



Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengurangan Risiko Bencana Erosi Tebing Sungai Bengawan Solo di Desa Ngasinan Kecamatan Bulu Kabupaten Sukoharjo

Chatarina Muryani^{1*}, Bella Sabrina Putri Aulia², Daphne Juliannisa Pratama³, Henrieta Magdalena Gracia Putri⁴, Falarasika Anida Paulina², Putri Faradila Indraswari⁵, Berliana Syania Nurjihaan⁴, Alma Tiara Aninditha², Naufal Raka Zaky⁶, Novatama Ramadhan Putra⁷

¹Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, ²Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, ³Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ⁴Desain Komunikasi Visual, Fakultas Seni Rupa dan Desain, ⁵Ilmu Sejarah, Fakultas Ilmu Budaya, ⁶Teknik Industri, Fakultas Teknik, ⁷Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sebelas Maret Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Jan 25, 2024

1st Revision : Mar 05, 2024

Accepted : Apr 08, 2024

Available Online : Jun 8, 2024

Keywords:

pengurangan risiko bencana;
erosi tebing Sungai;
peta kerawanan;
sosialisasi;

ABSTRACT

Apart from bringing blessings, the Bengawan Solo River also brings disaster. One of the disasters caused by the Bengawan Solo River's flow is river bank erosion. This article aims to describe the condition of river bank erosion in Ngasinan Village, Bulu District, Sukoharjo Regency and the community's efforts together with KKN Programme of Sebelas Maret University in mitigating the river bank disaster. The methods used are field observation, interviews, and socialization. The results that have been achieved are (1) Flood and Landslide Experimentation and Exposure to Elementary Schools, (2) Waste Management as a Form of Flood Risk Reduction, (3) Socialization of Disaster Response Village in Ngasinan Village, Bulu Subdistrict, Sukoharjo Regency, (4) Socialization of Ngasinan Village Disaster Management Volunteers, (5) Socialization to Involve Women in Disaster Management Volunteers, (6) Socialization of Asset Protection, (7) Making Directional Signs to Evacuation Sites Based on Evacuation Maps, (8) Socialization of Disaster Hazard Maps and Evacuation Routes, (9) Making a Video Documentary on Disasters in Ngasinan Village.

ABSTRAK

Sungai Bengawan Solo selain membawa berkah juga membawa musibah. Salah satu bencana yang disebabkan oleh aliran Sungai Bengawan Solo adalah terjadinya erosi tebing sungai. Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi erosi tebing Sungai di Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo dan upaya masyarakat bersama mahasiswa KKN Universitas Sebelas Maret dalam mitigasi bencana tebing Sungai tersebut. Metode yang digunakan adalah observasi lapangan, wawancara, dan sosialisasi. Hasil yang telah dicapai adalah (1) Eksperimen Serta Pemaparan Tentang Bencana Banjir dan Tanah Longsor Ke Sekolah Dasar, (2) Pengolahan Sampah sebagai Bentuk Pengurangan Risiko Bencana Banjir, (3) Sosialisasi Desa Tanggap Bencana di Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo, (4) Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana Desa Ngasinan, (5) Sosialisasi untuk Melibatkan Perempuan dalam Relawan Penanggulangan Bencana, (6) Sosialisasi Perlindungan Aset, (7) Pembuatan Tanda Penunjuk Arah ke Tempat Pengungsian Berdasarkan Peta Evakuasi, (8) Sosialisasi Peta Bahaya Bencana dan Jalur Evakuasi, (9) Pembuatan Video Dokumenter tentang Kebencanaan di Ngasinan.

*Corresponding Author

Email address:

chatarinamuryani@staff.uns.ac.id



1. LATAR BELAKANG

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa dengan panjang kurang lebih 600 km yang dimulai dari perbatasan Kabupaten Wonogiri dengan Pacitan, Jawa Tengah dan bermuara di daerah Gresik, Jawa Timur (Widyastuti et al., 2018). Sungai Bengawan Solo dapat diklasifikasikan menjadi tiga zona, yaitu zona hulu, zona Tengah, dan zona hilir (Arif et al., 2016). Zona hulu mencakup daerah hulu Kali Muning, hulu Kali Tenggar, hulu Waduk Gajah Mungkur dan beberapa wilayah Kabupaten Wonogiri. Selanjutnya, zona tengah berada di daerah hilir Waduk Gajah Mungkur, hilir Kali Madiun, dan beberapa wilayah Kabupaten Sragen, Sukoharjo, Karanganyar, Klaten, Wonogiri, Ngawi. Sedangkan, zona hilir mencakup beberapa daerah Blora, Lamongan, Bojonegoro, Kabupaten Ngawi, hilir kali Madiun yang bermuara di Gresik.

Sungai Bengawan Solo memberikan dampak langsung positif kepada masyarakat, yaitu sebagai sumber air irigasi (Rahmawati et al., 2019), minum dan sumber mata pencaharian, seperti aktivitas tambang pasir dan juga perikanan darat. Namun demikian juga banyak permasalahan pula yang disebabkan keberadaan Sungai Bengawan Solo terhadap masyarakat di sekitarnya antara lain banjir (Auliyani & Wahyuningrum, 2020; Candraningtyas et al., 2023), pencemaran air (Yusron & Asroul Jaza, 2021) dan erosi tebing Sungai. Banjir yang disebabkan luapan Sungai Bengawan Solo terjadi dari hulu sampai hilir dan terjadi beberapa kali dalam setahun. Menurut Kepala BBWS beberapa faktor yang menyebabkan banjir Sungai Bengawan Solo antara lain ada banyak perubahan tata guna lahan, perubahan iklim atau climate change dan berkurangnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, seperti masih adanya perilaku warga yang suka buang sampah sembarangan (Wibowo & Ryanthie, 2023).

Erosi tebing Sungai di sepanjang Sungai Bengawan Solo juga merupakan masalah yang banyak dirasakan dan menyebabkan kerugian masyarakat. Erosi tebing Sungai Bengawan Solo dari hulu sampai hilir seringkali menyebabkan kehilangan lahan dan bahkan rumah karena erosi tebing yang terjadi setiap musim penghujan telah menggerus lahan milik warga sampai puluhan meter jaraknya dari tepi Sungai. Di Kabupaten Sukoharjo desa-desa yang dilewati oleh Sungai Bengawan Solo juga banyak yang mengalami erosi tebing Sungai dan menyebabkan kehilangan lahan. Sebagai contoh kehilangan lahan dan bangunan rumah Desa Dalangan dan Desa Pojok, Kecamatan Tawang Sari, Sukoharjo akibat terkena erosi Sungai Bengawan Solo. Menurut Camat Tawang Sari Tanah dan rumah yang terdampak erosi semula berjarak sekitar 40 meter dari bibir sungai. Kalau di Dalangan, ada sertifikat tanahnya sudah hilang atau tergerus itu ada 10 sertifikat. Sementara di Desa Pojok ada 5 sertifikat (Putra, 2023).

Desa Ngasinan Kecamatan Bulu Kabupaten Karanganyar juga terkena dampak erosi tebing Sungai Bengawan Solo. Berdasarkan berita media masa sebanyak 36 KK di desa Ngasinan terdampak erosi tebing Sungai Bengawan Solo sehingga kehilangan lahan bahkan ada rumah yang harus dipindahkan (Dana, 2017). Berdasarkan pengamatan lapangan erosi tebing Sungai di Desa Ngasinan tergolong massif dan banyak merugikan warga Masyarakat. Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Sebelas Maret Angkatan Juli/Agustus 2023 adalah KKN Kebencanaan. Program yang dilaksanakan adalah pemberdayaan Masyarakat dalam pengurangan bencana erosi tebing Sungai Bengawan Solo. Penulisan artikel ini bertujuan untuk menguraikan program-program pengurangan risiko bencana yang sudah dilakukan oleh mahasiswa KKN Universitas Sebelas Maret kelompok 14 Desa Ngasinan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

EROSI TEBING SUNGAI

Erosi tebing sungai, suatu proses geomorfik, terjadi pada saat banjir atau setelah banjir pada Sungai (Bordoloi et al., 2020). Erosi tebing sungai disebabkan oleh serangkaian proses geomorfik yang berperan penting dalam evolusi saluran Sungai, yang terlihat pada berbagai skala waktu melalui pembentukan dataran banjir, migrasi saluran lateral setelah mundurnya tepian sungai, dan transportasi sedimen di dalam daerah aliran Sungai (Chassiot et al., 2020). Erosi tebing mempunyai implikasi yang signifikan terhadap ekosistem sungai, ekologi sungai, difusi kontaminan, dan habitat alami (Izquierdo et al., 2012; Kronvang et al., 2012; Wohl, 2015). Faktor terjadinya erosi tebing Sungai dipengaruhi oleh Faktor hidrolis meliputi kekuatan aliran (Yochum et al., 2017), gelombang (Nordstrom & Jackson, 2012), dan Non-hidrolis meliputi morfologi tebing (Gaskin et al., 2003), Penggunaan Lahan (Daly et al., 2015), manusia dan hewan. Bagian tebing sungai yang mempunyai potensi besar untuk terjadinya erosi tebing adalah pada kelokan sungai karena gaya benturan aliran sungai di tempat tersebut adalah besar. Erosi tebing sungai dapat dikurangi dengan cara penanaman vegetasi sepanjang tepi sungai. Vegetasi ini, melalui sistem perakaran, tidak saja menurunkan laju erosi, tetapi juga mencegah tanah longsor di daerah tersebut karena mengurangi kelembaban tanah oleh adanya proses transpirasi (Asdak, 2007).

PENGURANGAN RISIKO BENCANA

Berdasarkan definisi dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan bencana, bencana didefinisikan sebagai “peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh factor alam dan/ atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis”. Sejak disahkannya Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 terjadi perubahan fokus dalam penanganan bencana, dari manajemen bencana berubah menjadi manajemen risiko bencana (Siregar & Wibowo, 2019). Implementasi Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 dilakukan berdasarkan empat prioritas aksi, yaitu 1) Memahami risiko bencana 2) Memperkuat tata kelola risiko bencana untuk mengelola risiko 3) Berinvestasi dalam pengurangan risiko bencana 4) Meningkatkan kesiapsiagaan bencana untuk respon yang efektif. Dengan adanya Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 maka program pengurangan risiko bencana secara global akan mengacu pada kerangka tersebut, tidak terkecuali juga dengan Indonesia (UNISDR, 2015).

Langkah-langkah pengurangan risiko bencana (DRR) untuk memastikan ketahanan di semua lapisan masyarakat sangat penting dalam menjamin pencapaian pembangunan dan pemberantasan kemiskinan (Swenja & Tanner, 2016). Investasi dalam pengurangan risiko bencana dapat menjaga upaya pembangunan agar dapat bertahan selama bertahun-tahun ke depan dengan menghindari kerusakan langsung, menyelamatkan nyawa, dan mengurangi dampak tidak langsung (Ye et al., 2016).

3. METODE PELAKSANAAN

LOKASI KEGIATAN

Kegiatan yang dilaksanakan adalah Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Sebelas Maret periode Juli-Agustus tahun 2023. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Kelompok 14 berlokasi di Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

1. Observasi

Observasi dilakukan pada awal-awal kegiatan untuk memperoleh gambaran kondisi dan permasalahan Desa Ngasinan. Observasi dilakukan pada daerah yang terkena erosi tebing sungai dan banjir dengan mengamati luasan daerah yang terkena bencana, dampaknya kepada masyarakat dan upaya masyarakat dalam memitigasi bencana.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mempertajam hasil observasi. Wawancara dilakukan terhadap: Kepala Desa, Kaur, Kepala Dusun, perwakilan Kelompok PKK, perwakilan Karang Taruna dan masyarakat. Wawancara kepada pejabat pemerintahan seperti Kepala Desa, Kaur, Kepala Dusun untuk memperoleh gambaran tentang kegiatan pengurangan risiko bencana yang sudah dilaksanakan dan rencana-rencana kegiatan yang berkaitan dengan upaya pengurangan bencana. Wawancara dengan masyarakat tentang dampak erosi tebing Sungai dan banjir di wilayah Desa Ngasinan.

3. Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan untuk memberikan pengetahuan kepada peserta. Sosialisasi telah dilakukan terhadap ibu-ibu PKK, Kelompok Karang Taruna dan Siswa Sekolah Dasar. Sosialisasi dilakukan secara langsung tentang pentingnya penyelamatan asset dan relawan bencana. Sosialisasi kepada siswa Sekolah Dasar Ngasinan tentang bencana dan pengelolaan sampah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

KONDISI BENCANA EROSI TEBING SUNGAI BENGAWAN SOLO DI DESA NGASINAN KECAMATAN BULU KABUPATEN SUKOHARJO

Erosi adalah kondisi perubahan pada tanah yang disebabkan oleh faktor alam dan kondisi sekitar yang memberikan dampak signifikan pada tanah (Academy, 2022). Pada dasarnya, erosi terjadi disebabkan oleh adanya tekanan dari beberapa elemen yang menyebabkan perubahan permukaan bumi, contohnya permukaan tanah pada Sungai Bengawan Solo yang terkikis. Adapun elemen kehidupan yang memiliki tenaga yang tak bisa diukur—pergerakan air maupun angin akan memberikan dampak buruk pada tanah dan batuan sehingga laporan permukaan bagian atas akan hilang. Hal ini akan membuat produktivitas pada tanah merosot. Selain daripada hilang dan terkikisnya tanah, erosi juga dapat menyebabkan perpindahan tanah dari satu tempat ke tempat lain.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi adalah iklim, vegetasi, karakteristik tanah, penggunaan lahan hingga bentuk tanah dan topografi (Natalia et al., 2022). Adapun faktor biologis penyebab terjadinya erosi adalah tutupan vegetasi lahan, aktivitas manusia disekitar yang kemudian lahannya digunakan oleh manusia. Namun, curah hujan yang tinggi dan angin kencang yang disertai badai akan membuat daerah lebih rawan terkena erosi. Erosi membuat lapisan tanah yang subur menghilang, berdampak pada manfaat pertumbuhan tanaman hingga membuat berkurangnya kemampuan tanah dalam menyerap air. Berikut adalah cara mencegah terjadinya erosi, yaitu konservasi tanah, terasering, contour farming, dan reboisasi (Academy, 2022).

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di pulau Jawa dengan luas DAS kurang lebih 16.100 km² (Nahak, 2016). Daerah aliran sungai (DAS) adalah wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan sungai dan anak-anak sungai yang memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Daerah aliran Sungai Bengawan Solo adalah tipe sungai dengan pola alisan rectangular dengan catchment area dan keterangan datar dan rendah dibagian tengah dan hilir juga berkelok-kelok (meander). Terdapat empat

daerah aliran Sungai Bengawan Solo, yaitu (1) DAS Bengawan Solo; (2) SAD Kali Grindulu dan Kali Lorog di Pacitan; (3) DAS kecil di kawasan Pantai Utara; dan (4) DAS kali lamong.

Hujan ekstrim tahunan di daerah aliran sungai (DAS) Bengawan Solo Hulu mengakibatkan debit aliran sungai yang besar di beberapa anak sungai antara Bendung Colo, Sukoharjo sampai dengan Jurug, Surakarta. Besar debit aliran sungai pada anak sungai berbeda-beda, ini disebabkan karena sub daerah aliran mana yang terkena hujan. Parameter-parameter yang menjadi penentuan daerah resapan air adalah penyebaran hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan yang juga tercantum dalam Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia nomor 32 tahun 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH-DAS) (Menteri Pekerjaan Umum, 2010).

- a. Berikut adalah isu strategis lokal yang sering terjadi dan acap kali dihadapi oleh warga daerah bantaran Sungai Bengawan Solo.
- b. Kerusakan DAS yang disebabkan oleh penebangan liar, pengelolaan lahan yang kurang benar, tanah longsor, erosi dan sedimentasi.
- c. Bencana banjir yang diakibatkan oleh kapasitas saluran air tidak mampu menampung debit air yang tinggi utamanya ketika waktu musim penghujan.
- d. Krisis Air/kekeringan terjadi ketika musim kemarau utamanya di daerah Wonogiri, Lamongan, Gresik, dan Tuban.
- e. Sedimentasi Waduk yang disebabkan karena kurang tepatnya pengelolaan lahan terutama di daerah aliran sungai Keduang.
- f. Degradasi dan erosi dasar sungai.
- g. Pencemaran sungai baik berupa limbah industri maupun limbah rumah tangga.

Sungai Bengawan Solo adalah sungai terpanjang di Jawa yang dimulai dari perbatasan kabupaten Wonogiri dan Pacitan yang kemudian bermuara di daerah Gresik. Batuan-batuan yang ada disekitar Sungai Bengawan Solo tidak sama resistensinya, daerah dengan resistensi rendah akan terkikis oleh aliran sungai yang membantuk kelokan-kelokan atau meander. Erosi yang disebabkan oleh aliran air yang terdiri dari meander yang semakin intensif dimana kelokannya akan semakin melekok sehingga nantinya akan menghilangkan atau mengerosi tanah di daerah yang berkelok tadi yang merugikan rumah dan pekarangan yang berada disekitar daerah kelokan. Dalam hal ini, sementara daerah yang ada kelokan terkikis, daerah lainnya terjadi penambahan.

Tanah di Dukuh Weko Desa Ngasinan, Bulu, Kabupaten Sukoharjo, hilang hingga sekitar dua hektare akibat tergerus Sungai Bengawan Solo. Erosi bahkan menghancurkan jalan penghubung antardukuh dan mengancam pemukiman penduduk. Kepala Desa (Kades) Ngasinan, Ibnu Wiyatno, menyebutkan erosi di salah satu dusun di desanya itu semakin bertambah parah. Dalam video tayangan youtube disebutkan bahwa sekalipun masyarakat memiliki sertifikat atas hak tanahnya, mereka tidak memiliki wujud fisik dari tanah mereka yang hilang tergerus erosi. Dapat dikatakan bahwa Desa Ngasinan terdampak bencana erosi tebing Sungai Bengawan Solo dimana mayoritas warga Desa Ngasinan ketika sedang terjadi hujan lebat akan selalu terjaga dan merasa khawatir akan menyebabkan longsor. Pada hakikatnya bencana longsor tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi.

Selain Desa Ngasinan, terdapat daerah di pesisir sepanjang 2 km dari perbatasan ujung timur Desa Ngasinan terkena dampak abrasi dan erosi erosi tebing Sungai Bengawan Solo, diantaranya adalah Gambingan, Weko, dan Pengkol. Dampak lain dari tererosinya tebing Sungai Bengawan Solo adalah kondisi psikis masyarakat yang terdampak. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa pada musim penghujan pada malam hari masyarakat cenderung tidak bisa tidur sebab ada kecemasan bila sewaktu-waktu terjadi longsor.

Narasumber menyebutkan bahwa sekitar tahun 1990-an pernah dilakukan upaya penyelesaian di daerah Weko dengan menggunakan kawat-kawat yang diberi batu bertumbuh guna mengurangi abrasi. Umumnya mitigasi bencana erosi tebing Bengawan Solo ini harus dilakukan dengan memperkuat tebing, membuat tembok atau brojong, dan paku bumi. Selain dari pada itu kewaspadaan masyarakat juga harus ditingkatkan, serta memperkuat tebing tanpa mengubah tanaman yang ada disekitaran bantaran sungai. Dalam upaya pencegahannya, masyarakat dihimbau untuk tidak merusak sungai agar debit aliran sungai dan kecepatannya tidak menjadi besar.

Aparat Desa Ngasinan telah berupaya melakukan pencegahan dan memberikan usulan kepada pemerintah pusat terkait penyelesaian masalah yang ada di daerahnya. Harapannya, pemerintah pusat dapat bertindak mengambil tindakan untuk menanggulangi terjadinya bencana erosi tebing Bengawan Solo yang bisa dilakukan dengan membuat paku bumi. Selain daripada itu, diperlukan adanya normalisasi sungai agar jalannya sungai tidak berkelok-kelok lagi sehingga dapat menahan terjadinya erosi dan abrasi yang lebih parah lagi dikemudian hari.

PEMBERDAYAAN MASYARAKAT BERSAMA MAHASISWA KKN UNTUK PENINGKATAN KAPASITAS MASYARAKAT DALAM MENGHADAPI BENCANA

Desa Ngasinan memiliki potensi bencana erosi tebing Sungai longsor yang intensitas kejadiannya sering. Dalam Upaya pengurangan Tingkat risiko maka dilakukan kegiatan peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana, selain bencana yang terjadi pada Desa Ngasinan namun juga potensi bencana lainnya seperti banjir, cuaca ekstrem dan tanah longsor. Kegiatan pemberdayaan Masyarakat untuk peningkatan kapasitas Masyarakat dalam menghadapi bencana sebagai berikut :

1. Eksperimen Serta Pemaparan Tentang Bencana Banjir dan Tanah Longsor Ke Sekolah Dasar

Kegiatan pemaparan serta eksperimen tentang bencana banjir dan tanah longsor dilaksanakan di SD Negeri 02 Ngasinan pada hari Sabtu, 22 Juli 2023 dengan sasaran siswa kelas 4 dan kelas 6. Kegiatan ini merupakan wadah dimana kita dapat menggali pengetahuan bersama serta merencanakan tindakan konstruktif dalam mengatasi potensi risiko bencana. Dalam kegiatan ini kelompok KKN 14 UNS memberikan pemahaman kepada siswa-siswa tentang bahaya alam yang bisa terjadi disekitar mereka. Selama program ini, kelompok KKN 14 UNS juga melakukan eksperimen sederhana yang akan membantu siswa dalam memahami konsep-konsep dasar tentang banjir dan tanah longsor dengan cara yang menyenangkan serta interaktif. Kegiatan eksperimen bencana banjir dan tanah longsor ditunjukkan pada Gambar 1.

Tujuan dilakukannya kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kesadaran siswa tentang potensi bahaya bencana banjir dan tanah longsor. Ini penting karena pemahaman awal tentang bahaya dapat membantu siswa mengidentifikasi tanda-tanda peringatan dan bertindak dengan cepat jika mereka menghadapi situasi yang berpotensi berbahaya. Dengan meningkatkan kesadaran ini, kita berharap siswa dapat lebih waspada terhadap lingkungannya. Selain itu, Penggunaan eksperimen dalam program ini dimaksudkan untuk menjadikan pembelajaran lebih interaktif dan menyenangkan. Eksperimen akan membantu siswa memahami konsep-konsep dasar tentang banjir dan tanah longsor dengan cara yang praktis dan mendalam.

Kegiatan sosialisasi sangat penting bagi masyarakat salah satunya para siswa sekolah dasar untuk meningkatkan kesadaran serta keterlibatannya dalam upaya pengurangan resiko bencana. Salah satu ancaman yang terjadi Desa Ngasinan adalah abrasi Sungai Bengawan solo yang mengikis pekarangan lahan masyarakat di bantaran sungai serta bencana banjir yang terjadi setiap musim hujan. Oleh karena itu, kelompok KKN 14 UNS mengharapkan program ini dapat membantu siswa menjadi lebih siap dan sadar akan bahaya banjir dan tanah longsor, serta memberikan siswa pengetahuan dan keterampilan yang dapat digunakan untuk melindungi diri sendiri dan lingkungan kita.



Gambar 1. Eksperimen Bencana Banjir dan Tanah Longsor

2. Pengolahan Sampah sebagai Bentuk Pengurangan Resiko Bencana Banjir

Banjir menjadi masalah yang nyata bagi masyarakat Desa Ngasinan, Bulu, Sukoharjo. Banjir merupakan bencana alam yang dapat menimbulkan kerugian besar, baik dari segi ekonomi maupun sosial. Penyebabnya terkait dengan berbagai faktor salah satunya pengelolaan sampah yang kurang efektif. Sampah-sampah yang menumpuk di sungai dan saluran air seringkali menjadi penyumbang utama terjadinya banjir di daerah ini. Oleh karena itu, pengolahan sampah menjadi faktor penting yang berperan dalam mengurangi potensi terjadinya bencana banjir.

Program kerja Pengolahan Sampah sebagai Bentuk Pengurangan Risiko Bencana Banjir bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan aman dari banjir dengan mengurangi jumlah sampah yang mencemari sistem saluran air melalui praktik daur ulang. Pengolahan Sampah sebagai Bentuk Pengurangan Risiko Bencana Banjir ini berfokus pada mendaur ulang sebagai salah satu strategi utama dalam pengolahan sampah. Daur ulang memungkinkan sampah non-organik seperti plastik untuk diubah menjadi produk baru yang nantinya akan mengurangi jumlah sampah yang berakhir di sungai. Program kerja ini dilaksanakan dengan tujuan mengedukasi siswa-siswi kelas 4, kelas 5, dan kelas 6 SD N3 Ngasinan dengan hasil daur ulang yaitu tempat pensil yang terbuat dari botol plastik. Kegiatan pengolahan sampah ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengolahan Sampah

3. Sosialisasi Desa Tanggap Bencana di Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo

Dalam rangka meningkatkan penanggulangan bencana diperlukan pengembangan potensi wilayah di Desa Ngasinan, salah satu metode yang dapat digunakan ialah dengan mengadakan Sosialisasi Desa

Tanggap Bencana. Hasil yang didapatkan dari pelaksanaan Sosialisasi Desa Tanggap Bencana meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya persiapan menghadapi bencana serta meningkatnya kesadaran Perangkat Desa Ngasinan untuk berkolaborasi dengan pemerintah dan pihak-pihak terkait lainnya dalam melaksanakan rencana mitigasi bencana. Disimpulkan bahwa penting bagi masyarakat dan Perangkat Desa Ngasinan untuk mengetahui, memahami, dan mengaplikasikan pengetahuan mitigasi bencana yang telah disosialisasikan pada Masyarakat Desa Ngasinan.

Hasil yang didapatkan dari pelaksanaan Sosialisasi Desa Tanggap Bencana yang menggandeng BPBD Kabupaten Sukoharjo dan Perangkat Desa Ngasinan ialah Perangkat Desa Ngasinan menjadi lebih sadar bahwa pentingnya peran aktif masyarakat dalam mitigasi bencana sehingga dari Perangkat Desa Ngasinan siap untuk berkolaborasi dengan pemerintah dan pihak-pihak terkait lainnya dalam melaksanakan rencana mitigasi bencana. Selain itu, kesadaran masyarakat akan pentingnya persiapan menghadapi bencana semakin meningkat.

Kegiatan Sosialisasi Desa Tanggap Bencana ini sangat penting baik bagi masyarakat maupun Perangkat Desa Ngasinan untuk mengetahui, memahami, serta mengaplikasikan pengetahuan mitigasi bencana. Selain itu, sosialisasi ini menjadi tonggak pergerakan bagi Perangkat Desa Ngasinan dalam merancang kebijakan dan program mitigasi bencana yang lebih komprehensif dan berkesinambungan. Hal ini juga perlu diperkuat dengan adanya jalinan sinergi antara pemerintah, tim KKN, serta Masyarakat dalam melaksanakan langkah-langkah mitigasi bencana yang lebih holistik dan berkelanjutan. Oleh karena itu, sosialisasi ini diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi komunitas lain untuk mengadakan kegiatan serupa guna meningkatkan kapasitas dan kesadaran masyarakat dalam menghadapi bencana. Kegiatan sosialisasi desa tanggap bencana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sosialisasi Desa Tanggap Bencana

4. Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana Desa Ngasinan

Bencana alam dan situasi darurat sering kali mendatangkan kerusakan yang luar biasa, serta berdampak pada kehidupan dan kesejahteraan masyarakat. Dalam menghadapi situasi tersebut, peran relawan penanggulangan bencana menjadi sangat penting. Mereka adalah pahlawan tanpa tanda jasa yang siap membantu dan melindungi sesama manusia dalam saat-saat sulit. Oleh karena itu, program kegiatan Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana memiliki peran strategis dalam membangun kesadaran masyarakat akan pentingnya keterlibatan relawan dalam menjawab tantangan bencana. Kegiatan sosialisasi ini dilakukan di Balai Desa Ngasinan dan bekerja sama dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sukoharjo.

Kegiatan Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana bertujuan untuk mengedukasi masyarakat khususnya Desa Ngasinan tentang peran krusial dari relawan penanggulangan bencana. Melalui pemahaman yang lebih baik tentang tugas dan tanggung jawab relawan, maka dapat meningkatkan kesiapan dan respon masyarakat dalam menghadapi situasi darurat. Sosialisasi ini juga bertujuan membuka pintu bagi individu yang ingin berkontribusi sebagai relawan, sehingga dapat memperluas jaringan relawan yang siap bertindak dalam situasi darurat.

Kegiatan Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana di Balai Desa Ngasinan dihadiri oleh kurang lebih 50 masyarakat Desa Ngasinan. Masyarakat Desa Ngasinan menunjukkan antusiasme tinggi saat sosialisasi serta berperan aktif dalam diskusi bersama BPBD Kabupaten Sukoharjo. Melalui sosialisasi tentang relawan tersebut maka dapat memperkuat pemahaman masyarakat tentang pentingnya peran relawan penanggulangan bencana khususnya untuk Desa Ngasinan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang peran relawan penanggulangan bencana menjadikan masyarakat yang lebih siap dan lebih kuat dalam mengatasi berbagai tantangan yang mungkin datang dalam bentuk bencana. Hasil kegiatan lain yaitu terbentuknya relawan penanggulangan bencana Desa Ngasinan yang siap bertindak dalam situasi darurat. Kegiatan sosialisasi relawan penanggulangan bencana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana

5. Sosialisasi untuk Melibatkan Perempuan dalam Relawan Penanggulangan Bencana

Dalam terbentuknya tim relawan rasanya tidak mungkin jika hanya laki-laki saja yang terlibat secara aktif di dalamnya. Tentu juga dibutuhkan perempuan agar dapat ikut berpartisipasi pada saat tim tersebut berjalan. Hal ini sendiri bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh lapisan masyarakat memiliki perannya masing-masing dalam proses pembangunan, sehingga dapat memberikan manfaat untuk semuanya. Keberadaan tim relawan sendiri sudah menjadi salah satu bentuk pembangunan yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kegiatan sosialisasi yang diadakan melibatkan masyarakat perempuan di Desa Ngasinan termasuk anggota perempuan Karang Taruna di dalamnya, hal ini merupakan salah satu upaya untuk menangani dan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap partisipasi dalam mengatasi bencana yang kapan saja bisa terjadi. Mengetahui belum adanya sosialisasi terkait keterlibatan perempuan dalam tim relawan di Desa Ngasinan menjadi landasan diberlangsungkannya sosialisasi ini. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 13 Tahun 2014 tentang Pengarusutamaan Gender di Penanggulangan Bencana telah menjelaskan bahwa perempuan dapat ikut berpartisipasi dalam tim relawan, di mana terdapat empat indikator dalam melaksanakan hal tersebut antara lainnya yaitu akses, partisipasi, kontrol terhadap sumber daya dan pengambilan keputusan, dan keempat manfaat dari kebijakan dan program. Hal ini membuktikan

bahwa perempuan juga bisa menjadi subjek penanggulangan bencana baik pada masa pra bencana, tanggap darurat, dan pasca bencana tidak hanya sebagai objek atau dalam bahasa lain sebagai korban bencana saja.

Program kerja ini sendiri bertujuan untuk meningkatkan kesadaran warga desa bahwa tidak hanya laki-laki saja yang dapat bergabung menjadi tim relawan penanggulangan bencana, tetapi perempuan juga bisa turut andil, dikarenakan masih banyak hal yang dibutuhkan dan dapat dilakukan dengan SDM-nya, baik pada masa pra-bencana, tanggap darurat, maupun pasca-bencana. Peran setiap individu akan sangat membantu apabila dibagi sesuai dengan porsinya masing-masing.

Meningkatnya kesadaran masyarakat terkhususnya masyarakat Perempuan di Desa Ngasinan terkait dengan dibutuhkannya keterlibatan Perempuan sebagai tim relawan penanggulangan bencana, yang mana keterlibatan ini juga pada umumnya menghasilkan output seperti Dapur Umum. Dapur Umum sendiri merupakan suatu tempat yang dijadikan wadah untuk melaksanakan penyediaan makanan bagi korban bencana, didirikan saat tanggap darurat. Masyarakat tentunya akan bisa menjadikan hal ini sebagai inspirasi dalam melakukan upaya-upaya tanggap bencana. Dalam melaksanakan mitigasi bencana, Perangkat Desa siap untuk berkolaborasi dengan pemerintah dan pihak-pihak yang terkait. Hal tersebut juga didukung oleh BPBD yang siap sedia membantu Desa Ngasinan dalam upaya tanggap bencana. Kegiatan sosialisasi pelibatan perempuan dalam relawan penanggulangan bencana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sosialisasi Pelibatan Perempuan dalam Relawan Penanggulangan Bencana

6. Sosialisasi Perlindungan Aset

Perlindungan aset dalam konteks mitigasi bencana adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk melindungi properti, infrastruktur, dan sumber daya penting dari potensi kerusakan akibat bencana alam atau insiden terkait bencana. Perlindungan aset ini memiliki peran kunci dalam mengurangi kerugian dan membantu masyarakat untuk pulih lebih cepat setelah terjadinya bencana. Kegiatan sosialisasi kepada masyarakat tentang langkah-langkah perlindungan aset dan pelatihan digitalisasi dokumen aset masyarakat merupakan langkah yang penting untuk mengurangi dampak kerugian yang dapat disebabkan oleh bencana alam atau insiden terkait bencana. Hal ini tentu memerlukan kolaborasi antara pemerintah dan masyarakat untuk memastikan keberhasilan dalam melindungi aset dan menjaga keberlanjutan kelompok masyarakat.

Sosialisasi terkait perlindungan dokumen aset pasca bencana bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya melindungi dokumen-dokumen penting mereka setelah terjadinya bencana. Beberapa poin yang disampaikan dalam sosialisasi tersebut, yaitu:

- a. Penjelasan tentang pentingnya dokumen aset bagi pemiliknya. Dokumen bukti kepemilikan dan identitas yang penting, contoh: sertifikat kepemilikan tanah, akta kelahiran, akta pernikahan, dokumen keuangan, dan lain sebagainya. Hal ini diperlukan sebab kerugian atau kerusakan dokumen-dokumen tersebut dapat menyebabkan kesulitan dalam membuktikan kepemilikan aset, mengajukan klaim asuransi, atau mengakses layanan pemerintah lainnya.
- b. Penjelasan tentang cara klasifikasi aset penting sehingga dapat memberikan daftar dokumen-dokumen yang perlu dilindungi pasca bencana. Contoh: akta, surat-surat berharga, kontrak atau perjanjian, dan dokumen hukum lainnya. Hal ini diperlukan agar warga dapat mengenali dan menyimpan dokumen-dokumen tersebut dengan baik.
- c. Penjelasan tentang cara melindungi aset penting. Contoh: penggunaan wadah tahan air atau wadah yang tahan api untuk menyimpan dokumen, membuat salinan digital (scan) atau fotokopi dokumen, dan menyimpan salinan di tempat yang berbeda dengan dokumen asli. Selain itu juga diperlukan penjelasan terkait sistem pengamanan aset yang sesuai. Contoh: lemari pengaman atau brankas.
- d. Penjelasan tentang tindakan yang harus diambil ketika bencana mendekat. Warga harus diberitahu untuk segera mengumpulkan dokumen-dokumen penting dan membawanya bersama saat evakuasi.
- e. Penjelasan tentang upaya yang dilakukan oleh pemerintah untuk membantu pemulihan dokumen aset yang hilang atau rusak akibat bencana. Hal ini bertujuan agar warga dapat mengetahui tata cara menghubungi dan bekerja sama dengan lembaga-lembaga ini dalam hal pemulihan dokumen.

Salah satu hasil utama dari sosialisasi adalah peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya perlindungan dokumen aset dan proses digitalisasi. Masyarakat akan lebih memahami risiko yang terkait dengan kehilangan dokumen penting dan manfaat digitalisasi. Melalui digitalisasi, dokumen yang hilang atau rusak karena bencana atau insiden lainnya dapat lebih mudah dipulihkan. Hasil ini dapat membantu dalam upaya pemulihan setelah bencana. Kegiatan sosialisasi perlindungan aset ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sosialisasi Perlindungan Aset

7. Pembuatan Tanda Penunjuk Arah ke Tempat Pengungsian Berdasarkan Peta Evakuasi

Bencana tidak dapat diprediksi kedatangannya, bahkan di daerah yang bukan rawan bencana sekalipun dapat terjadi. Selama ini di ada dua bencana yang umum terjadi di Desa Ngasinan, Bulu, Sukoharjo. Bencana tersebut yaitu banjir dan tanah longsor. Perlu dilakukannya mitigasi untuk

mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun kesadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana yang dapat terjadi kapan saja. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan memasang tanda penunjuk arah berupa jalur evakuasi dan titik kumpul. Tanda tersebut sangat penting sebagai petunjuk arah bagi masyarakat Desa Ngasinan menuju tempat pengungsian jika sewaktu-waktu terjadi bencana. Tujuan dari kegiatan ini yaitu masyarakat Desa Ngasinan terutama yang tinggal di daerah rawan bencana mengetahui titik aman dan tempat berkumpul ketika sewaktu-waktu terjadi bencana dengan melihat tanda penunjuk arah berupa jalur evakuasi dan titik kumpul yang telah dibuat.

Kegiatan ini berupa pembuatan tanda penunjuk arah ke tempat pengungsian berdasarkan peta evakuasi. Tanda penunjuk arah berupa jalur evakuasi dan titik kumpul. Penanda jalur evakuasi berjumlah lima belas dipasang di beberapa titik yang telah ditentukan yang tersebar di beberapa dukuh. Sedangkan penanda titik kumpul berjumlah dua dipasang di titik yang telah ditentukan yaitu Lapangan Desa Ngasinan dan Perlimaan Desa Ngasinan. Proses pembuatan dan pemasangan tanda penunjuk arah melibatkan bantuan dari masyarakat Desa Ngasinan. Dengan adanya ini, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran kesiapan masyarakat Desa Ngasinan dalam menghadapi situasi darurat seperti bencana. Kegiatan pembuatan tanda penunjuk arah evakuasi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pembuatan Tanda Penunjuk Arah

8. Sosialisasi Peta Bahaya Bencana dan Jalur Evakuasi

Kegiatan sosialisasi peta bahaya bencana dilaksanakan di Balai Desa Ngasinan pada hari Sabtu, 22 Juli 2023 dengan sasaran perangkat desa dan tokoh masyarakat desa. Kegiatan ini merupakan wadah dimana kita dapat menggali pengetahuan tentang peta bahaya serta merencanakan tindakan evakuasi dalam menghadapi bencana. Dalam kegiatan ini kelompok KKN 14 UNS memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang daerah-daerah yang berpotensi terkena bencana. Selama program ini, kelompok KKN 14 UNS juga membuat kode kentongan untuk pos kamling di beberapa titik untuk menunjang mitigasi awal perencanaan evakuasi bencana.

Tujuan dilakukannya kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang potensi bahaya bencana banjir dan tanah longsor. Ini penting karena pemahaman awal tentang peta bahaya dapat membantu masyarakat mengidentifikasi tanda-tanda peringatan dan bertindak dengan cepat jika mereka menghadapi situasi yang berpotensi berbahaya. Dengan meningkatkan kesadaran ini, kita berharap masyarakat dapat lebih waspada terhadap lingkungannya. Kegiatan sosialisasi sangat penting bagi masyarakat untuk meningkatkan kesadaran serta keterlibatannya dalam upaya pengurangan resiko bencana. Salah satu ancaman yang terjadi Desa Ngasinan adalah abrasi Sungai Bengawan solo yang mengikis pekarangan lahan masyarakat di bantaran sungai serta bencana banjir yang terjadi setiap musim hujan. Oleh karena itu, kelompok KKN 14 UNS mengharapkan program ini dapat membantu masyarakat tentang daerah-daerah yang berpotensi akan bahaya banjir dan tanah

longsor, serta memberikan pembekalan yang dapat digunakan untuk melindungi diri sendiri dan lingkungan kita. Kegiatan sosialisasi peta bahaya bencana Desa Ngasinan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sosialisasi Peta Bahaya Bencana

9. Pembuatan Video Dokumenter tentang Kebencanaan di Ngasinan

Sebagai lokasi dari KKN Desa Tangguh Bencana, Desa Ngasinan memiliki dua bencana yang telah bertahun-tahun terjadi dan belum ada penyelesaiannya. Bencana tersebut adalah abrasi sungai yang menyebabkan tanah longsor serta banjir yang melanda wilayah persawahan. Kedua jenis bencana ini terjadi setiap tahun di musim penghujan. Solusi dan akar permasalahannya sebenarnya ada, namun banyak dari solusi yang dibutuhkan di luar dari ranah pemerintahan desa. Pihak desa telah berupaya untuk mencari solusi ke jenjang pemerintahan yang lebih tinggi namun hingga saat ini hasilnya belum maksimal. Maka dari itu, kami merancang sebuah video dokumenter yang melihat kedua bencana tersebut dari berbagai perspektif; warga terdampak, pemerintah desa, dan akademisi.

Tujuan dari dilaksanakannya program kerja ini adalah melihat bencana dari berbagai perspektif agar audiens paham akan kondisi saat ini yang terjadi di Desa Ngasinan. Selain berisi bukti visual, video ini juga berisi analisa singkat mengenai penyebab dan solusi yang diperlukan. Video ini dapat digunakan apabila pihak pemerintah desa ingin mengajukan proposal atau laporan ke pemerintah berwenang dengan harapan agar peristiwa ini tidak terus menerus terjadi setiap tahun.

Hasil yang didapatkan dari pelaksanaan Video Dokumenter Kebencanaan Ngasinan adalah dirilisnya dua video dokumenter yang telah diunggah di kanal Youtube. Adapun kekurangan dari video ini adalah minimnya arsip terutama arsip data dan visual mengenai bencana yang terjadi bertahun-tahun ini ditambah lagi dengan KKN dilaksanakan pada musim kemarau sehingga tidak dapat mendokumentasikan secara langsung ketika bencana terjadi (musim penghujan). Hasil pengumpulan data visual juga digunakan sebagai bahan penelitian terutama dalam pembuatan jurnal. Kedua video telah diserahkan ke perangkat Desa Ngasinan serta telah ditayangkan dan ditonton oleh para warga Dukuh Karangpoh-Weko, salah satu dukuh terdampak bencana. Kegiatan pembuatan video dokumenter ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pembuatan Video Dokumenter

5. KESIMPULAN

Sungai Bengawan Solo dengan panjang 600 km yang memiliki tiga zona, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Pasokan airnya bermanfaat bagi masyarakat, termasuk kualitas udara, kelangkaan air, dan kegiatan rekreasi. Namun, sungai ini juga menghadapi tantangan seperti erosi, kelangkaan air, dan tebing-tebing. Erosi tebing sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk aliran sungai yang deras, kondisi vegetasi, dan keberadaan dasar sungai yang besar. Potensi erosi sungai cukup tinggi karena dasar sungai yang besar. Vegetasi sungai dapat dikelola melalui sistem irigasi, yang membantu mencegah erosi. Pengelolaannya sangat penting untuk melindungi lingkungan dan mata pencaharian penduduknya. Dengan demikian, melalui program KKN Desa Tanggap Bencana dengan pelaksanaan 9 (sembilan) program kerja, yaitu (1) Eksperimen Serta Pemaparan Tentang Bencana Banjir dan Tanah Longsor Ke Sekolah Dasar, (2) Pengolahan Sampah sebagai Bentuk Pengurangan Resiko Bencana Banjir, (3) Sosialisasi Desa Tanggap Bencana di Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo, (4) Sosialisasi Relawan Penanggulangan Bencana Desa Ngasinan, (5) Sosialisasi untuk Melibatkan Perempuan dalam Relawan Penanggulangan Bencana, (6) Sosialisasi Perlindungan Aset, (7) Pembuatan Tanda Penunjuk Arah ke Tempat Pengungsian Berdasarkan Peta Evakuasi, (8) Sosialisasi Peta Bahaya Bencana dan Jalur Evakuasi, (9) Pembuatan Video Dokumenter tentang Kebencanaan di Ngasinan, diharapkan dapat meminimalisir masalah yang terjadi dan mempromosikan pembangunan berkelanjutan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat atau yang sering dikenal dengan Kuliah Kerja Nyata didukung oleh Unit Pengelola Kuliah Kerja Nyata Universitas Sebelas Maret. Ucapan terimakasih kami ditujukan kepada Unit Pengelola Kuliah Kerja Nyata Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan fasilitas pelaksanaan kegiatan KKN periode semester Februari-Juli 2023, Kepala Desa dan Perangkat Desa Ngasinan, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo yang telah memberikan izin untuk melaksanakan kegiatan KKN dan mendukung kegiatan KKN kelompok 14 Desa Ngasinan.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Academy, S. (2022). *Pengertian Erosi, Faktor Penyebab dan Cara Mencegah*. Sampoerna Academy.
- Arif, J., Nugroho, H., & Budiagung, S. (2016). *Geo-Arkeologi Teras Purba Bengawan Solo di Sekitar*

- Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. *PURBAWIDYA: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Arkeologi*, 4(2), 1–14.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Auliyani, D., & Wahyuningrum, N. (2020). Rainfall pattern for water resources utilization planning in the upperstream of Bengawan Solo Watershed. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 4(1), 53–62. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPPDAS/article/view/5568>
- Bordoloi, K., Nikam, B. R., Srivastav, S. K., & Sahariah, D. (2020). Assessment of riverbank erosion and erosion probability using geospatial approach: a case study of the Subansiri River, Assam, India. *Applied Geomatics*, 12(3), 265–280. <https://doi.org/10.1007/s12518-019-00296-1>
- Candraningtyas, C. F., Syahrani, L. P. W., & Luthfia. (2023). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Terhadap Fungsi Pengendalian Banjir Surakarta 2023. *Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 8(8), 2481–2496.
- Chassiot, L., Lajeunesse, P., & Bernier, J. F. (2020). Riverbank erosion in cold environments: Review and outlook. *Earth-Science Reviews*, 207(September 2019), 103231. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103231>
- Daly, E. R., Miller, R. B., & Fox, G. A. (2015). Modeling streambank erosion and failure along protected and unprotected composite streambanks. *Advances in Water Resources*, 81, 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2015.01.004>
- Danar. (2017). *Tergerus Bengawan Solo, 36 KK di Ngasinan Bulu Kehilangan Tanah*. Krjogja.Com.
- Gaskin, S. J., Pieterse, J., Al Shafie, A., & Lepage, S. (2003). Erosion of undisturbed clay samples from the banks of the St. Lawrence River. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 30(3), 585–595. <https://doi.org/10.1139/l03-008>
- Izquierdo, M., Tye, A. M., & Chenery, S. R. (2012). Sources, lability and solubility of Pb in alluvial soils of the River Trent catchment, U.K. *Science of the Total Environment*, 433, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.039>
- Kronvang, B., Audet, J., Baattrup-Pedersen, A., Jensen, H. S., & Larsen, S. E. (2012). Phosphorus Load to Surface Water from Bank Erosion in a Danish Lowland River Basin. *Journal of Environmental Quality*, 41(2), 304–313. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0434>
- Menteri Pekerjaan Umum. (2010). *Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Bengawan Solo*.
- Nahak, A. (2016). *KARAKTERISTIK FISIK DAN HIDROLOGI DAS BENGAWAN SOLO*.
- Natalia, A. C., Hambali, R., & Sabri, F. (2022). Analisis Erosi Pada Daerah Aliran Sungai Baturusa. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 2(1), 13–24. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v2i1.26>
- Nordstrom, K. F., & Jackson, N. L. (2012). Physical processes and landforms on beaches in short fetch environments in estuaries, small lakes and reservoirs: A review. *Earth-Science Reviews*, 111(1–2), 232–247. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.12.004>
- Putra, A. T. (2023). *Pilu Warga Tawang Sari: Rumah-Tanah Hilang Ditelan Erosi Bengawan Solo*. Detik Jateng.
- Rahmawati, M., Riyadi, M. I., & Rizaldy, R. J. (2019). Sungai Bengawan Solo: Tinjauan Sejarah Maritim

- Dan Perdagangan Di Laut Jawa. *Jurnal: Candrasangkala*, 5(2), hlm: 24-39.
- Siregar, J. S., & Wibowo, A. (2019). Upaya Pengurangan Risiko Bencana Pada Kelompok Rentan. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10(1), 30–38.
- Swenja, S., & Tanner, T. (2016). *Realising the “Triple Dividend of Resilience” A New Business Case for Disaster Risk Management*. Springer International Publishing Switzerland.
- UNISDR. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030. In *ICLUX EN5000 1st edition*.
- Wibowo, E. A., & Ryanthie, S. (2023). *Beranda Nasional Kepala BBWSBS Ungkap Penyebab Lain Banjir Solo, Soroti Perilaku Warga Buang Sampah Sembarangan*. Tempo.Co.
- Widyastuti, M. T., Taufik, M., & Santikayasa, I. P. (2018). Prediksi Debit Jangka Panjang untuk Sungai Bengawan Solo. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 15(2), 71–82.
- Wohl, E. (2015). Legacy effects on sediments in river corridors. *Earth-Science Reviews*, 147(July), 30–53. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.05.001>
- Ye, T., Wang, Y., Wu, B., Shi, P., Wang, M., & Hu, X. (2016). Government Investment in Disaster Risk Reduction Based on a Probabilistic Risk Model: A Case Study of Typhoon Disasters in Shenzhen, China. *International Journal of Disaster Risk Science*.
- Yochum, S. E., Sholtes, J. S., Scott, J. A., & Bledsoe, B. P. (2017). Stream power framework for predicting geomorphic change: The 2013 Colorado Front Range flood. *Geomorphology*, 292, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.03.004>
- Yusron, M., & Asroul Jaza, M. (2021). Analisis Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik serta Pencemaran Logam Berat pada Hulu Sungai Bengawan Solo. *Environmental Pollution Journal*, 1(1), 41–48. <https://doi.org/10.58954/epj.v1i1.6>