to short-wave infrared wavelengths. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124, 70–88. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.12.005>
- USGS. (2023). *Normalized Difference Moisture Index*. USGS Science for a Changing World.