

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Analisis Perubahan Tutupan Lahan Terbangun Di Sub-DAS Kripik

Sindi Yuliana Putri^{1*}, Mohammad Rifki Trihadiana¹, Lutfiah Rahma Sekar Kinasih¹,
Durrotul Jahroo Mauliya¹, Trida Ridho Fariz¹, Andin Vita Amalia¹

¹Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

*Email korespondensi: sindiulianap@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Sub-DAS adalah bagian dari suatu Daerah Aliran Sungai yang berukuran lebih kecil dan dibatasi oleh aliran sungai utama dan anak sungai utamanya. Sub-DAS Kripik merupakan bagian dari DAS Garang yang memiliki peran cukup penting sebagai penerima air hujan lalu mengalirkan dari anak sungai ke sungai utama. Terjadinya perubahan lahan di daerah Sub-DAS Kripik dari tahun 2015 ke 2021 sehingga diperlukannya analisis perubahan tutupan lahan yang terjadi di daerah sekitar Sub-DAS. Lokasi pengamatan yaitu Sub-DAS Kripik yang berlokasi di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui kajian literatur, peta wilayah studi dan observasi lapangan secara tidak langsung melalui Google Maps dan Street View. Teknik analisis data dengan interpretasi citra dan analisis deskriptif menunjukkan terjadinya perubahan tutupan lahan di Sub-DAS Kripik terhadap adanya perubahan luas lahan terbangun antara tahun 2015 dan 2021. Perubahan terjadi secara merata hampir di seluruh daerah Sub-DAS Kripik yang meliputi beberapa kelurahan. Perubahan tutupan lahan yang terjadi di Sub-DAS Kripik mengalami perubahan yang cukup signifikan antara tahun 2015 dan 2021. Sub-DAS Kripik mempunyai berbagai peranan dalam sistem ekologi dan hidrologi sehingga terjadinya perubahan tutupan lahan di daerah Sub-DAS memiliki dampak terhadap kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Kata kunci: Daerah aliran sungai; lahan terbangun; perubahan tutupan lahan

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

PENDAHULUAN

Secara umum daerah aliran sungai (DAS) merupakan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografis, dimana DAS ini berfungsi sebagai pengumpul, penyimpan dan penyalur air, unsur hara, serta sedimen melalui sistem hidrologi sungai (Narendra et al., 2021). DAS memiliki peran yang sangat vital bagi ekosistem di sepanjang aliran sungai. Hal ini karena DAS merupakan sebuah megasistem yang kompleks, dimana daerah aliran sungai dibangun atas sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis (*biological systems*) dan sistem manusia (*human systems*) (Utami, 2023). Setiap sistem dan subsistem di dalam DAS memiliki peranannya masing-masing yang saling berinteraksi, sehingga hubungan antar komponen didalam DAS sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Menurut Pendapat Wibisono tahun 2021, permasalahan yang sering terjadi di area DAS adalah tekanan penduduk terhadap kebutuhan lahan, peningkatan laju erosi dan tanah longsor, penebangan hutan untuk lahan pertanian, dan peningkatan aliran permukaan. Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS akan mempengaruhi struktur tanah, permeabilitas tanah, kemantapan agregat yang berimplikasi pada penurunan laju dan kapasitas infiltrasi tanah serta dapat meningkatkan laju erosi. Kelestarian DAS dan ekosistem yang ada didalamnya mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS akan berpengaruh terhadap perubahan sistem tata air DAS (Hariati et al., 2022).

Sungai Garang merupakan salah satu sungai utama yang berada di Kota Semarang. DAS Garang memiliki daerah hulu yang didominasi oleh kawasan penyangga berupa resapan bagi konservasi sumber daya air dan tanah Kota Semarang dan sekitarnya (Hanafi & Pamungkas, 2021). Sungai Kreo dan Sungai Kaligarang masuk kedalam bagian dari daerah aliran sungai Garang yang berperan dalam menyediakan suplai air baku di berbagai wilayah di Kota Semarang. Secara administratif, DAS Garang memiliki wilayah yang meliputi daerah administrasi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Semarang, Kota Semarang, dan Kabupaten Kendal Jawa Tengah (Hasthi et al., 2023). Dalam Perda Provinsi Jawa Tengah No. 15 Tahun 2014 terkait dengan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Wilayah Provinsi Jawa Tengah menyebutkan bahwa, DAS Garang merupakan salah satu daerah aliran sungai yang termasuk dalam kriteria memerlukan pemulihan daya dukungnya. Hal ini menunjukkan bahwa saat ini DAS Garang memiliki daya dukung yang sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Kondisi ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasthi dkk tahun 2023 yang menyatakan bahwa Sungai Kaligarang masih mengalami erosi dan sedimentasi. Dampak yang ditimbulkan dari erosi dan sedimentasi di DAS Garang dapat berupa terganggunya siklus hidrologi sungai, sehingga akan berdampak terhadap turunnya kualitas dan kuantitas sungai.

DAS terbagi menjadi 3 bagian yaitu, bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Bagian hulu merupakan daerah konservasi yang mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi dan kemiringan lerengnya lebih besar dari 20%. Kemudian untuk bagian tengah merupakan daerah transisi. Sedangkan bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan kerapatan drainase lebih kecil dan termasuk daerah rawan banjir (Pigawati et al., 2018). Hubungan antara hulu, tengah, dan hilir memiliki konektivitas sebab-akibat yang saling mempengaruhi ketika terjadi perubahan pada fungsi DAS. Wilayah perkotaan yang umumnya berada di tengah antara hulu dan hilir sungai akan dilalui oleh koridor aliran sungai. Sumber konflik atau gangguan yang berasal dari hulu atau sepanjang aliran sungai yang pada akhirnya melalui kota, akan membawa pengaruh terhadap ruang perkotaan yang dilaluinya (Aneke & Gea, 2022). Secara spasial dan simbolis DAS Garang digambarkan sebagai penghubung dan pembagi. Meskipun secara spasial menjadi pembagi antara Semarang bagian barat dan timur karena letaknya berada di tengah wilayah Kota Semarang, DAS Garang juga berfungsi sebagai penghubung utama antara

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

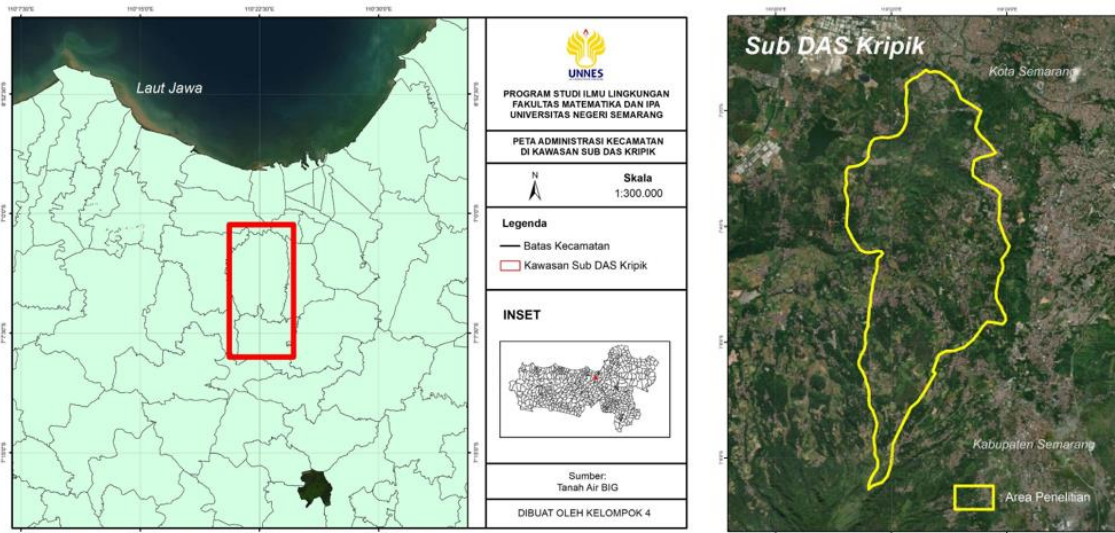
“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Semarang bagian atas sebagai wilayah hulu dan Semarang bagian bawah sebagai wilayah hilir. Aliran utama DAS Garang adalah Sungai Garang yang berasal dari Kawasan Gunung Ungaran Kabupaten Semarang, mengalir melalui pusat Kota Semarang sebelum bermuara di pesisir utara Kota Semarang (Aneke & Gea, 2022).

DAS Garang terdiri dari empat sub bagian daerah aliran sungai yaitu, Sub-DAS Garang Hulu, Kreo, KripiK, dan Hilir. Sub-DAS KripiK merupakan salah satu sub bagian dari aliran Sungai Garang, dimana Sub-DAS KripiK ini merupakan kawasan hulu dari DAS Garang (Hasthi et al, 2023). Sub-DAS KripiK yang terdiri dari Kecamatan Ungaran Barat, Ngaliyan, dan Gunungpati memiliki panjang sungai sekitar 2,6 km (Etnovanese et al, 2019). Sub-DAS KripiK adalah bagian dari DAS Garang yang berperan dalam menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama, sehingga Sub-DAS KripiK ini memiliki peran yang cukup penting. Sistem pengairan yang baik memiliki kriteria berupa wilayah DAS yang memiliki daerah resapan air sehingga cukup untuk mengontrol air limpasan ketika hujan turun (Fathan, 2022). Namun berdasarkan penelitian Pane dkk tahun 2018 menyatakan bahwa saat ini DAS Kaligarang termasuk sebagai DAS kritis karena semakin berkurangnya area tutupan lahan yang banyak beralih fungsi sehingga menyebabkan berkurangnya luas daerah resapan air dan semakin meningkatnya sedimentasi, sehingga sering terjadi banjir. Perubahan tutupan lahan tidak hanya terjadi pada DAS utama, tetapi juga Sub-DAS dari DAS Garang seperti Sub-DAS KripiK. Oleh karena itu, studi ini akan membahas tentang perubahan tutupan lahan di Sub-DAS KripiK.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian pada studi ini berada di Sub-DAS KripiK yang secara administratif terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Sub-DAS KripiK yang terdiri dari Kecamatan Ungaran Barat, Ngaliyan, dan Gunungpati dengan panjang sungai sekitar 2,6 km yang memiliki daerah hilir berupa wilayah perkotaan. Sub-DAS KripiK memiliki wilayah yang diapit oleh dua Sub-DAS, yaitu Sub-DAS Kreo dan Sub-DAS Garang.



Gambar 1. Gambar lokasi Sub-Das KripiK

Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian berupa kajian literatur melalui artikel ilmiah yang berhubungan dengan tutupan lahan serta topik penelitian yang dilakukan dan data spasial. Adapun data spasial yang digunakan adalah peta tutupan lahan tahun 2015 dari KLHK dan citra

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

satelit World View-2 tahun 2021 yang diakses melalui *World Imagery Wayback*. Teknik analisis data menggunakan interpretasi citra satelit dan analisis deskriptif. Interpretasi citra adalah kegiatan untuk mengkaji foto atau citra dengan tujuan mengenali objek dan gejala serta menilai seberapa penting objek dan gejala tersebut (Agoes et al, 2018). Proses interpretasi dilakukan secara manual dengan perbesaran (*magnification*) maksimum sebesar 2,5x dari output skala peta (Fariz et al, 2023; Sutanto, 2016). Output dalam penelitian ini berupa peta tutupan lahan Sub-DAS Kripik tahun 2015 dan 2021. Dalam penelitian ini penutup lahan yang dipetakan terdiri dari dua kelas yaitu lahan terbangun dan lahan tidak terbangun seperti pada tabel 1.

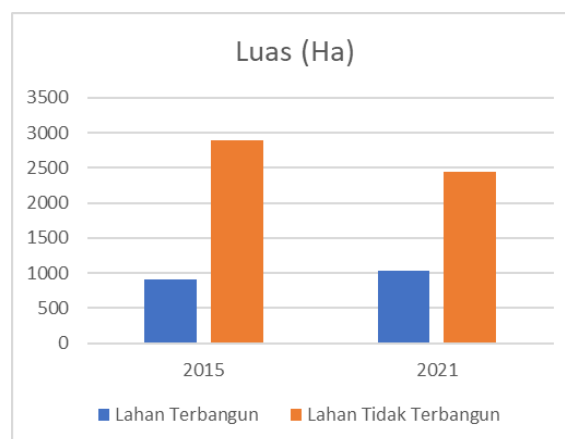
Tabel 1. Kelas Penutup Lahan yang Digunakan

Kelas Penutup Lahan	Batasan Operasional
Lahan Terbangun	Tutupan lahan berupa bangunan permukiman kota, bangunan industri perdagangan maupun perkantoran, dan bangunan non permukiman lain.
Lahan Tidak Terbangun	Tutupan lahan berupa hutan rakyat, hutan tanaman, kebun campuran, ladang atau tegalan dengan palawija, perkebunan lain seperti cengkeh, sawah dengan padi diselingi tanaman lain, semak, dan sungai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan penutup lahan menggunakan interpretasi citra satelit

Dalam penelitian ini, tahapan pemetaan penutup lahan dimulai dengan menambahkan citra satelit penutup lahan pada tahun 2015, kemudian dipotong pada area DAS Kripik. Untuk memperoleh data tutupan lahan pada tahun 2021, dilakukan pemotongan pada lahan terbangun sesuai dengan kondisi tutupan lahan pada *World Imagery Wayback*. Peta tutupan lahan pada tahun 2015 dan 2021 yang telah didapat dibandingkan perubahan tutupan lahan yang meliputi luas perubahan lahan terbangun dan lahan tidak terbangun.



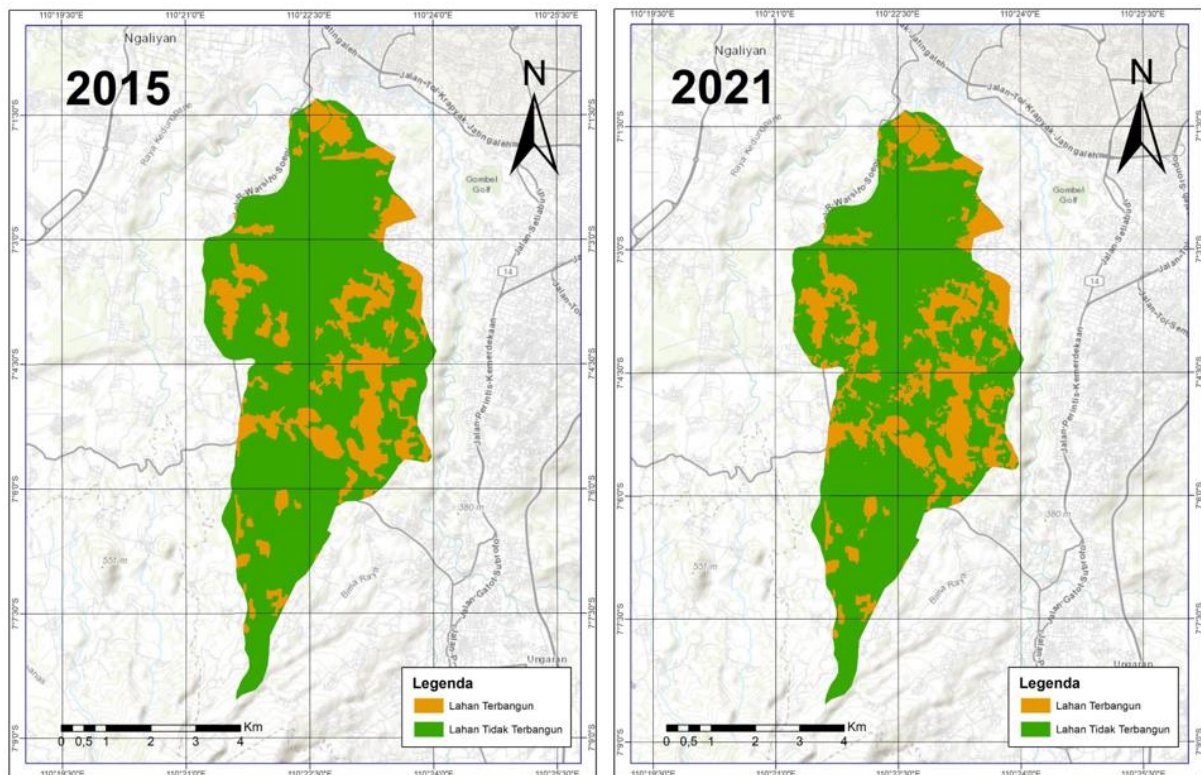
Gambar 2. Diagram batang perubahan luasan penutup lahan di Sub-DAS Kripik

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Hasil analisis perubahan tata guna lahan di wilayah Sub-DAS Kripik menunjukkan terjadinya perubahan luas lahan terbangun pada tahun 2015 dan 2021. Berdasarkan data tutupan lahan Sub-DAS Kripik tahun 2015, luas lahan terbangun di Sub DAS tersebut seluas 908,24 hektar. Sedangkan luas lahan terbangun berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan peneliti pada area Sub-DAS Kripik pada tahun 2021 meningkat menjadi 1.034,44 hektar. Lahan terbangun disini meliputi bangunan permukiman kota, bangunan industri, perdagangan dan perkantoran, serta bangunan non permukiman lain.

Sementara untuk lahan tidak terbangun yang meliputi hutan rakyat, hutan tanaman, kebun campuran, ladang atau tegalan dengan palawija, perkebunan lain seperti cengkeh, sawah dengan padi diselingi tanaman lain, semak, dan sungai juga menunjukkan perbedaan luas. Pada tahun 2015 luas lahan tidak terbangun sekitar 2.895,23 hektar dan terjadi penurunan akibat dari meningkatnya lahan terbangun, sehingga pada tahun 2021 area Sub-DAS Kripik ini memiliki luas sekitar 2.437,38 hektar. Berikut ini adalah peta tutupan lahan di wilayah Sub-DAS Kripik pada tahun 2015 dan 2021.



Gambar 3. Peta perubahan penutup lahan di Sub-DAS Kripik

Jika dilihat pada peta tersebut, perubahan terjadi secara merata hampir di seluruh daerah Sub-DAS Kripik yang meliputi Kelurahan Plalangan, sebagian Gunungpati, Pakintelan, Mangunsari, sebagian Nongkosawit, Ngijo, Patemon, Kalisegoro, Pongangan, sebagian Sekaran, dan sebagian Kelurahan Sadeng. Pada area hulu, penggunaan lahan didominasi oleh bangunan industri peternakan dan perikanan dengan penambahan yang tidak signifikan. Sedangkan pada area hilir pemanfaatan lahan lebih didominasi oleh permukiman warga dengan penambahan beberapa kompleks perumahan warga yang banyak terdapat di bagian timur Sub-DAS Kripik. Pada bagian barat Sub-DAS Kripik perubahan penggunaan lahan banyak terjadi

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

di kelurahan Nongkosawit, Pongangan, dan sebagian Kelurahan Sadeng. Sedangkan pada bagian timur perubahan tutupan lahan banyak terjadi di sebagian Kelurahan Sekaran, Kalisegoro, Ngijo, dan Patemon. Jika dilihat, masyarakat yang berada di wilayah Sub-DAS Kripik cenderung membangun permukiman baru mengikuti jaringan jalan dan pada setiap wilayah tertentu perkembangan penggunaan lahan tersebut tidak sama pada setiap bagiannya. Dengan kata lain, perubahan tutupan lahan yang sangat signifikan hanya terjadi pada kelurahan tertentu yang memiliki posisi strategis seperti kelurahan yang berada di sekitar Kampus Universitas Negeri Semarang (UNNES), serta kelurahan yang dilewati oleh Jalan Primer.

Perkembangan Kota Semarang sebagai kota industri menyebabkan melonjaknya kebutuhan akan tenaga kerja untuk industri di wilayah Kota Semarang. Pemerintah mempersiapkan Kelurahan Meteseh di Kecamatan Tembalang, serta dua kecamatan lain yakni Mijen dan Gunungpati sebagai kota satelit untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal bagi para tenaga kerja. Tidak hanya itu, Universitas Negeri Semarang juga pindah mendekati hulu DAS Garang melalui Sub-DAS Kripik. Pada 1990, Universitas Negeri Semarang yang saat itu dikenal dengan IKIP Semarang, membeli lahan seluas 120 hektar di Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati. Pada masa itu, Profesor Retmono selaku Rektor UNNES melakukan pembelian lahan tersebut karena semakin bertambahnya jumlah mahasiswa IKIP Semarang yang datang dari berbagai daerah. Pertimbangan lain pada masa itu adalah sulitnya untuk memperluas kampus Universitas Negeri Semarang atau IKIP di Jalan Kelud Sampangan karena lokasi tersebut berdekatan dengan kantor PDAM Kota Semarang dan instalasi penyaringan air Kali Garang sehingga sudah tidak memungkinkan, karena kawasan tersebut sudah cukup padat pada masa itu (Batubara et al, 2021).

Dampak perubahan tutupan lahan di Sub-DAS Kripik

Perubahan tutupan lahan di Sub-DAS Kripik pada tahun 2015 dan 2021 jika dilihat mengalami perubahan yang cukup signifikan. Dimana dalam rentang waktu 7 tahun luas lahan terbangun bertambah seluas 1.989,99 hektar. Hal ini dapat terjadi karena adanya aktivitas manusia yang dilakukan pada suatu area wilayah atau lahan tertentu seperti permukiman, pertanian, industri dengan tujuan memenuhi kebutuhan hidupnya dapat menimbulkan adanya perubahan penggunaan lahan. Dalam mencukupi kebutuhan tersebut, perubahan tutupan lahan akan semakin meningkat seiring meningkatnya pertumbuhan populasi dan kegiatan ekonomi yang berdampak pada peningkatan konsumsi sumber daya alam. Seperti yang terjadi di Sub-DAS Kripik, dimana terjadi penambahan jumlah penduduk akibat dari tingginya angka kelahiran dan urbanisasi.

Sub-DAS Kripik mempunyai berbagai peranan dalam sistem hidrologi dan ekologi untuk wilayah yang ada di sekitarnya. Sub-DAS Kripik menjadi sumber air bagi masyarakat dan satwa yang hidup di wilayah tersebut. Adanya aktivitas manusia di Sub-DAS Kripik dapat mempengaruhi kualitas dan ketersediaan air yang mengalir. Perubahan tutupan lahan di Sub-DAS juga memiliki beberapa dampak ekologi yang mungkin terjadi seperti perubahan tatanan hidrologi karena mempengaruhi siklus air di Sub-DAS karena adanya pembangunan permukiman ataupun kepentingan manusia lainnya dapat mengubah aliran alami sungai dan saluran air. selain itu, deforestasi atau konversi lahan untuk aktivitas manusia dapat mengancam keberlanjutan hidup ekosistem yang ada karena kemunduran nilai keanekaragaman hayati dapat mengganggu rantai makanan dan menyebabkan dampak ekologi yang lainnya.

Terjadinya perubahan tutupan lahan dengan semakin berkurangnya lahan tidak terbangun di Sub-DAS Kripik terutama pada daerah resapan air dapat berpotensi pada punahnya vegetasi alami yang berfungsi menahan air dan menyerap air hujan. Dampak dari hal tersebut yaitu air hujan akan langsung mengalir ke sungai dan saluran air sehingga dapat meningkatkan

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

risiko banjir. Adanya konversi lahan yang cukup signifikan menjadi wilayah pemukiman maupun industri yang dimana akan tertutup aspal maupun beton akan turut mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air hujan. Dampak adanya aktivitas manusia yang menimbulkan sedimentasi atau pendangkalan sungai menyebabkan kapasitas sungai dalam menampung air pun menjadi berkurang.

Perubahan tataguna lahan di wilayah Sub-DAS Kripik ini tentu sangat berpengaruh terhadap sistem ekologi dan hidrologi di wilayah tersebut. Kualitas dari Sub-DAS Kripik yang merupakan bagian hulu dari daerah aliran sungai Garang, tentu akan berdampak besar terhadap kualitas dari DAS yang ada di area tengah dan hilir. Adanya informasi penutup lahan ini, diharapkan dapat berguna dalam pengelolaan lingkungan di Sub-DAS Kripik, baik sebagai data kajian pemanfaatan penggunaan lahan maupun konservasi lahan (Fauzi & Maryono, 2016; Silitonga dkk, 2018).

Kelemahan dalam penulisan artikel ini terdapat pada metode yang digunakan, dimana kami menggunakan metode analisis perubahan lahan dengan menggunakan perubahan citra satelit pada skala 1:8000, sehingga memungkinkan terjadi perbedaan dengan kondisi lingkungan yang sebenarnya serta kurang beragam karena hanya mengkaji perubahan tata guna lahan. Kedepannya penelitian ini perlu dilakukan pengembangan dengan melakukan interpretasi secara otomatis sehingga didapatkan data yang lebih beragam. Observasi langsung juga diperlukan pada titik yang mengalami perubahan tutupan lahan yang cukup signifikan, hal ini bertujuan untuk memverifikasi data dan mendapatkan hasil yang lebih representatif.

KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan yang terjadi di daerah Sub-DAS Kripik tahun 2015 dan tahun 2021 mengalami perubahan yang cukup signifikan. Hal tersebut didasarkan dari hasil analisis dengan menggunakan kelas penutup lahan terbangun dan tidak terbangun. Hasil perubahan tutupan lahan terjadi secara merata hampir di seluruh daerah Sub-DAS Kripik dengan tidak ditemuinya kecenderungan perubahan tutupan lahan secara drastis pada suatu daerah tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aneke, Y., & Gea, C. (2022). Rethinking and Reconnecting Urban River Corridor: Studi Kasus DAS Garang, Semarang. *Archvisual: Jurnal Arsitektur dan Perencanaan*, 1(2), 35-42.
- Agoes, H. F., Irawan, F. A., & Marliansya, R. (2018). Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Pembuatan Peta Lahan Sawah dan Estimasi Hasil Panen Padi. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga*, 18(1), 24-30.
- Etnovanese, N. C. K., Aprillia, T. M., Suwarno, D., & Setiyadi, B. (2019). Analisis Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang sebagai Sumber Air Baku PDAM. *G-SMART*, 3(1), 47-62.
- 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.
- Fathan, F. (2022). *Analisis Perubahan Luas Daerah Resapan Daerah Aliran Sungai Jeneberang= Analisis of changes in the area of water infiltration area of the jeneberang watershed* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Fauzi, R. M. Z., & Maryono, M. (2016). Kajian Erosi dan Hasil Sedimen untuk Konservasi Lahan DAS Kreo Hulu. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(4), 429- 445.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

- Hanafi, F., & Pamungkas, D. (2021). Aplikasi Model Rusle untuk Estimasi Kehilangan Tanah Bagian Hulu di Sub Das Garang, Jawa Tengah. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 18(1), 30-36.
- Hariati, F., Taqwa, F. M. L., Alimuddin, A., Salman, N., & Sulaeman, N. H. F. (2022). Simulasi Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Erosi Lahan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 11(1), 52-61.
- Hashti, S., Budiati, L., & Setiadi, R. (2023). IDENTIFIKASI KONDISI EKSISTING DAN DAMPAK SEDIMENTASI PADA SUNGAI KREO DAN KALIGARANG KOTA SEMARANG. *saintifika*, 24(2), 95-100.
- Narendra, B. H., Siregar, C. A., Dharmawan, I. W. S., Sukmana, A., Pramono, I. B., Basuki, T. M., Yudono, H., Hadi, S., & Supangat, A. B. (2021). A Review on Sustainability of Watershed Management in Indonesia. 1–29.
- Karyono. (2011). Kajian karakteristik hidrologi dan morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) Citanduy Hulu, Cimanuk Hulu, Cikapundung Hulu, dan Citarum Hulu sebagai dasar pengelolaan DAS. *Jurnal Air Indonesia*, 5(1), 1-14.
- Pane, F. M. R., Suprayogi, A., & Sabri, L. M. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Tahun 2013 dan 2018 terhadap Peningkatan Debit Puncak Sungai Kaligarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 285-294.
- Pigawati, B., Roynaldi, A. D., Desectasari, D. P., & Hutama, M. P. (2019, February). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Nilai Koefisien Aliran Permukaan Sub Das Garang Kota Semarang: Upaya Evaluasi Tata Ruang Kawasan Permukiman. *Seminar Nasional Geomatika*. Vol. 3: 1037-1048.
- Saifudin, I., SURIPIN, S., & SUHARYANTO, S. (2017). *KAJIAN RESPON PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS GARANG* (Doctoral dissertation, Postgraduate Program).
- Silitonga, Y. T., Sulardiono, B., & Purnomo, P. W. (2018). Peranan Tata Guna Lahan Bagian Hulu terhadap Kesuburan Perairan pada Waduk Jatibarang, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), 39- 48.
- Sutanto. (2016). *Metode penelitian penginderaan jauh*. Yogyakarta : Ombak.
- Utami, V. N. N. (2023). *Kajian Tingkat Erosi Dan Laju Sedimen Dengan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) Pada Sungai Batang Lembang Kota Solok* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Wibisono, K. (2021). Monitoring Kinerja DAS Bedadung Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 18(1), 52-59.