

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/357749008>

AKURASI PEMETAAN KEKERINGAN LAHAN PERTANIAN MENGGUNAKAN METODE NORMALIZED DIFFERENCE DROUGHT INDEX (NDDI) DI KECAMATAN WULUHAN DAN RAMBIPUJI JEMBER

Conference Paper · January 2022

CITATIONS

0

READS

188

3 authors, including:



Retno Utami Agung Wiyono
Universitas Jember

27 PUBLICATIONS 40 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Entin Hidayah
Universitas Jember

54 PUBLICATIONS 31 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



STRATEGI MITIGASI BANJIR BANDANG PADA DAS DI PANTURA WILAYAH TAPAL KUDA JAWA TIMUR [View project](#)



Hydrology Modelling [View project](#)



AKURASI PEMETAAN KEKERINGAN LAHAN PERTANIAN MENGUNAKAN METODE NORMALIZED DIFFERENCE DROUGHT INDEX (NDDI) DI KECAMATAN WULUHAN DAN RAMBIPUJI JEMBER

Aldiansyah Dwiarta Luqman¹, Retno Utami Agung Wiyono¹, dan Entin Hidayah^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

[*entin.teknik@unej.ac.id](mailto:entin.teknik@unej.ac.id)

Intisari

Kekeringan merupakan kondisi kurangnya air dalam waktu tertentu yang dapat mempengaruhi kesehatan, lingkungan dan hasil pertanian. Daerah Jember, Jawa Timur terdapat beberapa kecamatan yang mengalami kekeringan seperti yang terjadi di Kecamatan Wuluhan dan kecamatan Rambipuji yang mengakibatkan ratusan hektar lahan pertanian kekurangan pasokan air yang dapat mempengaruhi hasil produksi. Untuk mengurangi dampak yang disebabkan oleh kekeringan, dapat dilakukan dengan mitigasi, yang memerlukan peta sebaran kekeringan. Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan peta sebaran kekeringan pada lahan pertanian menggunakan pendekatan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) yang menggabungkan antara nilai dari *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) di Kecamatan Wuluhan dan Rambipuji Kabupaten Jember. Adapun metode yang dilakukan dalam memetakan peta sebaran kekeringan, pertama pengumpulan data, data yang digunakan yaitu Citra Sentinel-2A, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), data history kekeringan dari BPBD Kabupaten Jember. Kemudian yang kedua koreksi atmosferik dan koreksi geometrik yang bertujuan memperbaiki data citra yang terjadi pada saat perekaman. Kemudian dilanjutkan dengan proses analisis NDWI dan NDVI untuk menunjukkan nilai kebasahan dan nilai kehijauan. Akurasi peta kekeringan NDDI yang diukur dari nilai AUCnya sebesar 0,718. Hasil dari analisis NDDI didapatkan sebaran tingkat kekeringan berat pada periode bulan Agustus sampai dengan Desember hampir terjadi diseluruh wilayah kecamatan Wuluhan (50,15%) dan Rambipuji (67,86%). Selanjutnya kekeringan sangat berat pada lahan pertanian untuk Kecamatan Rambipuji berada di desa Kaliwining, Curah malang dan Nogosari, dan untuk kecamatan Wuluhan berada di desa Glundengan dan desa Lojejer.

Kata Kunci: Kekeringan, NDVI, NDWI, NDDI.

Latar Belakang

Kekeringan bisa diartikan sebagai kurangnya persediaan air atau kelembaban yang terjadi beberapa rentan waktu tertentu secara signifikan berada di bawah volume yang diharapkan. Kekeringan dapat dikelompokkan berdasarkan jenisnya yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis, kekeringan pertanian, dan kekeringan sosial ekonomi (Reed, 1995). Kurangnya pasokan air atau

kekeringan dapat mengganggu kondisi ekonomi daerah setempat dikarenakan produksi pertanian yang terhambat (Irianto et al., 1994)

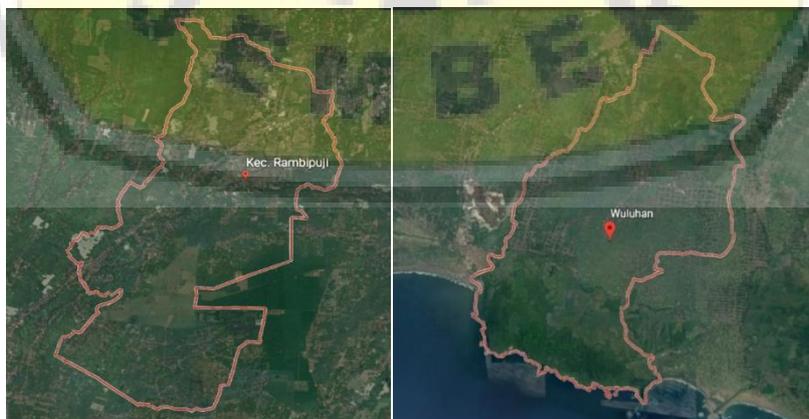
Daerah Jember, Jawa Timur terdapat beberapa kecamatan yang terlanda kekeringan Seperti yang terjadi di wilayah jember selatan, seperti Kecamatan, Wuluhan, Ambulu, Jenggawah, dan Puger. Selain daerah Jember bagian selatan Kecamatan Rambipuji juga mengalami kekeringan, yang mengakibatkan ratusan hektar lahan pertanian kekurangan pasokan air (Jember tv,2019). Untukantisipasi guna mengurangi dampak kekeringan yang akan terjadi, diperlukan peta yang dapat menggambarkan tingkat kekeringan lahan pertanian secara detail.

Salah satu metode yang digunakan memetakan kekeringan menggunakan data citra satelit *Sentinel-2A* dengan mengintegrasikan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Rahman, 2017). Metode ini digunakan untuk mengetahui parameter yang dominan terhadap tingkat kekeringan lahan pertanian dan mengetahui sebaran tingkat kekeringan lahan pertanian. NDDI merupakan perbandingan antara *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) untuk mendapatkan sebaran dan luasan kekeringan pertanian. *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) merupakan indeks yang relatif baru, dikembangkan oleh Gu (Gu et al., 2007).

Berdasarkan uraian di atas, pembuatan peta kekeringan yang presisi perlu dilakukan. Metode NDDI ini dilakukan karena urgensi dan kemudahan perolehan data. Metode ini sudah diaplikasikan di Kecamatan Jenggawa dan Ambulu oleh Prasetyo (2020), namun belum dilakukan kalibrasi pada hasil model tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan kekeringan lahan pertanian dengan menggunakan metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) yang diukur tingkat akurasinya.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Wuluhan dan Rambipuji yang terletak di Kabupaten Jember Kecamatan. Rambipuji mempunyai luas wilayah 104,56 Km² dengan ketinggian rata-rata 35 m di atas permukaan laut dan wilayahnya yang dibagi menjadi 8 desa. Kecamatan Wuluhan memiliki luas wilayah 51,02 Km² yang dibagi menjadi 8 desa. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.

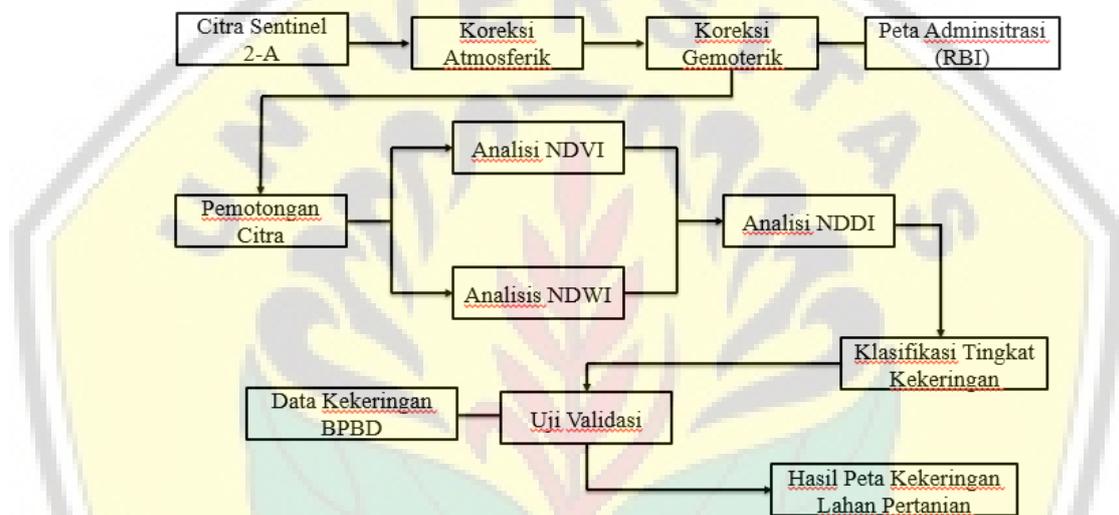


(sumber: google earth,2021)

Gambar 1. Lokasi penelitian

Metodologi

Metode atau tahapan yang dilakukan dalam memetakan peta sebaran kekeringan, pertama pengumpulan data, data yang digunakan yaitu Citra *Sentinel-2A*, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Data history kekeringan dari BPBD Kabupaten Jember. Kemudian yang kedua koreksi atmosferik dan koreksi geometrik yang bertujuan memperbaiki data citra yang terjadi pada saat perekaman. Kemudian dilanjutkan dengan proses Analisis NDWI dan NDVI untuk menunjukkan nilai kebasahan dan nilai kehijauan. Kemudian dilanjutkan dengan menggabungkan nilai NDVI dan NDWI untuk mendapatkan nilai NDDI. Setelah mendapatkan nilai NDDI maka dilakukan klasifikasi tingkat kekeringan dan uji akurasi. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.



(sumber: elaborasi studi, 2021)

Gambar 2. Diagram Alir

Data Penelitian

Penelitian dilakukan sejak bulan Februari 2021 sampai Juli 2021 berdasarkan data yang didapat dari:

1. Citra *Sentinel-2A* bulan Agustus 2019- Desember 2019 (sumber : <https://earthexplorer.usgs.gov/>)
2. Peta administrasi (peta RBI) Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan Kabupaten Jember (sumber : tanahair.indonesia.go.id).
3. Data histori kekeringan BPBD Kabupaten Jember.

Koreksi atmosferik

Koreksi atmosferik (*Surface Reflectance*) dilakukan bertujuan untuk mengurangi kesalahan yang direkam oleh satelit yang diakibatkan dari pengaruh atmosferik yang disebabkan dari partikel - partikel seperti debu, uap air dan aerosol di atmosfer sebagai perantara antara permukaan bumi dan satelit pada saat pengambilan data citra. Dengan dilakukannya Koreksi atmosferik ini diharapkan citra yang akan diolah menjadi lebih baik, sehingga dapat berpengaruh terhadap hasil kekeringan yang sedang di analisis. (Lilik dkk., 2016)

Koreksi geometrik

Koreksi geometrik dilakukan bertujuan agar Data Citra *Sentinel 2A* yang akan digunakan berada posisi koordinat yang sebenarnya, agar dapat digunakan dalam suatu proses-proses yang selanjutnya. Pada tahapan koreksi geometrik penelitian ini dilakukan dengan meregistrasi gambar citra ke peta atau mencocokkan system koordinat citra ke system koordinat peta (*image to map rectification*), sehingga dapat menghasilkan citra yang memiliki system proyeksi yang sama dengan peta, dengan metode GCP yang telah dilakukan dengan pengambilan titik yang tersebar pada lokasi tinjauan. Kesalahan koreksi geometrik yang diijinkan adalah < 1 piksel atau setara dengan 30 meter. Hasil koreksi geometrik dapat dilihat pada Tabel 1. (Lilik dkk., 2016)

Tabel 1. Hasil Koreksi Geometrik

NO	Data Citra	Hasil RMSE
1	14 dan 24 Agustus	0,003645 dan 0,003680
2	13 September	0,003687
3	23 Oktober	0,003687
4	22 November	0,003645
5	22 Desember	0,003645

Analisis Indeks Vegetasi (NDVI)

Analisis Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Kurnia (2019) menyatakan nilai vegetasi atau NDVI merupakan nilai yang dapat mengetahui tingkat kehijauan suatu tanaman. Nilai NDVI tinggi menunjukkan daerah yang kerapatan vegetasinya tinggi. Jika nilai NDVI rendah dapat disimpulkan daerah tersebut tingkat kerapatan vegetasinya sangat rendah. Nilai NDVI adalah penjumlahan antara band RED dan band NIR (Near-Infrared Radiation). Untuk mendapatkan nilai NDVI dapat dilihat pada persamaan (1) sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (1)$$

Dimana NIR adalah nilai reflektan kanal infra merah, dan RED adalah nilai reflektan kanal merah

Klasifikasi untuk indeks kehijauan (NDVI) dibagi menjadi 5 kategori, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi indeks kehijauan/ NDVI

Kelas	NDVI	Kategori
1	-0,861224 s/d 0,03	Lahan tidak bervegetasi
2	0,03 s/d 0,15	Kehijuan sangat rendah
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan rendah
4	0,25 s/d 0,35	Kehijauan sedang
5	0,35 s/d 0,922975	Kehijauan tinggi

(Sumber :Sukojo dan Prayoga, 2018)

Analisis Normalized Difference Water Index (NDWI)

Menurut Gu, dkk, (2007). NDWI menekankan pada nilai kebasahan vegetasi. Nilai NDWI adalah penjumlahan antara band near infrared (NIR) dan band gelombang pendek infrared (SWIR). Untuk mendapatkan nilai NDWI dapat dilihat pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{(NIR-SWIR)}{(NIR+SWIR)} \quad (2)$$

Dimana SWIR adalah inframerah gelombang pendek, dan NIR adalah nilai reflektan kanal infra merah

Klasifikasi untuk indeks kehijauan (NDVI) dibagi menjadi 5 kategori, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi indeks kebasahan / NDWI

Kelas	NDWI	Kategori
1	-0,732996 s/d 0	Non-badan air
2	0 s/d 0,33	Kebasahan sedang
3	0,33 s/d 1	Kebasahan tinggi

(Sumber :Sukojo dan Prayoga, 2018)

Metode Normalized Difference Drought Index (NDDI)

NDDI merupakan Indeks yang mampu menunjukkan kompleksitas geometeorological lingkungan, yang mana hal tersebut dapat mengidentifikasi kekeringan. NDDI menggabungkan dua parameter, yaitu indeks vegetasi kehijauan (NDVI) dan indeks kebasahan (NDWI). Menurut (Gu et al., 2007) NDDI dapat mengidentifikasi kekeringan lebih baik jika dibandingkan dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) saja. Kondisi kekeringan ditunjukkan dengan nilai yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan nilai NDDI dapat dilihat pada persamaan(3) sebagai berikut:

$$NDDI = \frac{(NDVI-NDWI)}{(NDVI+NDWI)} \quad (3)$$

Dimana NDVI adalah indeks vegetasi, dan NDWI adalah indeks kebasahan

Tabel 3 Klasifikasi NDDI

Nilai NDDI	Tingkat Kekeringan
<-0,05	Air
-0,05 - ≤ 0,01	Normal
0,01 - ≤ 0,15	Kekeringan ringan
0,15 - ≤ 0,25	Kekeringan sedang
0,25 - ≤ 1	Kekeringan berat
>1	Kekeringan sangat berat

(Sumber lema dkk 2010)

Uji Validasi

Hasil validasi dengan bantuan peta infografis dari BPBD dan juga survai secara langsung. Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC) digunakan untuk mengevaluasi model yang dihasilkan. Kurva ROC adalah representasi grafis dari keseimbangan antara tingkat kesalahan negatif dan positif untuk setiap nilai yang mungkin dan didasarkan pada himpunan pasangan titik (X dan Y) dihitung menggunakan Persamaan (4) dan (5). X dan Y adalah diperoleh dari matriks perbandingan dan divariasikan antara 0 dan 1 (Yariyan dkk.2020). Area di bawah kurva ROC disebut area bawah kurva (AUC). NSAUC memberikan nilai prediksi sistem dengan menggambarkan kemampuannya secara akurat memprediksi kejadian dan bukan kejadian. Dihitung menurut persamaan berikut (Leman et al. 2020):

$$X = 1 \frac{(TN)}{(TN-FP)} \quad (4)$$

$$Y = 1 \frac{(TP)}{(TP-FN)} \quad (5)$$

Dengan keterangan

TN : True negative

FP : False positive

TP : True positive

FN : False negative

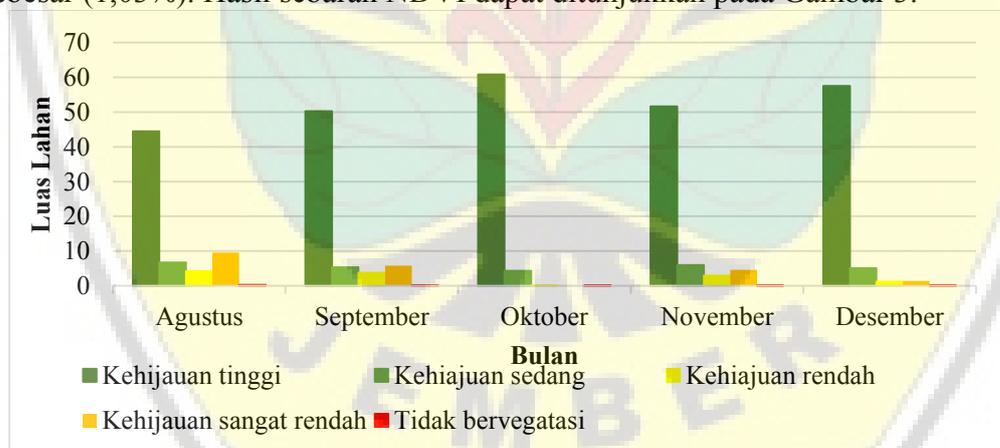
Nilai AUC yang lebih dari 0,5 dianggap dapat diterima. Nilai AUC di kisaran 0,7-0,8 dapat diterima, 0,8-0,9 sangat baik dan 0,9-1,0 luar biasa (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari analisis ini adalah berupa peta sebaran kekeringan pada lahan pertanian yang diuji akurasi di daerah Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan Kabupaten Jember.

Analisis Indeks Kehijauan (NDVI)

Hasil dari perhitungan NDVI dilihat setiap bulannya mengalami perubahan yang bervariasi. Berdasarkan persamaan (1) yang berpengaruh terhadap tingkat dari tingkatan indeks NDVI adalah tingkat kehijauan rendah sampai dengan tidak bervegetasi. Dari bulan Agustus sampai Oktober terjadi penurunan sebaran nilai kehijauan sangat rendah sebesar (9,53%) dan penurunan nilai kehijauan rendah sebesar (4,06%). Untuk bulan Oktober sampai Desember nilai sangat rendah mengalami peningkatan sebesar (1,32%) dan nilai kehijauan rendah meningkat sebesar (1,03%). Hasil sebaran NDVI dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

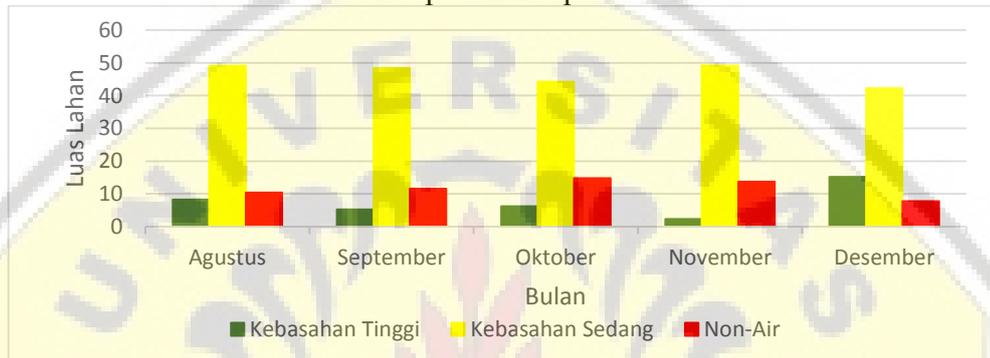


Gambar 3. Hasil NDVI Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) indeks yang dapat menggambarkan tingkat kehijauan. Persentase sebaran luasan tingkat kehijauan di wilayah studi menunjukkan dominasi tingkat presentase sebaran kehijauan tinggi yang terjadi selama bulan Agustus sampai Desember 2019, yaitu sebesar (60,8%) pada bulan Oktober. Puncak kehijauan sedang terjadi pada bulan Desember dengan nilai sebesar (6,74%). Selanjutnya, tingkat kehijauan rendah yang terbesar yaitu (4,27%) pada bulan Agustus. Kemudian untuk kehijauan sangat rendah yang terbesar terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar (9,56%).

Analisis Indeks Kebasahan (NDWI)

Hasil dari perhitungan NDWI menunjukkan setiap bulannya mengalami perubahan kebasahan yang bervariasi. Tingkat kebasahan sedang hampir terjadi di seluruh kecamatan Rambipuji dan Wuluhan, sedangkan untuk tingkat kebasahan tinggi dan non air hanya terjadi di beberapa daerah. Terjadi penurunan nilai kebasahan sedang sebesar (4,91%) dan kenaikan nilai Non air sebesar (4,32%) pada bulan Agustus sampai Oktober yang menunjukkan terjadi peningkatan kekeringan. Untuk bulan Oktober sampai Desember nilai non air mengalami penurunan (7,75%) dan nilai kebasahan tinggi meningkat (8,91%) yang menunjukkan kekeringan mengalami penurunan. Hasil sebaran NDVI dapat dilihat pada Gambar 4.



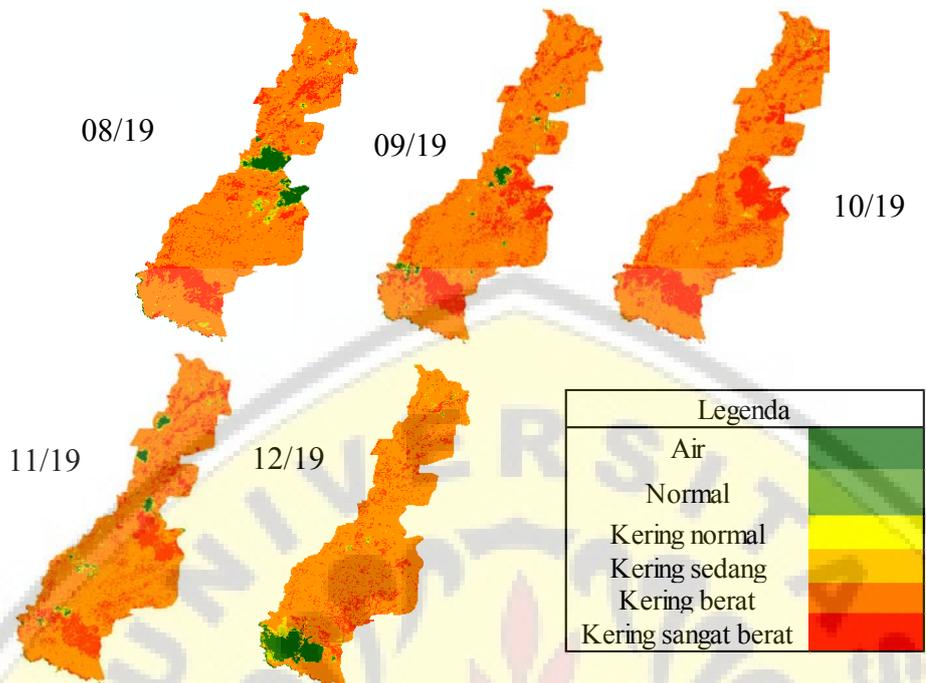
Gambar 4. Grafik NDWI Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan

NDWI (*Normalized difference water indeks*) indeks yang dapat menggambarkan kebasahan, menunjukkan dominasi tingkat kebasahan sedang, yang terjadi selama bulan Agustus sampai Desember 2019, yaitu sebesar (49,26%) pada bulan November. Puncak kebasahan tinggi terjadi pada bulan Desember yang mana nilai kebasahan sebesar (15,42%). Kemudian untuk nilai Non air yang terbesar terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar (14,76%).

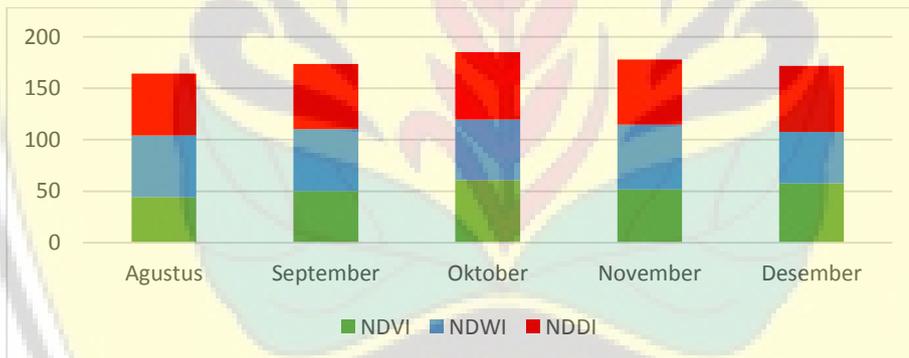
Analisis Kekeringan Pertanian Menggunakan Metode NDDI

Hasil sebaran kekeringan pada lahan pertanian berdasarkan metode NDDI (*Normalized Difference Drought Index*) menunjukkan keenam indeks didapatkan di wilayah studi. Berdasarkan persamaan (3) yang digunakan dalam penelitian jika indeks kekeringan tinggi maka terjadi kekeringan. Jika indeks kekeringan rendah maka tidak terjadi kekeringan. Hasil sebaran NDVI dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

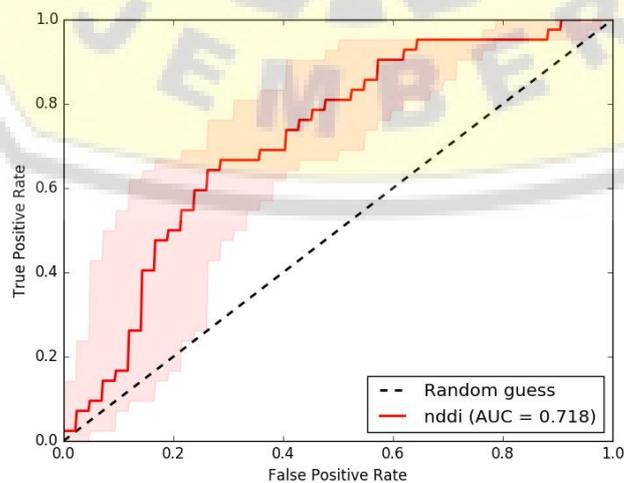
Hasil dari perhitungan NDDI dilihat setiap bulannya mengalami perubahan kekeringan yang bervariasi. Terjadi kenaikan nilai sebaran kekeringan berat sebesar (1,50%) dan kenaikan nilai kering sangat berat sebesar (4,37%) pada bulan Agustus sampai Oktober yang menunjukkan terjadi peningkatan kekeringan. Untuk bulan Oktober sampai Desember nilai kering sangat berat mengalami penurunan sebesar (7,7%) dan nilai kekeringan berat meningkat sebesar (5,85%) yang menunjukkan kekeringan mengalami penurunan. sebaran tingkat kekeringan di wilayah studi ini lebih dipengaruhi oleh faktor NDWI dari pada NDVI. Oleh karena itu keberadaan air lebih akan lebih menentukan tingkat kehijauan. Metode NDDI (*Normalized difference drought indeks*) indeks yang dapat menggambarkan kekeringan pada lahan pertanian.



Gambar 5. Hasil NDDI Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan



Gambar 6. Grafik kekeringan Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan



Gambar 7. Hasil perhitungan AUC

Akurasi model Kekeringan

Hasil uji akurasi model kekeringan dengan NDDI pada Gambar 7 di atas diperoleh nilai AUC sebesar 0,718 (melampaui 0,5) sehingga akurasi model ini dapat diterima dan dapat digunakan sebagai mitigasi kekeringan serta dapat dikembangkan untuk pembuatan peta kekeringan daerah lainnya.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Indeks kekeringan NDDI pada Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan menggunakan 2 parameter, yaitu NDVI dan NDWI yang dapat menghasilkan gambaran kondisi tingkat kekeringan dengan tingkat akurasi yang dapat diterima untuk Kecamatan Rambipuji dan Wuluhan Kabupaten Jember. Hasil analisis kekeringan (NDDI) menunjukkan bahwa indeks kebasahan (NDWI) berpengaruh lebih besar dibandingkan dengan nilai (NDVI) kehijauan. NDVI menunjukkan dominasi pada tingkat kehijauan tinggi terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar (60,8%) pada bulan Oktober. Sedangkan, nilai NDWI menunjukkan dominasi tingkat kebasahan sedang, yaitu sebesar (49,26%) pada bulan November. Untuk nilai NDDI menunjukkan dominasi tingkat kekeringan berat. Puncak kekeringan terjadi pada bulan Oktober dengan nilai kekeringan sangat berat sebesar (50,07%) dan kekeringan sangat berat sebesar (14,73%).

Sebaran tingkat kekeringan berat hampir terjadi di seluruh kecamatan Rambipuji dan Wuluhan. Sebaran tingkat kekeringan sangat berat pada lahan pertanian untuk Kecamatan Rambipuji berada di desa Kaliwining, Curah Malang dan Nogosari. Untuk kecamatan Wuluhan berada di desa Glundengan dan desa Lojejer.

Hasil peta kekeringan ini dapat digunakan sebagai acuan dalam memitigasi kekeringan wilayah pertanian.

Saran

Penelitian selanjutnya diperlukan data citra sentinel 2A yang lebih bersih dari awan agar mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat dalam menganalisis data, baik analisis NDVI, analisis NDWI dan analisis NDDI. Selain itu, untuk mengidentifikasi lokasi kekeringan disarankan menggunakan peta tata guna lahan pada bulan kering guna mengolah lahan pertanian dalam musim kering.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Jember yang telah mendukung data validasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Gu, Y., Brown, J. F., Verdin, J. P., & Wardlow, B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*, 34(6), 1–6. <https://doi.org/10.1029/2006GL029127>
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression* (N. A. C. Cressie, N. I. Fisher, J. B. Kadane, D. W. Scott, B. W. Silverman, A. F. M.

- Smith, J. L. Teugels, V. Barnett, R. A. Bradley, J. S. Nter, & Kendall, David G. (eds.); Second). A Wiley-Interscience Publication.
- Irianto, M., Lahan, F., & Pangan, K. (1994). Menyoal Alih Fungsi Lahan, Kekeringan, dan Ketahanan Pangan.
- Jember satu tv., 2019., Lahan Pertanian Mulai Kekeringan <https://www.youtube.com/watch?v=U2xvY7JFMaI> [diakses 12 Juli 2021]
- Kurnia, K., Sunaryo, D., & Noraini, A. (2019). Analisis Potensi Kekeringan Lahan Sawah Dengan Menggunakan Metode Normalized Differency Drought Index (Nddi) Dan Thermal Vegetation Index (Tvi).
- Kristianingsih, Lilik, Arwan Putra Wijaya, and Abdi Sukmono. "Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-A Menggunakan Citra Landsat 8." *Jurnal Geodesi UNDIP* 5.4 (2016): 56-64.
- Leman, R., Tubeuf, H., Raad, S., Tournier, I., Derambure, C., Lanos, R., Gaildrat, P., Castelain, G., Hauchard, J., Killian, A., Baert-Desurmont, S., Legros, A., Goardon, N., Quesnelle, C., Ricou, A., Castera, L., Vaur, D., Le Gac, G., Ka, C., ... Krieger, S. (2020). Assessment of branch point prediction tools to predict physiological branch points and their alteration by variants. *BMC Genomics*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-6484-5>
- Prasetyo, B. B., Hidayah, E., & Sukmawati, S. (2020). Evaluasi Kekeringan di Lahan Pertanian Multi Indeks di Kecamatan Jenggawah dan Ambulu Kabupaten Jember. *PIT HATHI XXXVII*, 1, 235–247.
- Rahman, Fadli., Abdi Sukmono, B. D. Y. (2017). Analisis Kekeringan Pada Lahan Pertanian Menggunakan Metode Nddi Dan Perka Bnpb Nomor 02 Tahun 2012. *Geodesi Undip*, 2(Sistem Informasi Geografis), 240–252.
- Reed, Shelia, (1995), Pengantar Tentang Bahaya, Program Pelatihan Manajemen Bencana.UNDP, 1–196.
- Renza, D., Martinez, E., Arquero, A., & Sanchez, J. (2010). Drought Estimation Maps by Means of Multidate Landsat Fused Images. *Remote Sensing for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage*, 775–782.
- Sukojo, B. M., & Prayoga, M. P. (2018). Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Kabupaten Tuban. *Geoid*, 13(2), 132. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v13i2.3676>
- Yariyan, P., Avand, M., Abbaspour, R. A., Torabi Haghighi, A., Costache, R., Ghorbanzadeh, O., Janizadeh, S., & Blaschke, T. (2020). Flood susceptibility mapping using an improved analytic network process with statistical models. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 2282–2314. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1836036>