

Spasial Luas Tanam Padi Sawah Irigasi Berdasarkan Citra Satelit Optis

Arthur Gani Koto^{*1)}, Helmi Alinurgi Koto²⁾, Talha Dangkoa³⁾

¹⁾Geografi, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia

²⁾Teknik Pertanian, Universitas Hasanuddin, Indonesia

³⁾Manajemen Sumber Daya Hayati, Universitas Muhammadiyah Gorontalo, Indonesia

*e-mail: arthur@umgo.ac.id

Received: 06-11-2023

Accepted: 28-11-2023

Published: 22-12-2023

ABSTRACT

Rice is the main natural resource for producing food in Indonesia which is produced from rice fields. Rice fields are wetland farms that require flooding in several phases of their growth. The flooding phase in irrigated rice fields can be easily recognized visually compared to other agricultural fields from optical remote sensing satellite image data. The main characteristics that can be recognized are the presence of flooding and its topographical location in a flat area. In Gorontalo, much research has been carried out regarding rice and rice fields. This is shown from Google Scholar data for 2017-2021 with the keywords "Gorontalo" and "sawah" in the Publish or Perish application. However, this research still focuses on non-remote sensing data themes. Gorontalo Regency, which has irrigated rice fields, should do a lot of research using remote sensing data. This is because remote sensing data can produce information quickly, in a short time, and with an acceptable level of accuracy of up to 85%. This research aims to calculate the planting area of irrigated rice fields based on optical remote sensing digital satellite imagery in parts of Gorontalo Regency. The data used is Landsat 8 imagery recorded on April 5 2022 path/row 113/59 with cloud cover on land of 15.48%. Primary data is also used to check in the field the results of image interpretation. The research method is processing Landsat images based on cloud computing using the Google Earth Engine (GEE) platform. The research results show that the GEE platform can be used as remote sensing data processing to derive information on the area of irrigated rice fields.

Keywords: *paddy spatial; optical image; google earth engine; landsat; irrigation paddy*

ABSTRAK

Sawah merupakan pertanian lahan basah yang dalam beberapa fase pertumbuhannya memerlukan penggenangan. Fase penggenangan pada sawah irigasi dapat dengan mudah dikenali secara visual dibanding lahan pertanian lainnya dari data citra satelit penginderaan jauh optis. Di Gorontalo, riset-riset terakut padi dan sawah telah banyak dilakukan. Hal ini ditunjukkan dari data *Google Scholar* Tahun 2017-2021 dengan keywords "gorontalo" dan "sawah" pada aplikasi *Publish or Perish*. Namun riset-riset tersebut masih berfokus pada tema non data penginderaan jauh. Kabupaten Gorontalo yang memiliki lahan sawah irigasi selayaknya banyak dilakukan penelitian dengan memanfaatkan data penginderaan jauh. Hal ini karena data penginderaan jauh dapat menghasilkan informasi secara cepat, waktu singkat, dan tingkat akurasi yang dapat diterima hingga 85%. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung luas tanam padi sawah irigasi berdasarkan citra satelit digital penginderaan jauh optis di sebagian wilayah Kabupaten Gorontalo. Data yang digunakan yaitu citra landsat 8 perekaman 5 April 2022 *path/row* 113/59 dengan tutupan awan di daratan sebesar 15,48 %. Digunakan pula data primer untuk mengecek dilapangan hasil interpretasi citra. Metode penelitian yaitu mengolah citra landsat berbasis cloud computing memanfaatkan platform *Google Earth Engine* (GEE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *platform* GEE dapat digunakan sebagai suatu pengolahan data penginderaan jauh untuk menurunkan informasi luasan lahan sawah irigasi.

Kata Kunci: *spasial padi, citra optis, google earth engine, landsat, sawah irigasi*

I. PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya alam utama penghasil pangan berupa beras di Indonesia yaitu sawah. Beras merupakan sumber makanan pokok bagi lebih dari setengah populasi penduduk dunia dan menyumbang 19% dari luas lahan pertanian secara global (Elert, 2014). Penurunan lahan sawah dapat juga disebabkan oleh terjadinya bencana tsunami (Dong et al., 2016), banjir (Wakabayashi et al., 2019), (Wakabayashi et al., 2021), serangan hama (Tarigan et al., 2019), dan kekeringan (Yulistya et al., 2019). Konsep negara agraris yang dibangun oleh pemerintah kolonial Belanda (Lailatussyukriah, 2015) masih melekat pada sebagian besar masyarakat Indonesia hingga kini sebab menganggap ketersediaan lahan pertanian yang melimpah dan sebagian besar penduduknya bekerja pada sektor pertanian.

Lahan pertanian secara umum terbagi atas dua yakni pertanian lahan basah dan pertanian lahan kering. Pertanian lahan basah merujuk pada tanaman padi sawah yang dalam salah satu fase tumbuhnya memerlukan penggenangan selama beberapa waktu. Sedangkan pertanian lahan kering merujuk pada tanaman yang tidak memerlukan penggenangan. Penggenangan pada suatu lahan padi sawah irigasi tersebut terjadi pada wilayah topografi datar ($<3\%$), kesesuaian lahan (S1-S2) dan adanya saluran irigasi disekitarnya (Permentan No.79, 2013). Dengan adanya kondisi diatas maka dapat disimpulkan secara umum bahwa lahan padi sawah irigasi tumbuh dengan baik pada dataran rendah yang memerlukan penyinaran matahari sepanjang waktu.

Proyeksi penduduk Indonesia pada Tahun 2035 diperkirakan mencapai 305,6 juta jiwa (Bappenas, 2013) dibanding Tahun 2020 sebesar 270,20 juta jiwa (BPS, 2020) sehingga ketersediaan lahan sawah untuk mencukupi kebutuhan bahan pangan berupa beras otomatis akan meningkat pula. Padi merupakan suatu tanaman yang paling banyak menggunakan air sehingga efisiensi penggunaan air untuk penanaman padi erat kaitannya dengan ketahanan air secara global dimasa depan (Salas et al., 2007).

Karakteristik lahan pertanian tanaman pangan padi sawah irigasi dapat dengan mudah dikenali secara visual dibanding lahan pertanian lainnya dari data citra satelit penginderaan jauh optis. Karakteristik utama yang dapat dikenali yaitu adanya penggenangan dan letaknya secara topografi di wilayah relatif datar. Kunci interpretasi

berdasarkan citra landsat 8 komposit 654 memiliki tiga kenampakan yang berbeda yaitu berwarna biru dalam kondisi air/fase pengolahan tanah sampai tanam, warna hijau setelah tanam dan warna merah pada saat panen/bera (Parsa et al., 2019). Fase penggenangan padi dapat diamati secara visual dari citra satelit digital penginderaan jauh optis. Salah satu citra optis tersebut yaitu landsat 8 yang memiliki resolusi spasial menengah 30 m (Landsat 8 Data Users Handbook, 2019).

Penerapan teknologi penginderaan jauh dalam menghitung luas tanam padi sawah irigasi merupakan salah satu upaya pencapaian usahatani padi produktif. Sehingga dengan adanya penerapan teknologi penginderaan jauh tersebut diharapkan dapat diketahui secara akurat luas dan spasial padi sawah irigasi. Informasi luas tanam padi menjadi penting dalam kaitannya terhadap kesejahteraan manusia, penggunaan air, perubahan iklim, dan penularan penyakit (Dong et al., 2016).

Terdapat dua metode dalam menghitung luas tanam padi sawah irigasi. Metode konvensional yaitu menghitung/mengukur secara terestrial atau turun langsung ke lapangan. Hal tersebut tentunya dirasa sangat berat, waktu lama dan memerlukan biaya besar disamping SDM yang melibatkan juga haruslah mencukupi. Teknik pemetaan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh menjadi solusi yang saat ini paling banyak digunakan dalam menghitung/mengukur luas tanam padi sawah. Pertumbuhan padi yang memiliki beberapa fase (vegetatif, generatif, dan pemasakan) hingga panen memerlukan teknik khusus dalam mengidentifikasinya.

Fase penggenangan merupakan salah satu fase sebelum dilakukan penanaman (vegetatif) di lahan sawah yang sebelumnya dilakukan penyemaian bibit pada media polibag atau di lahan sawah sementara. Penggenangan dapat diamati secara visual lewat data penginderaan jauh citra optis kemudian dilakukan analisis menggunakan teknik pengolahan citra digital. Gunawan et al., (2021) melakukan penelitian untuk mengklasifikasikan sawah secara otomatis dan akurat dari citra satelit. Model U-Net dan U-Net+ResNet-18 digunakan dan dievaluasi menggunakan dice coefficient metric. Hasil yang diperoleh yaitu model U-Net mencapai 85,32% dan U-Net+ResNet-18 mencapai 89,38% dalam segmentasi lahan sawah, dimana hasil ini termasuk cukup baik.

Penghitungan luas lahan sawah di Kecamatan Limboto Barat menggunakan citra Landsat 8

II. METODE PENELITIAN

2.1. Data

Data yang digunakan yaitu citra Landsat 8 perekaman 5 April 2022 *path/row* 113/59 dengan tutupan awan di daratan sebesar 5,73 %. Citra pada waktu perekaman tersebut berdasarkan hasil filter selama bulan April tahun 2022 yang memiliki tutupan awan minimal di wilayah kajian. Data primer digunakan pula untuk mengecek dilapangan berdasarkan hasil interpretasi citra.

2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di sebagian wilayah Kabupaten Gorontalo sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 4 dimana warna kebiruan mencirikan air tergenang. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Gorontalo Utara, sebelah Timur Kabupaten Bone Bolango dan Kota Gorontalo, sebelah selatan Teluk Tomini dan sebelah Barat Kabupaten Boalemo. Lahan sawah di Kabupaten Gorontalo terdiri atas sawah irigasi, tadah hujan dan pasang surut yang tersebar di beberapa kecamatan.

Kabupaten Gorontalo memiliki luas 2.125,47 km², kondisi geografi terdiri dari dataran hingga perbukitan dengan ketinggian rata-rata 73,08 mdpl, curah hujan 34,75 mm³, kelembaban 84,3%, suhu 27,38°C dan penyinaran matahari 52,08% (BPS, 2021). Tidak semua kecamatan di Kabupaten Gorontalo memiliki lahan padi sawah irigasi karena topografinya berbukit dan tidak adanya saluran irigasi teknis. Beberapa kecamatan yang tidak memiliki lahan padi sawah irigasi yaitu Batudaa Pantai, Batudaa, Biluhu, Bilato dan Tilango.



Gambar 4. Kenampakan citra landsat 8 SR (komposit 654) wilayah penelitian.

2.3. Tahapan Penelitian

Penelusuran data citra Landsat 8 yang dilakukan pada platform GEE merupakan tahap awal sebelum pengolahan citra. Kenampakan lahan padi sawah irigasi yang dikaji adalah pada fase penggenangan sebab secara visual, citra yang diperoleh menunjukkan fase tersebut diatas.

Citra Landsat dipilih dalam kondisi tutupan awan minim di wilayah yang dikaji dengan memasukkan skrip `ee.Image(dataset.sort('CLOUD_COVER'))` dan diperoleh hasil perekaman tanggal 5 April 2022 pada *path/row* 113/59, serta tutupan awan 15,48%. Setelah memperoleh citra yang minim awan, pengambilan *training sample* berdasarkan sebarannya secara acak dan proporsional mewakili wilayah yang dikaji dan dapat dijangkau. *Training sample* tersebut kemudian digunakan sebagai panduan data untuk pengecekan di lapangan. Pengecekan lapangan bertujuan untuk mencocokkan hasil interpretasi citra dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.

Klasifikasi citra dilakukan menggunakan metode *unsupervised* yang tersedia pada *Docs Google Earth Engine* yaitu *wekaKMeans*. Klasifikasi *wekaKMeans* dikembangkan oleh (Arthur & Vassilvitskii, 2007). Ada banyak metode klasifikasi *unsupervised* selain *wekaKMeans*, diantaranya *wekaCascadeKMeans*, *wekaCobweb*, *wekaLVQ*, dan *wekaXMeans*.

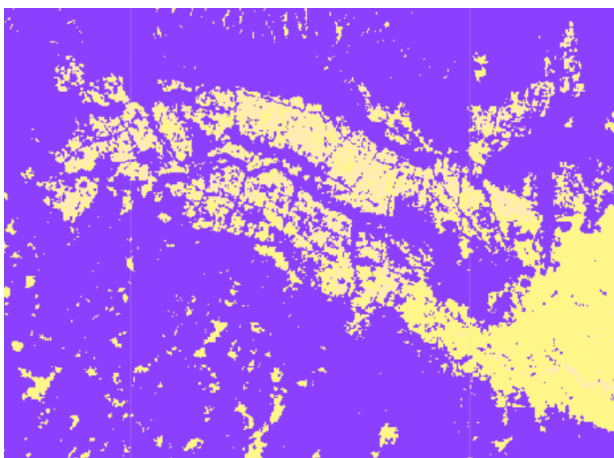
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Gorontalo merupakan salah satu wilayah dalam Provinsi Gorontalo yang memiliki jumlah penduduk paling banyak yaitu 393.107 jiwa dengan luas 2.125,47 km² dan terbagi atas 19 Kecamatan (BPS, 2021). Di Kabupaten ini terdapat Danau Limboto yang merupakan salah satu danau kritis di Indonesia akibat sedimentasi dan eutrofikasi (Krismono et al., 2018). Indikasi lahan sawah yang sedang dalam fase penggenangan di Kabupaten Gorontalo sebagaimana dalam Gambar 5 dimana pantulannya secara visual berwarna biru.

Dibandingkan dengan lahan yang tidak tergenang, sawah yang sedang dalam fase penggenangan cenderung memiliki warna yang lebih gelap dan berbeda (Martono, 2008). Sebagaimana nampak jelas pada Gambar 5. Klasifikasi tutupan lahan dibagi menjadi dua kelas yaitu lahan sawah dan lahan non-sawah. Klasifikasi tutupan lahan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5. Indikasi kenampakan lahan sawah di Kabupaten Gorontalo yang dicirikan secara visual dengan warna biru

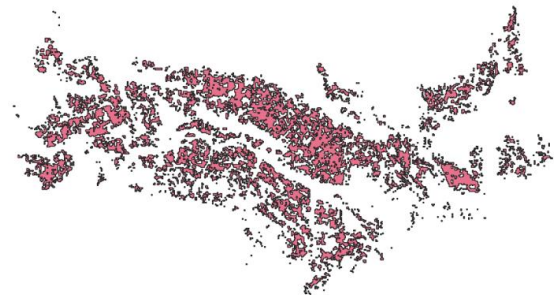


Gambar 6. Klasifikasi tutupan lahan wilayah penelitian

Perekaman citra wilayah penelitian bertepatan pada saat musim penggenangan yaitu bulan April. Hal ini ditunjukkan pada pantulan citra dimana lahan sawah yang tergenang mirip pantulan air seperti Danau Limboto, namun lahan sawah tersebut mengindikasikan pantulan pada air tanah dangkal sehingga dikategorikan sebagai lahan sawah tergenang.

Hasil klasifikasi citra pada Gambar 6 nampak bahwa piksel yang mencirikan pantulan air termasuk didalamnya yaitu danau, air tergenang dan awan. Hasil klasifikasi ini harus dipisahkan nilai piksel ketiganya untuk memperoleh nilai piksel air tergenang, sehingga hasil akhirnya dapat dilihat pada Gambar 7. Luas lahan sawah tergenang dari hasil pengolahan data yaitu 1.860,66 ha yang menyebar di wilayah Kecamatan Tibawa, Limboto, Limboto Barat, Tabongo dan Dungaliyo. Data hasil cek lapangan ada 3 titik sampel yang tidak sesuai dengan hasil pengolahan dari total 60 sehingga akurasi yang diperoleh yaitu 95%.

Menurut Zhang et al., (2018), terlepas dari dampak piksel campuran dan masalah lainnya, penggunaan citra Landsat 8 untuk pemetaan sawah di area luas mencapai akurasi keseluruhan yang tinggi.



Gambar 7. Lahan sawah di wilayah penelitian

Pemanasan global dapat memberikan lingkungan yang menguntungkan bagi penanaman padi di Dataran Sanjiang, sebuah dataran aluvial yang dibentuk oleh sungai Heilongjiang, Ussuri, dan Songhua di China (Yan et al., 2018). Hal tersebut serupa dengan dataran di kawasan Danau Limboto dimana kawasan ini merupakan pertanian lahan subur.

Perluasan lahan sawah didorong oleh pertumbuhan populasi, kemajuan teknologi, perubahan iklim, dan kebijakan pemerintah sehingga akan berdampak pada ketahanan pangan, emisi gas rumah kaca, dan ketahanan air (Yan et al., 2018). Alih fungsi lahan sawah dapat memberikan dampak negatif terhadap ketersediaan dan ketahanan pangan penduduk. Maka seharusnya lahan sawah dipertahankan dan dilakukan pencetakan sawah baru secara berkala atau sesuai kebutuhan.

IV. KESIMPULAN

Data luas lahan sawah irigasi teknis dapat dihitung dari citra penginderaan jauh optis resolusi menengah yaitu Landsat 8. Berbagai metode kajian untuk mengekstrak data penginderaan jauh telah banyak dilakukan oleh peneliti. Saat ini metode pengolahan citra penginderaan jauh dapat diolah melalui *cloud computing* dengan memanfaatkan platform GEE. Tidak ada satupun metode yang sempurna dalam menurunkan informasi luas lahan sawah baik secara konvensional maupun berbasis *cloud computing*. Yang perlu ditekankan dalam

penelitian ini adalah luas lahan sawah dapat diturunkan dengan memanfaatkan *platform* GEE. Penelitian ini menerapkan metode klasifikasi *wekaKMeans* yang mungkin saja dapat berbeda hasilnya bila menggunakan metode klasifikasi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). K-means++: The advantages of careful seeding. *Proceedings of the Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 07-09-Janu, 1027–1035.
- Bappenas. (2013). Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035. In BPS. BPS. <https://www.bps.go.id/publication/2013/10/07/053d25bed2e4d62aab3346ec/proyeksi-penduduk-indonesia-2010-2035.html>
- BPS. (2020). Hasil Sensus Penduduk 2020. In BPS. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk-2020.html>
- BPS. (2021). *Kabupaten Gorontalo Dalam Angka*.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Dong, J., Xiao, X., Menarguez, M. A., Zhang, G., Qin, Y., Thau, D., Biradar, C., & Moore, B. (2016). Mapping paddy rice planting area in northeastern Asia with Landsat 8 images, phenology-based algorithm and Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, 185, 142–154. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.016>
- Elert, E. (2014). Rice by the numbers: A good grain. *Nature*, 514(7524), S50–S51. <https://doi.org/10.1038/514S50a>
- Gunawan, A. A. S., Fanny, & Irwansyah, E. (2021). Development of paddy field mapping from satellite image using semantic segmentation method in central borneo. *ICIC Express Letters*, 15(9), 941–949. <https://doi.org/10.24507/icicel.15.09.941>
- Kontgis, C., Schneider, A., & Ozdogan, M. (2015). Remote Sensing of Environment Mapping rice paddy extent and intensification in the Vietnamese Mekong River Delta with dense time stacks of Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 169, 255–269. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.004>
- Koto, A. G. (2018). Kajian Perbandingan Citra Sentinel-2b Dengan Landsat 8 OLI untuk Pemetaan Lahan Padi Sawah Irigasi. In *Prosiding Konferensi Tahunan Keadilan Sosial*. osf.io. <https://doi.org/10.31227/osf.io/xp2e9>
- Krismono, Nurfiarini, A., Sugianti, Y., & Setiyo Hendrawan, A. L. (2018). Pengelolaan Perikanan Di Danau Limboto Pasca Pengerukan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(2), 63–74. <https://doi.org/10.15578/jkpi.10.2.2018.63-74>
- Lailatussyukriah. (2015). Indonesia dan konsepsi negara agraris. *Jurnal Seuneubok Lada*, 2(1), 1–8.
- Landsat 8 Data Users Handbook. (2019). Landsat 8 Data Users Handbook. In NASA (Vol. 8, Issue June). <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
- Martono, D. N. (2008). Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan Uji Validasinya untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah dan Penggunaan/Penutupan Lahan. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, G-47-G-56.
- Moonti, E. A., Arifin, S. S., & Koto, A. G. (2018). Interpretasi Lahan Sawah Di Kecamatan Limboto Barat Menggunakan Citra Landsat 8 OLI (Interpretation of Paddy Fields in West Limboto Subdistrict Using Landsat 8 OLI). *Jurnal Sains Informasi Geografis*, 1(1), 32. <https://doi.org/10.31314/jsig.v1i1.100>
- Parsa, M., Dirgahayu, D., & Harini, S. (2019). Pengembangan Metode Klasifikasi Lahan Sawah Berbasis Indeks Citra Landsat Multiwaktu (Development of Paddy Field Classification Method Based on Multi-Temporal Indices of Landsat Images). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 1(1), 35–44.
- Permentan No.79, Pub. L. No. 79. Pedoman Kesesuaian Lahan Pada Komoditas Tanaman Pangan, 21 (2013).
- Salas, W., Boles, S., Li, C., Yeluripati, J. B., Xiao, X., Froking, S., & Green, P. (2007). Mapping and modelling of greenhouse gas emissions from rice paddies with satellite radar observations and the DNDC biogeochemical model. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 17(3), 319–329. <https://doi.org/10.1002/aqc.837>
- Sari, V. D., & Sukojo, B. M. (2015). Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Bojonegoro). *Geoid*.

<http://iptek.its.ac.id/index.php/geoid/article/view/828>

Tarigan, A. B., Marheni, & Ginting, J. (2019). Application of fertilizer type and dosage toward brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stall.) attack level on several paddy (*Oryza sativa* L.) varieties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012179>

Wakabayashi, H., Hongo, C., Igarashi, T., Asaoka, Y., Tjahjono, B., & Permata, I. (2021). Flooded rice paddy detection using sentinel-1 and planetscope data: A case study of the 2018 spring flood in west java, indonesia. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 6291–6301. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3083610>

Wakabayashi, H., Motohashi, K., Kitagami, T., Tjahjono, B., Dewayani, S., Hidayat, D., & Hongo, C. (2019). Flooded area extraction of rice paddy field in Indonesia using sentinel-1 SAR data. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(3/W7), 73–76. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W7-73-2019>

Yan, F., Yu, L., Yang, C., & Zhang, S. (2018). Paddy field expansion and aggregation since the Mid-1950s in a cold region and its possible causes. *Remote Sensing*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/rs10030384>

Yulistya, V. D., Wibowo, A., & ... (2019). Assessment of agricultural drought in paddy field area using Vegetation Condition Index (VCI) in Sukaresmi District, Cianjur Regency. *IOP Conference Series* <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/311/1/012020/meta>

Zhang, M., Lin, H., Wang, G., Sun, H., & Fu, J. (2018). Mapping paddy rice using a Convolutional Neural Network (CNN) with Landsat 8 datasets in the Dongting Lake Area, China. *Remote Sensing*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/rs10111840>