

ESTIMASI HASIL PRODUKSI PADI MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT LANDSAT 8 DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN SAMBAS KALIMANTAN BARAT

Estimation of Rice Production Using Landsat 8 Satellite Imagery and Geographic Information Systems in Sambas Regency, West Kalimantan

Sudirman Masara'T^{1*}, Pande Putu Agus Santoso²

¹Department of Agribusiness, Sambas State Polytechnic

²Department of Mechanical Engineering, Sambas State Polytechnic

Jln. Raya Sejangkung Kecamatan Sambas, Sambas, Kalimantan Barat 79462

*Correspondence email: sudirmanmt963@gmail.com

ABSTRAK

Ketahanan pangan merupakan tantangan di hampir semua negara berkembang dengan tingkat pendapatan rendah hingga menengah, termasuk Indonesia. Padi sebagai salah satu sumber pangan utama dan penyokong tatanan kehidupan bagi masyarakat Indonesia beberapa tahun belakangan mengalami penurunan baik dari segi produksi maupun produktivitas. Fenomena penurunan produksi dan produktivitas padi disebabkan oleh alih fungsi lahan persawahan produktif karena besarnya input yang harus dikeluarkan dalam setiap musim tanam. Kondisi ini terjadi akibat terbatasnya kemampuan petani dalam melakukan estimasi produksi yang akurat dalam jangkauan lahan yang luas dan waktu yang cepat. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat pada tahun 2024 dengan tujuan untuk memperkirakan produksi padi menggunakan teknologi citra satelit dan sistem informasi geografis di Kabupaten Sambas. Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh melalui metode ubinan pada sampel sawah disetiap kecamatan dan data citra diperoleh dari rekaman satelit Landsat 8 yang diolah dengan metode Indeks Vegetasi Diferensiasi Normal (NDVI) yang digabungkan dengan Sistem Informasi Geografis (GIS), dan diproses menggunakan aplikasi QGIS 3.36.3. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien determinasi tingkat produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh nilai NDVI yaitu 90% dengan formula $y = 3,9453x + 0.5287$, sehingga diperoleh rata-rata produksi padi di Kabupaten Sambas pada tahun 2024 adalah 2,36 ton/ha.

Kata kunci: citra, NDVI, padi, QGIS

ABSTRACT

Food security remains a challenge in almost all developing countries with low- to middle-income levels, including Indonesia. Rice, as one of the primary food sources and a pillar of Indonesian society, has experienced a decline in both production and productivity in recent years. This decline is largely attributed to the conversion of productive rice fields and the high input costs required for each planting season. The situation is further compounded by farmers' limited ability to make accurate production estimates over large areas and within short timeframes. The objective of this study was to estimate rice productivity using satellite imagery technology and geographic information systems (GIS). This study was conducted in Sambas Regency, West Kalimantan, in 2024. Data were collected through sampling methods in each sub-district, while satellite imagery was obtained from Landsat 8, processed using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) combined with GIS, and analyzed with QGIS 3.36.3 software. The analysis indicated that rice productivity was strongly correlated with the NDVI value, with a coefficient of determination of 90%, represented by the formula $y = 3.9453x + 0.5287$. In conclusion, the average rice productivity in Sambas Regency in 2024 was estimated at 2.36 tons/ha.

Keywords : imagery, NDVI, QGIS, rice

PENDAHULUAN

Tanaman padi atau dengan nama latin *Oryza sativa* merupakan salah satu tanaman pangan yang memegang peran vital dalam menyokong ketahanan pangan. Tanaman ini adalah pangan utama sebagian besar penduduk dunia dan masyarakat Indonesia. Padi dapat tumbuh subur di daerah tropis dan subtropis seperti Indonesia dengan beberapa persyaratan tumbuh yang khusus (Qudriyah et al., 2022). Data yang dirilis oleh BPS (2020), menyebutkan bahwa produksi padi Indonesia tercatat pada angka 55,3 juta ton dengan total luas lahan 10,5 juta ha yang terdistribusi dari seluruh pulau di Indonesia. Luas lahan tersebut mengalami defisit 141.952 ha dari tahun sebelumnya. Kalimantan Barat ditahun yang sama mampu memproduksi padi sebanyak 778.170 ton. Produksi ini terus mengalami penurunan menurut data BPS Kalimantan Barat (2023) yang menyentuh angka 688.413 ton.

Pangan merupakan kebutuhan primer yang harus dipenuhi oleh setiap manusia untuk mempertahankan hidup. Pangan dipandang sebagai aspek penting dalam keutuhan dan kedaulatan suatu negara termasuk Indonesia. Ketahanan pangan merupakan tantangan hampir di seluruh negara berkembang dengan pendapatan menengah kebawah termasuk Indonesia. Kondisi ini terkait dengan upaya peningkatan kualitas hidup yang baik dan memperkuat daya saing bangsa (Hidayat, et al., 2022). Padi merupakan sumber bahan pangan utama bagi penduduk Indonesia. Komoditas pertanian ini memegang peran vital dalam pembangunan berkelanjutan dan perekonomian negara (Sabrina N, et al., 2020). Laju pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya berimbas pada tingginya permintaan akan komoditas ini (Ariani D, et al., 2020). Kondisi tersebut menurut Hilalullaili, *at al*, (2021) dan (Aminatus et al., 2023) justru berbanding terbalik dengan produksi beras dalam negeri

yang cenderung melandai bahkan mengalami penurunan sejak tahun 2018. Hingga akhir tahun 2022, produksi beras Indonesia hanya pada angka 32 juta ton dengan tingkat konsumsi rata-rata penduduk Indonesia 1,56 kg/minggu yang menyebabkan neraca perdagangan beras menjadi negatif dan mengharuskan pemerintah melakukan impor untuk memenuhi pasokan beras dalam negeri (BPS, 2020). Peran teknologi dalam budidaya padi tentu sangat diperlukan untuk membantu mengatasi peningkatan konsumsi beras dan produksi padi. Banyak teknologi terkini dapat digunakan untuk memprediksi produksi tanaman padi, salah satunya adalah penginderaan jauh. Sistem penginderaan jauh dapat dipahami sebagai ilmu dan teknologi yang melibatkan sensor dan alat yang tidak berada dalam kontak fisik dengan objek yang diamati. Sedangkan SIG merupakan komponen yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan suatu objek secara spesifik (Latue et al., 2023). Informasi yang terkandung dalam SIG tersusun atas beberapa lapisan atribut yang menyajikan data berupa curah hujan, jenis tanah, jenis pengelolaan pertanian, dan beberapa informasi lainnya (Mooy H & Watuwaya BK, 2023).

Kalimantan Barat memiliki luas 147.307 km² atau 7,68 % dari total luas negara Indonesia merupakan salah satu provinsi dengan potensi produksi dan pengembangan tanaman padi yang menjanjikan (BPS, 2020). Wilayah ini memiliki 14 kabupaten kota dengan jumlah penduduk 5.470.800 jiwa yang pada akhir tahun 2022 menunjukkan penurunan laju pertumbuhan penduduk dari tahun sebelumnya yaitu 1,39 %. Sektor pertanian, perkebunan, kehutanan dan perikanan di Kalimantan Barat merupakan sektor dominan mata pencarian masyarakat dimana 2.220.238 jiwa menggantungkan kehidupan dan pendapatan dari sektor ini (Puspitasari, 2022). Angka kerja tersebut tersebar merata hampir diseluruh kabupaten kota dengan Kabupaten Sambas sebagai sentra utama

penghasil beras (Puspitasari M & Musyafak A, 2020).

Kabupaten Sambas secara geografis terletak diantara 2°08' dan 0°33' Lintang Utara serta 108°39' dan 110°04' Bujur Timur yang terdiri atas 19 kecamatan. Sebagai sentra pembudidayaan tanaman padi, kabupaten Sambas justru mengalami penurunan luasan lahan sejak 2017 sampai 2022 (101.508 ha menjadi 73.611 ha) dengan produktivitas yang juga ikut menurun pada tahun 2022 yaitu 2,72 ton/ha dibandingkan tahun sebelumnya 2,94 ton/ha (Puspitasari M & Musyafak A, 2020). Penurunan produksi padi di kabupaten Sambas sebagian besar akibat tingginya *input* (sumber daya yang digunakan dalam proses produksi tanaman, seperti biaya pembelian benih, pupuk, sewa lahan, dan tenaga kerja) yang harus dikeluarkan oleh petani pada setiap musim tanam dan pada akhirnya berpengaruh pada tata kelola dan manajemen pertanian yang tidak maksimal. Besarnya *input* tersebut karena kebanyakan petani salah dalam melakukan dan menentukan waktu estimasi produksi (Nurita et al., 2019). Kondisi ini juga diperparah oleh metode kultur teknis yang masih dilakukan secara tradisional dan turun menurun tanpa *input* teknologi terkini (Suswati D, et al., 2023). Fenomena penurunan produksi inilah yang menjadi dasar perlunya dilakukan penelitian untuk meramal/estimasi produksi tanaman padi di kabupaten Sambas. Estimasi tersebut menurut Hidayat, et al., (2022) dapat dilakukan melalui teknologi penginderaan jauh (citra satelit) yang terintegrasi dengan sistem informasi geografis (SIG). Pemanfaatan teknologi ini menurut Bustomi, et al., (2020) dan Fajri, et al., (2022) dilakukan untuk menyajikan data sumberdaya pertanian yang lebih kuantitatif baik dari aspek kecepatan maupun dari aspek ketepatan dengan menganalisis data temporal terhadap ciri dan perubahan penampakan citra dengan transformasi indeks vegetasi dalam cakupan wilayah yang lebih luas sehingga dapat meningkatkan

kualitas estimasi (Manakane et al., 2023). Menurut Fahmi S, et al, (2023) data citra yang terekam oleh satelit Landsat 8 berupa *reflection* gelombang elektromagnetik yang dipadukan dengan data peta digital pada SIG akan membantu dan memudahkan pekerjaan dalam mengumpulkan, visualisasi dan memprediksi hasil analisis suatu data tertentu dalam rentang waktu yang relatif singkat, efisiensi biaya, dan akurasi yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Sekarsih & Fajar (2024) menunjukkan akurasi dan korelasi yang cukup tinggi antara nilai indeks NDVI dan data ubinan yang diolah melalui GIS. Data analisis yang dihasilkan dalam rentang waktu yang relatif singkat dengan cakupan lahan yang luas memudahkan dalam pengambilan keputusan bagi pemerintah, petani, dan peneliti/akademisi sebagai langkah tindak lanjut dalam perencanaan program pertanian. Sehingga tujuan penelitian ini adalah melakukan estimasi produksi tanaman padi menggunakan teknologi citra satelit dan sistem informasi geografis di Kabupaten Sambas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sambas pada Januari sampai dengan September 2024. Metode yang digunakan adalah analisis data ubinan yang diperoleh secara aktual pada titik-titik sampel di 15 kecamatan penghasil beras. Titik-titik sampel tersebut dibuat dengan ukuran 2,5m x 2,5m. Analisis juga dilakukan pada data citra. Data citra yang digunakan merupakan data citra hasil perekaman Landsat 8 OLI di ketinggian 705 km dari permukaan bumi dalam rentang waktu bulan Januari sampai dengan September tahun 2024, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000, peta tata guna lahan Kabupaten Sambas, dan data hasil observasi langsung lapangan. Data yang diperoleh melalui interval dataset citra satelit Landsat 8 OLI yang akan dianalisis adalah data selama 9 bulan yaitu data musim

tanam rendeng dan gadu (Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September). Tiap dataset hasil citra satelit tersebut kemudian dikoreksi secara radiometrik. Koreksi tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi efek atmosfer yang berpengaruh terhadap nilai reflektansi dari objek. Data yang telah dikoreksi kemudian dikompositkan dengan setiap *band* spektral warna yang terdapat di dalamnya. Hal ini dilakukan karena setiap *band* warna tidak dapat berdiri secara tunggal untuk mendeteksi penampakan permukaan bumi. Langkah selanjutnya adalah proses digitasi kenampakan vegetasi tanaman padi sebagai hasil komposit citra satelit kemudian dianalisis luasan untuk memudahkan dalam kalkulasi produktivitas. Analisis indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan persamaan:

$$NDVI = ((NIR - RED) / ((NIR + RED)))$$

Keterangan :

NDVI = Indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

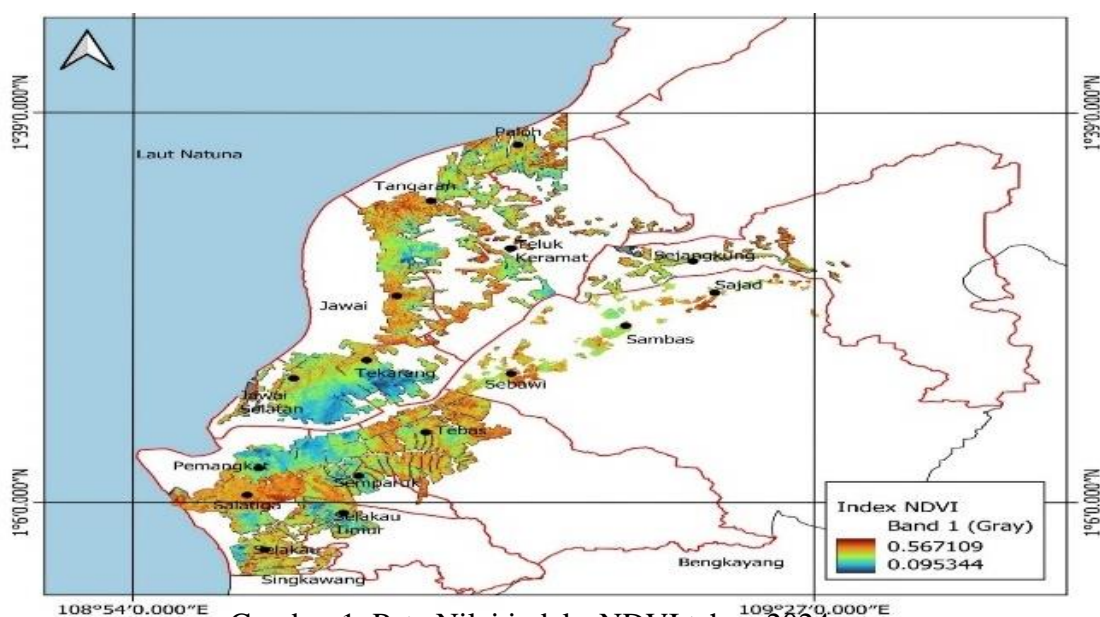
NIR = *Near Infra Red band* atau spektral infra merah dekat, dan pada citra satelit Landsat 8 OLI (*band* 4).

RED = Nilai *band* spektral merah dan pada citra satelit Landsat 8 OLI (*band* 5).

Data yang diperoleh melalui analisis indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan digitasi data hasil citra kemudian ditransformasi kedalam satuan ton/ha untuk mengetahui produktivitas tanaman dan dikalikan dengan luas lahan untuk mendapatkan jumlah produksi padi setiap satuan lahan. Selain itu, dilakukan observasi langsung di lapangan (*ground check*) terhadap 15 kecamatan penghasil beras untuk mengetahui kondisi lapangan secara nyata untuk melengkapi informasi dalam menganalisis. Data tersebut terdiri atas data pertumbuhan tanaman, titik lokasi pengamatan, dan metode budidaya yang dilakukan petani. Observasi dilakukan secara *real time* saat satelit Landsat 8 berada diatas/melewati titik pengambilan data. Proses pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan software QGIS 3.2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis indeks vegetasi NDVI (gambar 1) dan produksi tanaman padi pada lahan sawah kabupaten Sambas berada pada interval -0,242 sampai dengan 0,549 yang disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Nilai indeks NDVI tahun 2024

Tabel 2. Produksi tanaman padi di kabupaten Sambas berdasarkan nilai ubinan

Kecamatan	Ubinan (Kg)	Produktivitas (ton/ha)	Luas Sawah (ha)	Produksi (ton)
Sajad	2.3	3.68	612	2252.16
Sejangkung	2.1	3.36	2573	8645.28
Sambas	1.9	3.04	2482	7545.28
Sebawi	2.3	3.68	2455	9034.4
Semparuk	1.8	2.88	4970	14313.6
Tebas	2.2	3.52	9750	34320
Pemangkat	2.3	3.68	2906	10694.08
Salatiga	2.3	3.68	3028	11143.04
Selakau	2.3	3.68	5575	20516
Selakau Timur	1.8	2.88	1802	5189.76
Jawai	1.2	1.92	6676	12817.92
Jawai Selatan	1.9	3.04	5014	15242.56
Tangaran	2.2	3.52	5285	18603.2
Tekaran	1.5	2.4	3597	8632.8
Teluk Keramat	2.2	3.52	9183	32324.16
Total	30.3	48.5	65908.0	211274.2
Produktivitas				3.21

Analisis regresi linear sederhana dilakukan untuk mengetahui korelasi (*multipel R*) dan model persamaan yang akan digunakan untuk melakukan estimasi produksi. Arinal & Azhari (2023) berpendapat bahwa analisis regresi linear dapat digunakan untuk melakukan pendugaan/pemodelan suatu pola dengan karakteristik kualitas dan kuantitas menggunakan variabel-variabel independen agar hasil suatu peramalan lebih akurat. Model persamaan yang diperoleh setelah analisis dengan menentukan produktivitas padi sebagai variabel *independent* dan indeks nilai NDVI sebagai dependen adalah :

$$y = ax + b$$

Keterangan :

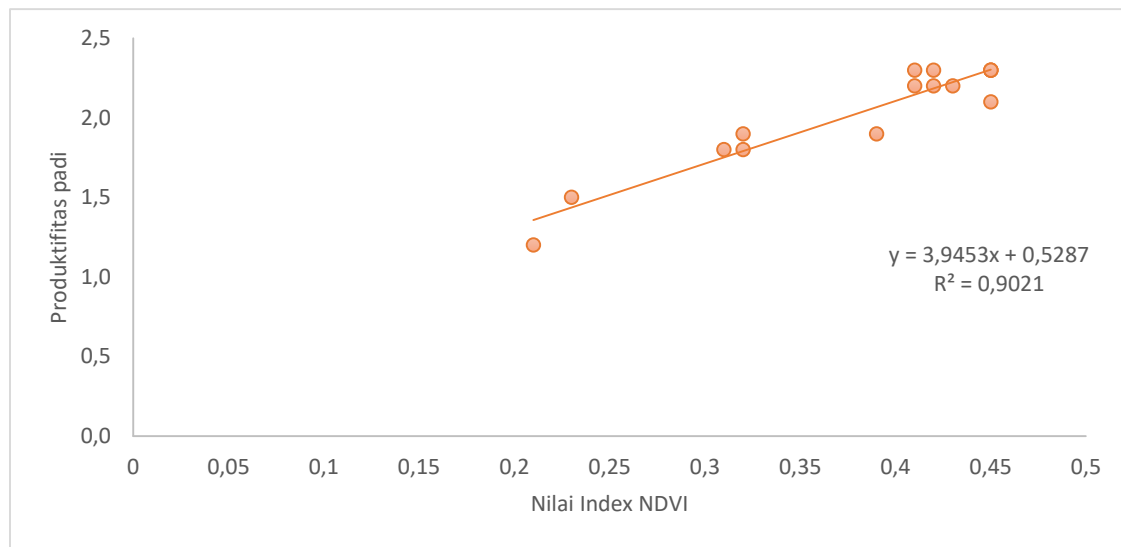
y = Produktivitas padi

x = Nilai NDVI

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien determinasi tingkat produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh nilai NDVI yaitu 90%, dan sisanya dipengaruhi oleh unsur lain seperti penggunaan varietas, serangan hama penyakit, atau inefisiensi pemupukan. Model peramalan yang diperoleh melalui analisis korelasi kemudian digunakan untuk melakukan estimasi produksi padi di Kabupaten Sambas pada musim tanam selanjutnya ditampilkan pada tabel 3. Keterkaitan (*R square*) yang erat antara produktivitas padi dan nilai indeks NDVI sejalan dengan pendapat Harumbaha et al., (2023) menyatakan bahwa uji koefisien determinasi dilakukan untuk mengetahui besaran pengaruh/sumbangan suatu variabel *independent* terhadap variabel dependen yang memiliki nilai dari 0 sampai dengan 1. Semakin tinggi nilai koefisien determinasi, maka semakin kuat pula pengaruh variabel *independent* terhadap variabel dependen.



Gambar 3. Grafik regresi produktivitas padi dan nilai indeks NDVI

Tabel 3. Estimasi produksi padi di Kabupaten Sambas tahun 2024

Kecamatan	Produksi (ton/ha)	Luas sawah (ha)	Estimasi Produksi (ton)
Sajad	2.84	612	1738.46
Sejangkung	2.84	2573	7308.90
Sambas	2.46	2482	6110.35
Sebawi	2.59	2455	6353.83
Semparuk	2.02	4970	10039.37
Tebas	2.65	9750	25849.61
Pemangkat	2.84	2906	8254.83
Salatiga	2.65	3028	8027.96
Selakau	2.84	5575	15836.43
Selakau Timur	1.96	1802	3526.28
Jawai	1.33	6676	8849.84
Jawai Selatan	2.02	5014	10128.25
Tangaran	2.59	5285	13678.20
Tekaran	1.45	3597	5222.38
Teluk Keramat	2.71	9183	24926.03

Hasil estimasi produksi padi menggunakan nilai NDVI dan ubinan diperoleh rata-rata produksi 2,36 ton/ha dengan selisih rata-rata produktivitas sebesar 0,84 ton. Kondisi ini disebabkan oleh metode perekaman satelit Landsat 8 yang berfokus pada besaran nilai spektral kerapatan vegetasi sehingga data citra yang diterima merupakan gambaran menyeluruh tentang kondisi vegetasi di areal persawahan. Pemantauan lapangan/check

ground menunjukkan bahwa selain membudidayakan padi, petani juga menanam beberapa tanaman lain seperti kelapa, kelapa sawit, atau jeruk. Selain itu, teknis budidaya juga diduga ikut mempengaruhi, seperti penggunaan varietas, pemupukan yang tidak berimbang, atau serangan hama penyakit. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Rahmadi et al., (2024) bahwa tingkat kehijauan/kerapatan vegetasi yang diukur dengan nilai NDVI

dipengaruhi oleh faktor tanah dan manajemen.

KESIMPULAN

Sebaran nilai indeks NDVI yang digunakan untuk melakukan estimasi produksi padi di Kabupaten Sambas berada pada interval -0,2427 – 0,549. Rata-rata hasil estimasi produksi padi adalah 2,36 ton/ha dengan produksi total 155.851 ton yang diperoleh menggunakan formula $y = 3,9453x + 0.5287$. Hasil penelitian ini menyarankan bahwa estimasi produksi padi pada tingkat akurasi yang lebih tinggi dapat dilakukan melalui pemantauan berkala indeks NDVI dan kalibrasi formula estimasi mengikuti teknik budidaya dan perubahan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminatus, S., Diana, N., & Tamami, B. (2023). Proyeksi Ekspor Beras Nasional Melalui Gerakan Tiga Kali Lipat Ekspor (Gratieks) Pertanian Indonesia. *Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo Madura (Pamator)*, 13(2): 159–169.
- Ariani, D., Prasetyo, Y., & Sasmito, B.(2020). Estimasi Tingkat Produktivitas Padi Berdasarkan Algoritma NDVI, EVI, dan SAVI Menggunakan Citra Sentinel- 2 Multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1): 207-216.
- Arinal, V., & Azhari, M. (2023). Penerapan Regresi Linear Untuk Prediksi Harga Beras Di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(1): 341–346.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPS Kalimantan Barat. (2023). Teknik Pengolahan Tanah Untuk Budidaya Tanaman Padi Di Desa Saing Rambli Kecamatan Sambas Kabupaten Sambas. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(4): 4088–4095.
- Bustomi., Domiri, D.D., Abadi, S., & Pirngadi, K. (2020). Pemanfaatan Data Satelit Landsat 8 Untuk Menduga Produktivitas Tanaman Padi (Studi Kasus Kabupaten Karawang). *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 16(2): 178–185.
- Fajri, Z. A., Sanjoto, T. B., Akhsin, W., Nur, B., & Infra, N. (2022). Model Estimasi Produktivitas Padi Menggunakan Ndzi Di Wilayah Kabupaten Demak Tahun 2021. *Jurnal Geosaintek*, 8(3): 279–289.
- Harumbaha, F. M. S., Kapa, M. M. J., & Nainiti, S. P. N. (2023). Analisis Faktor Produksi, Dan Pendapatan Usahatani Padi Sawah (Studi Kasus di Kelurahan Oesao Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang) (Production Factor Analysis, and Rice Field's Income (A Study at Kelurahan Oesao, Kecamatan Kupang Timur, Kabupaten Kupang. *Jurnal Buletin Ilmiah Impas*, 24(2): 143–149.
- Hilalullaili, R.,Kusnadi, N., & Rachmina, D. (2021). Analisis Efisiensi Usahatani Padi Di Jawa Dan Luar Jawa , Kajian Prospek Peningkatan Produksi. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 9(2): 143–153.
- Jannah, N., Astuti, P., Syahfari, H., & Sujalu, A. P. (2023). Technical Guidelines For Pajajaran Variety Rice Planting In The Rukun Sentosa Farmers ' Group , Pulau Atas District , Sambutan District. *Jurnal Abdimas Untag Samarinda(JAUS)*, 1(2): 75–82.
- Fahmi, S., Somantri, L., & Ridwana, R.(2023). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Teknologi Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Pemetaan Lahan Kritis di Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka. *Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 11(1): 133-147.
- Hidayat, A.R.,Parina, O., & Kurniawan, R. (2022). Pemanfaatan Data Citra Satelit Untuk Memprediksi Produksi Padi Tahun 2018-2022 dengan Membandingkan Metode Machine Learning dan Ekonometrik. *Prosiding Seminar Nasional Official Statistics*, 2023 (1): 225–234.

- Latue, P. C., Rakuasa, H., Studi, P., Biologi, P., Pattimura, U., Geografi, D., & Indonesia, U. (2023). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Identifikasi Perkembangan Lahan Terbangun pada Wilayah Rawan Gempa Bumi di Kota Ambon. *Jurnal Sains dan Teknologi (INSOLOGI)*, 2(3): 476–485.
- Manakane, S. E., Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan di DAS Marikurubu, Kota Ternate. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan (TABELA)*, 1(2): 51-60.
- Mooy, H., & Watuwaya, BK. (2023). Peran Penginderaan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografis Dalam Penerapan Pertanian Cerdas di Era Industri 4.0. *Prosiding seminar nasional*, 5(1): 120–131.
- Nurita, S. (2019). Keragaman Pertumbuhan dan Produksi Varietas Unggul Baru Padi di Lahan Pasang Surut Kabupaten Sambas (Diversity of Growth And Production of New Rice in Tidal Land of Sambas District). *Jurnal Pertanian Agros*, 21(2): 236–242.
- Pamuji, R., Mahardika, A. I., Wiranda, N., Saputra, N. A. B., Adini, M. H., & Pramatasari, D. (2023). Utilizing Electromagnetic Radiation In Remote Sensing For Vegetation Health Analysis Using NDVI Approach With Sentinel-2 Imagery. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 6(2): 127–135.
- Puspitasari, M. (2020). Analisis Faktor Yang Memengaruhi Produktivitas Padi Di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat (Analysis Of Factors Affecting Rice Productivity In Sambas District, West Kalimantan). *Jurnal Pertanian Agros*, 22(2): 312–322.
- Puspitasari, M. (2022). Pendapatan Dan Risiko Usahatani Padi Di Kabupaten Sambas (Rice Business Income And Risk In Sambas District West). *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2): 819–826.
- Qudriyah, R. A., Prasetyo, Y., & Yusuf, M. A. (2022). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Estimasi Produktivitas Padi Berbasis Pemrosesan Citra Sentinel 2a Pada Subround I Dan II Tahun 2018-2021 (Studi Kasus : Kecamatan Winong, Kabupaten Pati). *Jurnal Geodesi dan Geomatika (ELIPSODIA)*, 5(1): 16-23.
- Rahmadi, A. H., Wahdah, R., Razie, F., & Susanti, H. (2024). Akurasi Estimasi Produksi Padi Dengan Metode NDVI Berdasarkan Sentinel-2 Di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 20(1): 142-148.
- Shabrina, N., Sukmona, A., & Subiyanto, S. (2020). Analisis Identifikasi Fase Tumbuh Padi Untuk Estimasi Produksi Padi Dengan Algoritma EVI dan NDRE Multitemporal Pada Citra Sentinel-2 Di Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip Oktober*, 9(4): 59–70.
- Sekarsih, F., & Fajar Kusuma, G. (2024). Analisis Korelasi Produktivitas Padi Metode NDVI Dengan Data Ubinan Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, 4(2): 149–157.