

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

ANALISIS PERUBAHAN LAHAN DI PESISIR KABUPATEN BATANG

Kania Okta Wijanaputri, Adib Afriza Hamdani, Estika Afinda Nur Permata, Yuliyanti Magfiroh, Enjelia Ernestin Sihaloho, Irnanda Suryaningrum, Andhina Putri Heriyanti

Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang
Email korespondensi: kaniaoktawijanaputri@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena yang signifikan yang terjadi sebagai dampak dari pertumbuhan industri dan pertumbuhan penduduk di Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan alih fungsi lahan di tiga kecamatan dalam rentang waktu tahun 2015 hingga 2023 serta menganalisis perubahan lahan yang terjadi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan interpretasi visual citra satelit resolusi menengah. Data primer diperoleh dari Sistem Informasi Geografis (GIS), sedangkan data sekunder berasal dari Peta Tutupan Lahan 2015 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Batas Administrasi tahun 2023, dan Citra Satelit Landsat 8 tahun 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan lahan terbangun dalam jangka waktu 8 tahun mengalami perubahan yang cukup signifikan. Alih fungsi lahan ini dipicu oleh adanya pembangunan KITB dan pemukiman yang mengakibatkan bertambahnya lahan terbangun. Luas lahan terbangun mengalami peningkatan yang signifikan dalam rentang waktu yang sama, dengan Kecamatan Banyuputih menjadi wilayah yang paling banyak mengalami perubahan tersebut. Penelitian ini memberikan gambaran yang jelas tentang dinamika perubahan lahan di pesisir Batang.

Kata kunci: *KITB, Lahan Terbangun, Penutup Lahan, Pesisir Batang*

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

PENDAHULUAN

Kebutuhan lahan cenderung terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya penduduk tiap tahunnya. Hal tersebut akan memicu kecenderungan terjadinya alih fungsi lahan untuk pemenuhan berbagai kebutuhan. Perubahan dalam penggunaan lahan bisa dijelaskan sebagai pergeseran dari satu jenis penggunaan lahan ke jenis yang lain. Ini sering terjadi seiring pertumbuhan perkotaan dan perubahan kebutuhan manusia, mengakibatkan terus berlangsungnya proses konversi lahan (Rahman, 2019). Lahan merupakan hal yang sangat dibutuhkan bagi pembangunan, terutama pada pembangunan industri. Perubahan lahan ini mencakup konversi lahan pertanian, lahan terbuka, atau lahan lainnya menjadi lokasi untuk pabrik, gudang, atau fasilitas produksi lainnya. Keterbatasan lahan dan tingkat kebutuhan lahan yang meningkat menjadi alasan terjadinya alih fungsi lahan alasan lain yang mengakibatkan semakin tingginya alih fungsi lahan adalah penambahan penduduk yang kian meningkat. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk perumahan, perkantoran, jalan, dan berbagai infrastruktur lainnya (Syarifuddin, 2013). Proses ini merupakan bagian dari dinamika pembangunan ekonomi dan industri suatu daerah, yang memperhatikan berbagai faktor seperti aksesibilitas, infrastruktur, dan kebutuhan tenaga kerja (Prasetya, 2024).

Kabupaten Batang menjadi lokasi industri yang semakin diminati karena berbagai faktor strategis, karena posisinya yang strategis di Jawa Tengah dan aksesibilitasnya yang baik melalui jaringan transportasi yang berkembang (Widodo, et al., 2021). Menurut Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Batang Tahun 2017-2022, upaya dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan industri dengan mengembangkan kawasan industri guna memperkuat perekonomian lokal. Keberadaan industri di Kabupaten Batang memberikan peluang bagi pertumbuhan ekonomi daerah, penciptaan lapangan kerja, dan diversifikasi sektor industri.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan alih fungsi lahan di tiga kecamatan dalam jangka waktu tahun 2015 dan 2023 serta analisis penggunaan lahan yang berkaitan dengan lahan terbangun berupa industri dan permukiman. Menurut penelitian serupa (Ardeasari & Sigit, 2021), setiap tahun, terjadi perubahan dalam penggunaan lahan di berbagai daerah, dan seiring berjalannya waktu, pertumbuhan populasi terus meningkat. Oleh karena itu, kebutuhan akan tempat tinggal menjadi faktor utama yang mendorong perubahan tersebut. Peningkatan kesempatan kerja, akses layanan kesehatan yang lebih baik, dan peningkatan kualitas hidup dapat menjadi faktor penyebab pertumbuhan penduduk, terlebih lagi pada kawasan industri. Selain itu, migrasi penduduk juga mempengaruhi pertumbuhan penduduk. Migrasi penduduk dari daerah pedesaan ke daerah perkotaan atau dari daerah yang kurang berkembang ke daerah yang lebih maju ekonominya dapat menyebabkan peningkatan jumlah penduduk di suatu wilayah. Pertumbuhan penduduk memiliki keterkaitan yang erat dengan perubahan lahan di wilayah pesisir, termasuk di Kabupaten Batang. Pertumbuhan penduduk yang tinggi menjadi pendorong utama perubahan lahan di wilayah tersebut. Alih fungsi lahan juga menjadi faktor penting dalam perubahan lahan di wilayah pesisir. Perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 hingga 2015, dengan fokus pada dinamika transformasi lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun (Aji & Irianto, 2017).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan menggunakan interpretasi visual citra satelit resolusi menengah untuk memantau perubahan penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang. Penelitian ini berfokus pada perubahan penggunaan lahan di Kabupaten

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Batang yang beririsan dengan kawasan KIT Batang, kecamatan ini meliputi Kecamatan Gringsing, Kecamatan Banyuputih dan Kecamatan Subah antara tahun 2015 dan 2023.

Data yang digunakan termasuk data primer dari Sistem Informasi Geografis serta gambar yang diambil di lokasi penelitian dan data sekunder yang berasal dari peta tutupan lahan 2015 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), batas administrasi tahun 2023, dan citra satelit Landsat 8 tahun 2023. Peta tutupan lahan dari KLHK digunakan sebagai peta dasar karena memiliki kemudahan dalam akses, dimana dapat diunduh dari *website* KLHK (Amalia et al, 2024; Letsoin et al, 2020). Teknik analisis data yang digunakan adalah interpretasi visual. Interpretasi visual memanfaatkan beberapa kunci yaitu rona dan warna, bentuk, ukuran, tekstur, pola, bayangan, situs, asosiasi, konvergensi bukti (Fariz et al, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB) adalah inisiatif dari pemerintah Jawa Tengah untuk memperkuat ekonomi wilayah yang sedang berkembang. Pembangunan KIT Batang dilakukan di tiga kecamatan, diantaranya yaitu Banyuputih, Gringsing, dan Subah. Perubahan luas lahan di sekitar Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB) akan mengakibatkan perubahan dalam penggunaan lahan di sekitarnya. Salah satunya adalah peningkatan pembangunan wilayah pemukiman dan komersial untuk mendukung kebutuhan pekerja dan pengunjung yang datang. Perubahan ini dapat menyebabkan terjadi peningkatan pertumbuhan penduduk yang disebabkan oleh para pekerja industri dan munculnya pendatang baru karena melihat potensi ekonomi yang ada dan akhirnya menetap di di sekitar kawasan Industri Terpadu Batang (Mustakim, 2023).

Penggunaan Lahan di Kecamatan Banyuputih, Kecamatan Gringsing, dan Kecamatan Subah

Terdapat peningkatan luas penggunaan lahan pada Kecamatan Banyuputih, Gringsing, dan Subah berupa lahan terbangun pada tahun 2015 yaitu 1655,04 ha dan mengalami peningkatan pada tahun 2023 yaitu 3638,42 ha. Peningkatan luas lahan terbangun dari tahun 2015-2023 berkisar 1938,38 ha dalam rentan waktu 8 tahun. Populasi yang terus berkembang menjadi salah satu pendorong utama perubahan penggunaan lahan (Ricky et.al., 2017). Meningkatnya jumlah penduduk memicu kebutuhan akan lebih banyak lahan untuk pembangunan tempat tinggal, industri, infrastruktur, dan sektor jasa (Kusumastuti et.al., 2018).

Tabel 1. Data penggunaan lahan Kecamatan Subah, Kecamatan Banyuputih, dan Kecamatan Gringsing pada tahun 2015 dan 2023.

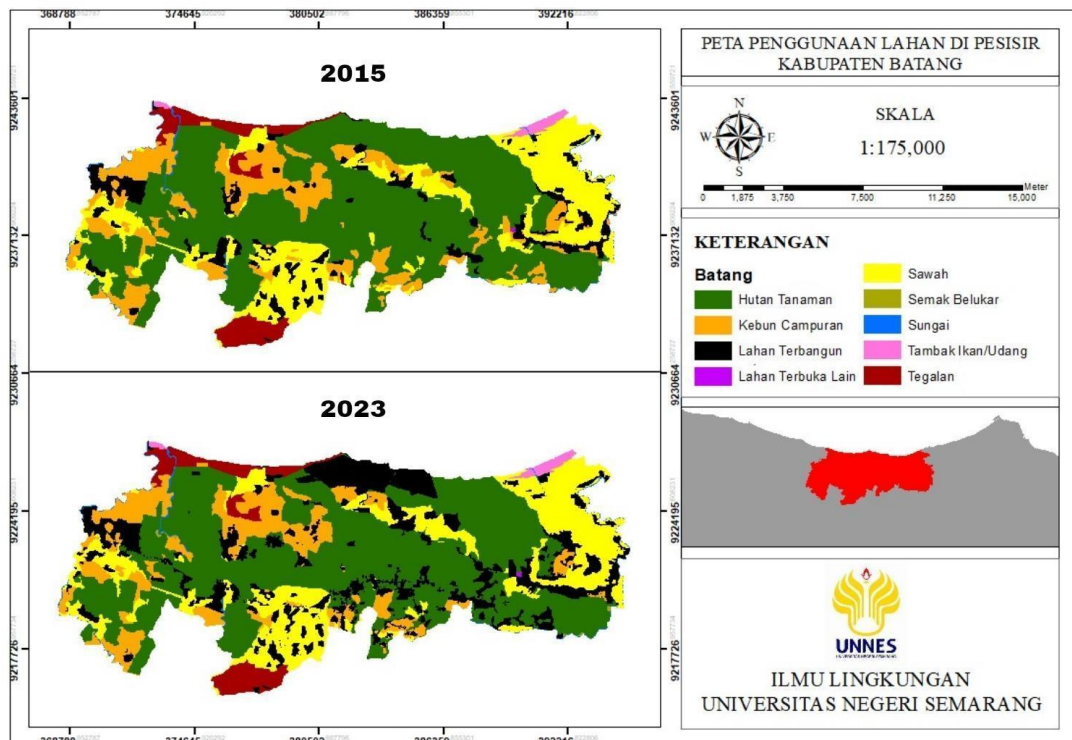
No	Kecamatan	Tahun			
		2015		2023	
		Ha	%	Ha	%
1.	Subah	855,74	51,7	1241,78	34,12
2.	Banyuputih	197,86	11,95	1057,73	29,07
3.	Gringsing	601,44	36,33	1338,91	36,79
TOTAL		1655,04		3638,42	

Penggunaan lahan terbangun terbesar diantara 3 kecamatan di atas yaitu pada Kecamatan Banyuputih, dengan perubahan dari tahun 2015-2023 sekitar 859,86 ha. Perubahan lahan terbangun yang signifikan ini dipicu karena Kecamatan Banyuputih terletak

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

di tengah antara Kecamatan Subah dan Gringsing, yang menjadi pusat pembangunan Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB). Selain di KITB, terdapat juga industri baru yang dibangun di Kecamatan Banyuputih, seperti industri kayu dan peternakan yang banyak di bangun selama kurun waktu 2015 sampai 2023. Sedangkan Kecamatan Subah menjadi Kecamatan yang mengalami lahan terbangun terkecil dari tahun 2015-2023, yaitu 38,04 ha. Hal ini dikarenakan pembangunan KITB di Kecamatan Subah hanya berada di sebagian kecil wilayah Timur yang berbatasan dengan Kecamatan Banyuputih. Wilayahnya yang sebagian besar masih berupa hutan, perbukitan, dan Kecamatan Subah memiliki kemiringan lereng 25-40% merupakan beberapa faktor yang mengakibatkan sedikitnya alih fungsi lahan (Riza, 2016).



Gambar 1. Peta perubahan penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang

Hasil interpretasi penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang dari citra landsat dengan mengelompokkan penggunaan lahan menjadi sembilan jenis penggunaan lahan yang tersaji dalam tabel 2.

Tabel 2. Jenis dan luas penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang pada tahun 2015 dan 2023.

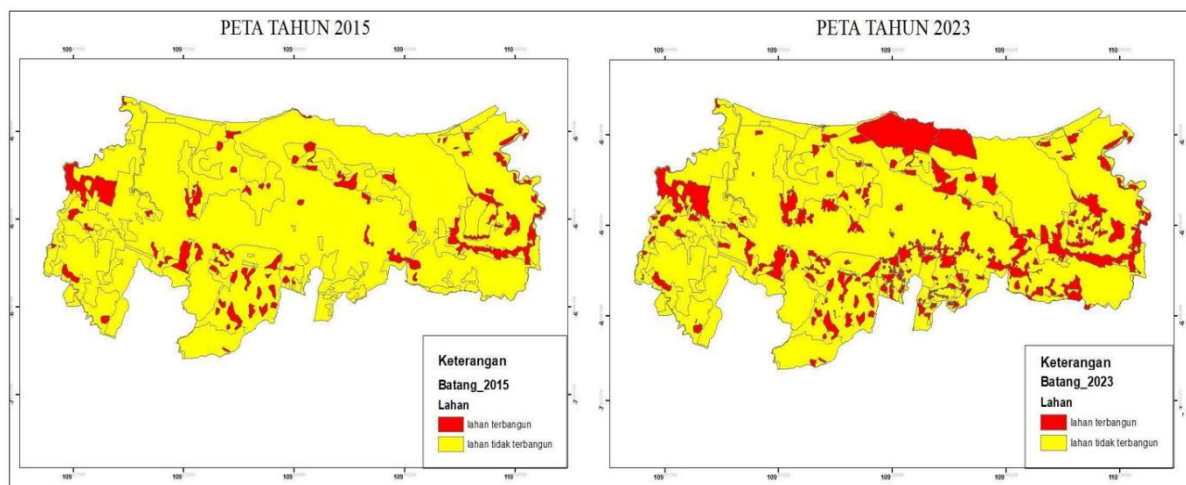
SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Penggunaan Lahan	Luas Lahan 2015 (Ha)	Luas Lahan 2023 (Ha)
Lahan Terbangun	1647.292	3712.828
Lahan Terbuka Lain	6.233	6.233
Hutan Tanaman	11308.097	9934.951
Kebun Campur	3190.308	2681.178
Sawah	4222.516	4057.304
Semak Belukar	19.064	19.064
Sungai	133.463	133.298
Tambak	143.503	143.503
Tegalan	931.735	913.851

Perubahan Penggunaan Lahan di pesisir Kabupaten Batang

Perubahan penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang pada tahun 2015 dan 2023 mengalami perubahan yang cukup signifikan. Dengan lahan terbangun yang semula pada tahun 2015 seluas 1647,29 ha, pada tahun 2023 bertambah luas menjadi 3712,82 ha, jadi lahan terbangun bertambah 2065,53 ha dalam jangka waktu 8 tahun. Konversi lahan yang paling terlihat yaitu pada hutan tanaman, kebun campuran, dan sawah. Hal tersebut dikarenakan adanya peningkatan pembangunan industri di Kabupaten Batang dalam beberapa tahun terakhir yang telah menyebabkan perubahan fungsi lahan dari pertanian, hutan tanaman, dan lahan terbuka menjadi area pemukiman seperti kawasan industri dan komersial (Audia & Saputri, 2023).



Gambar 2. Peta perubahan lahan terbangun di pesisir Kabupaten Batang

Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB) sebagian besar masih dalam proses pembangunan, hal ini dapat diperkirakan bahwa beberapa tahun ke belakang, lahan terbangun di sekitar daerah tersebut akan semakin banyak dan meluas. Namun hal ini sudah sejalan dengan tujuan penataan ruang Kabupaten Batang menurut Peraturan Daerah Kabupaten Batang Nomor 13 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Batang Tahun 2019-2039. Salah satu implementasi dari rencana tersebut adalah pembangunan kawasan industri di pesisir Batang. Lokasi ini dipilih karena memiliki aksesibilitas yang baik ke pelabuhan, yang akan memudahkan pengiriman bahan baku dan produk hasil produksi. Dengan demikian, biaya operasional dapat ditekan dan efisiensi logistik dapat ditingkatkan. Pesisir Batang juga memiliki potensi besar sebagai kawasan industri terpadu, dengan luas lahan yang memadai untuk pengembangan industri serta infrastruktur pendukungnya.

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

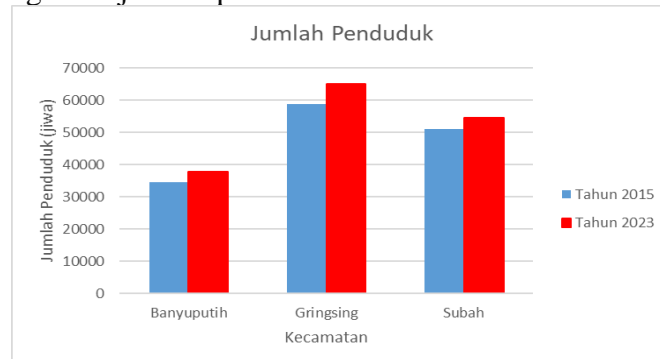
“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”



Gambar 3. Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB)

Pertumbuhan Penduduk di Pesisir Kabupaten Batang

Berdasarkan data BPS tahun 2023, Kabupaten Batang memiliki 12 Kecamatan dengan total luas mencapai 78.864,16 hektar. Dari keseluruhan kecamatan tersebut, Kecamatan Banyuputih, Gringsing, dan Subah menjadi perhatian karena lokasinya yang berada di sepanjang pesisir Kabupaten Batang dan termasuk dalam wilayah Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB). Dengan adanya kawasan industri ini mempengaruhi masyarakat untuk memperoleh pekerjaan. Fenomena ini dapat memicu arus migrasi penduduk, baik yang berasal dari daerah sekitar maupun yang datang dari tempat-tempat yang jauh, dalam upaya untuk memanfaatkan peluang pekerjaan yang tersedia. Imigran yang sudah nyaman tinggal di lingkungan tersebut pada akhirnya memilih untuk menetap dan bahkan menikah. Hal tersebut juga menjadi faktor penambahan penduduk di sekitar kawasan industri. Seperti yang terlihat pada gambar 1, perbandingan jumlah penduduk di 3 kecamatan yaitu Banyuputih, Gringsing, dan Subah pada tahun 2015 sebelum adanya kawasan industri, dan tahun 2023 setelah adanya industri mengalami peningkatan jumlah penduduk.



Gambar 4. Jumlah penduduk Kecamatan Banyuputih, Kecamatan Gringsing, dan Kecamatan Subah pada tahun 2015 dan 2023

(Sumber : BPS Kabupaten Batang 2016; BPS Kabupaten Batang 2024)

Kecamatan Gringsing merupakan wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk yang paling signifikan dibanding dua kecamatan yang lain. Dalam rentang tahun 2015-2023 mengalami kenaikan jumlah penduduk sebesar 6.311 jiwa. Jika dilihat luas wilayahnya, Kecamatan Gringsing bukanlah yang terbesar dari kecamatan yang lain, namun memiliki perubahan pertumbuhan penduduk yang paling tinggi. Hal ini dapat terjadi karena secara administratif, Kecamatan Gringsing berbatasan langsung dengan Kecamatan Weleri di Kabupaten Kendal yang notabene sudah padat penduduk. Selain itu, wilayah tersebut juga dilalui oleh Jalan Tol Batang-Semarang yang memudahkan akses transportasi dan berdampak pada timbulnya kegiatan ekonomi dengan bermunculannya lahan terbangun di sepanjang jalan pantura, seperti rumah makan, tempat untuk beristirahat, dan lain-lain. Sedangkan Kecamatan yang memiliki penduduk terendah dari ketiga kecamatan tersebut adalah Kecamatan

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Banyuputih. Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Banyuputih dari tahun 2015 hingga tahun 2023 tidak mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Kenaikan jumlah penduduk dari 2015 yang semula 34.466 menjadi 37.803 pada tahun 2023, jumlah penduduk mengalami pertumbuhan sebesar 3.337 orang dalam jangka waktu delapan tahun.

Dampak dari peningkatan jumlah penduduk ini akan terasa pada ketersediaan ruang, terutama di Kecamatan Banyuputih, Gringsing, dan Subah sebagai akibat dari pembangunan Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB). Hal ini akan menyebabkan perluasan perubahan fungsi lahan, dan perubahan kepemilikan lahan di daerah-daerah tersebut. Penggunaan lahan di ketiga kecamatan tersebut juga mengalami perubahan yang signifikan antara tahun 2015 sampai tahun 2023 sebagai tanggapan terhadap pembangunan KITB.

Penelitian ini memiliki limitasi karena menggunakan metode sistem informasi geografis (SIG) untuk menganalisis objek permukaan bumi dengan teknik interpretasi visual yang hanya mempertimbangkan karakteristik visual objeknya. Interpretasi visual memiliki akurasi yang baik namun tidak efisien, terlebih hasil interpretasi visual sifatnya subjektif tergantung pembuat peta, dimana manusia memiliki keterbatasan dalam menginterpretasikan suatu objek dalam peta maupun pengolahan data luasan lahan terbangun. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan citra satelit beresolusi tinggi agar proses pengolahan data luasan lahan terbangun menjadi lebih mudah. Selain itu, juga bisa menggunakan citra resolusi menengah tetapi menggunakan urban index seperti studi Fariz & Faniza (2023) dan Xu et al (2021), selain itu juga bisa menggunakan metode yang lebih lanjut seperti machine learning yang telah diterapkan di beberapa studi seperti studi Fariz & Nurhidayati (2020) dan Rudiastuti et al (2021). Hal ini supaya pemantauan kualitas lingkungan di pesisir Kabupaten Batang lebih mudah dan mendukung untuk kebijakan tata ruang.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan yang signifikan dalam penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Batang, terutama dalam kaitannya dengan pembangunan Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB). Pertumbuhan industri dan populasi di daerah ini telah menyebabkan perubahan drastis dalam struktur lahan, dengan luas lahan terbangun mengalami peningkatan yang cukup besar dalam kurun waktu delapan tahun. Teknik analisis peta menggunakan interpretasi visual dalam menganalisis perubahan lahan masih memiliki keterbatasan, dimana sifatnya subjektif tergantung pada pembuat peta. Disarankan untuk menggunakan citra satelit resolusi tinggi dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A., & Irianto, R. D. (2017). Kajian Konversi Sawah Menjadi Non Sawah di Kecamatan Batang Kabupaten Batang Tahun 2000–2015. *RISTEK: Jurnal Riset, Inovasi dan Teknologi Kabupaten Batang*, 2(1), 1-14.
- Amalia, A. V., Fariz, T. R., Lutfiananda, F., Ihsan, H. M., Atunnisa, R., & Jabbar, A. (2024). Comparison of SWAT-based ecohydrological modeling in Rawa Pening Catchment Area, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(1).
- Ardeasari, F., & Sigit, A. A. (2021). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kecamatan Ceper Kabupaten Klaten Tahun 2010 dan 2020* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Audia, D., & Saputri, N. A. R. (2023). Pengaruh Luas Lahan Pertanian dan Nilai Realisasi Proyek Penanaman Modal Asing Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di Kabupaten Batang Jawa Tengah. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 5(6), 2639-

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

2644.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang. (2016). *Kabupaten Batang Dalam Angka 2016*. Batang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang. (2024). *Kabupaten Batang Dalam Angka 2024*. Batang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang.
- Fariz, T. R., & Nurhidayati, E. (2020). Mapping Land Coverage in the Kapuas Watershed Using Machine Learning in Google Earth Engine. *Journal of Applied Geospatial Information*, 4(2), 390-395.
- Fariz, T. R., & Faniza, V. (2023). Comparison of built-up land indices for building density mapping in urban environments. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2683, No. 1). AIP Publishing.
- Fariz, T. R., Jatmiko, R. H., Mei, E. T. W., & Lutfiananda, F. (2023). Interpretation on aerial photography for house identification on landslide area at Bompon sub-watershed. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2683, No. 1). AIP Publishing.
- Letsoin, S. M. A., Herak, D., Rahmawan, F., & Purwestri, R. C. (2020). Land cover changes from 1990 to 2019 in Papua, Indonesia: Results of the remote sensing imagery. *Sustainability*, 12(16), 6623.
- Mustakim, C. M., Wijaya, A. P., & Yusuf, M. A. (2023). Analisis Perubahan Zona Nilai Tanah Tahun 2017-2022 Akibat Pembangunan Kawasan Industri Terpadu (Studi Kasus: Kecamatan Tulis, Kabupaten Batang). *Jurnal Geodesi Undip*, 12(2), 141-150.
- Prasetya, H. E. (2024). Dukungan Infrastruktur Perkeretaapian pada Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB). *Juremi: Jurnal Riset Ekonomi*, 3(5), 645-656.
- Pratama, B. F., Sholikah, L. N. M., Nisa, Z. K., Pradipta, A. G., Ngadisih, N., Susanto, S., ... & Arif, S. S. (2023). Machine learning application for identifying the agricultural land use change to support regional food security estimation in Southern area of Kulon Progo. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2596, No. 1). AIP Publishing.
- Rahmah, A. N., Subiyanto, S., & Amarrohman, F. J. (2019). Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dengan Artificial Neural Network (ANN) di Kota Semarang. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 9(1), 197-206.
- Riza, A. I. (2016). Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penentuan Kesesuaian Lokasi Perikanan Budidaya Tambak Ramah Lingkungan di Kabupaten Batang. *RISTEK: Jurnal Riset, Inovasi dan Teknologi Kabupaten Batang*, 1(1), 17-31.
- Rudiasuti, A. W., Farda, N. M., & Ramdani, D. (2021). Mapping built-up land and settlements: a comparison of machine learning algorithms in Google Earth engine. In *Seventh Geoinformation Science Symposium 2021* (Vol. 12082, pp. 42-52). SPIE.
- Syaifuddin, Hamire, A., Dahlan. (2013). Hubungan Antara Jumlah Penduduk dengan Alih Fungsi Lahan di Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa. *Jurnal Agrisystem*, 9(2), 2089-0036.
- Widodo, P. H., Suparno, S., & Hajar, N. (2021). Pelatihan Perencanaan Sumber Daya Lokal dalam Menyongsong Kawasan Industri Terpadu Batang. *Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 423-427
- Xu, R. (2021). Mapping rural settlements from landsat and sentinel time series by integrating pixel-and object-based methods. *Land*, 10(3), 244.