

Vol. 13 No. 1
Juni 2024

p-ISSN 2252-9195
e-ISSN 2714-6189



INDONESIAN JOURNAL OF CONSERVATION

**Sub Direktorat Konservasi
DAKK - UNNES**



INDONESIAN JOURNAL
OF CONSERVATION

Vol 13. No. 1, Juni 2024

Diterbitkan Oleh:

Subdirektorat Konservasi
Direktorat Akademik, Kemahasiswaan, dan Konservasi
Universitas Negeri Semarang



INDONESIAN JOURNAL OF CONSERVATION

ISSN: 2252-9195

Terbit enam bulanan, Juni dan Desember

Indonesian Journal of Conservation merupakan jurnal yang menerbitkan artikel-artikel hasil penelitiandan kajian konseptual bertema konservasi, meliputi konservasi keanekaragaman hayati, pengelolaan limbah, *green architecture and internal transportation, clean energy, paperless policy*, konservasi nilai, etika, dan budaya, serta kader konservasi.

Penasihat:

Prof. Dr. Amin Retnoningsih, M.Si.

Ketua Dewan Redaksi:

Dr. Ir. Ananto Aji, M.S.

Dewan Redaksi:

Khoirudin Fathoni, S.T., M.T.

M. Fikri Amrullah, S.Pd., M.Pd.

Tsabit Azinar Ahmad., S.Pd., M.Pd.

Teguh Prihanto, S.T., M.T

Penyunting:

M. Fikri Amrullah, S.Pd., M.Pd.

Sekretariat:

Eli Dwi Astuti, S.Si., M.Si.

Alamat Redaksi:

Subdirektorat Konservasi Direktorat Akademik, Kemahasiswaan, dan Konservasi
Universitas Negeri Semarang
Gedung Prof. Dr. Satmoko (Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Profesi) Lantai 2
Kampus Sekaran Gunungpati Kota Semarang 50229
Website: www.unnes.ac.id/konservasi
Email: konservasi@mail.unnes.ac.id
Online Journal: <https://journal.unnes.ac.id/journals/ijc/issue/archive>

Foto sampul: M. Fikri Amrullah, 2024

DAFTAR ISI

<i>ESTIMATION OF CHANGES IN WATER QUALITY PARAMETERS IN RAWA PENING LAKE BASED ON REMOTE SENSING DATA</i>	
Trida Ridho Fariz, Andin Vita Amalia, Abdul Jabbar, Rifa' Atunnisa.....	1
DISTRIBUSI SPASIAL DAN KETEBALAN HUTAN MANGROVE TERHADAP INTRUSI AIR LAUT DI KECAMATAN CILACAP TENGAH	
Nur Laily Fauziyah, Wahyu Setyaningsih, Dewi Liesnoor Setyowati, Wahid Akhsin Budi Nur Sidiq.....	8
PENGARUH TINGKAT KECERDASAN EKOLOGIS TERHADAP PARTISIPASI SISWA DALAM PROGRAM ADIWIYATA DI SMAN 1 LAMONGAN	
Nur Izzah Fitriyah, Ananto Aji	18
IDENTIFIKASI NATURAL BASED SOLUTIONS SEBAGAI UPAYA KONSERVASI LAHAN KRITIS AKIBAT PERTANIAN KENTANG DI DATARAN TINGGI DIENG KECAMATAN KEJAJAR KABUPATEN WONOSOBO	
Aprillia Findayani, M. Qowiyul Amien Ta'ani, Truly Anissa Gadis Anindra, Muh. Syahrul Alwi, M. Fikri Amrullah, Hamim Rosyidi.....	26
<i>USE OF WASTE IN THE SCHOOL ENVIRONMENT OF MUHAMMADIYAH MIDDLE SCHOOL STUDENTS TRAINING ECO ENZYM PRODUCTION DAY</i>	
Rafika Meidiyanti, Wahyu, Rizali Hadi	36
KAJIAN KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT DALAM MENGHADAPI BENCANA BANJIR DI KABUPATEN DEMAK	
Sriyono, Andi Irwan Benardi, Saptono Putro, M. Nurropik, Joshua Vincent G, Jaka Putra Rahmajati	42



Estimation Of Changes in Water Quality Parameters in Rawa Pening Lake Based on Remote Sensing Data

Trida Ridho Fariz¹, Andin Vita Amalia^{1,2}, Rifa' Atunnisa¹, Abdul Jabbar¹

¹Environmental Science, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²Environmental Science, Universitas Diponegoro, Indonesia

Info Artikel

Article History

Juni

Key Words

TSS, water hyacinth, Landsat, Google Earth Engine

Abstrak

Danau Rawa Pening di Indonesia merupakan salah satu danau super prioritas revitalisasi. Penelitian ini mengkaji perubahan parameter kualitas air di Danau Rawa Pening dari data penginderaan jauh dengan Google Earth Engine (GEE). Parameter fisik yang digunakan untuk menilai kualitas air adalah konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan luas vegetasi air (eceng gondok). Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas air Danau Rawa mengalami perubahan pada kadar TSS dan sebaran vegetasi perairan. Secara umum, dari tahun 2017, 2019, dan 2021 terjadi fluktuasi persentase eceng gondok dan TSS. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa Danau Rawa Pening sebagian besar bersifat hipereutrofik.

Abstract

Lake Rawa Pening, in Indonesia, is one of the super lakes of revitalization priority. This study examines changes in water quality parameters in Rawa Pening Lake from remote sensing data with Google Earth Engine (GEE). The physical parameters used to assess water quality are the concentration of Total Suspended Solid (TSS) and the area of water vegetation (water hyacinth). The results indicate that the water quality of Rawa lake has changed in the TSS level and the distribution area of aquatic vegetation. In general, from 2017, 2019 and 2021 there were fluctuations in the percentage of water hyacinth and TSS. Modeling results indicate that Lake Rawa Pening is mostly hypereutrophic

©2023 Published by UNNES. This is an open access

* E-mail

trida.ridho.fariz@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/ijc.v13i1.4372>

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

INTRODUCTION

Lakes are natural bodies of water on land. Lakes are one of the water sources used by the community (Pratiwi & Heriyanti, 2024). Lakes are not only a component of the earth's hydrosphere but can also be an indicator to determine regional climate changes in different time scales and human activities around lakes (Yao et al., 2018). One of the natural lakes that is very interesting to study is Rawa Pening in Semarang Regency, Indonesia. This semi-natural volcanic lake is surrounded by several mountains, making it a famous tourist destination (Marwoto et al., 2020). In addition to tourism, Rawa Pening Lake is also used for irrigation, fisheries, electricity generators, and household needs such as drinking water (H. C. D. Nugroho et al., 2020; A. Piranti et al., 2019; Seftyono, 2014).

From various potential of Rawa Pening, the decline of water quality becomes a primary problem that makes Rawa Pening a priority lake for revitalization in the National Medium Term Development Plan (RPJMN) (Amalia et al., 2024; BAPPENAS, 2019). In addition, Rawa Pening Lake is located upstream of the Tuntang Watershed, which is one of the priority watersheds for revitalization (Gubernur Jawa Tengah, 2023). One of the factors causing problems in Rawa Pening lake is the level of water quality below the threshold due to eutrophication (A. S. Piranti et al., 2018; Purwanto et al., 2020). In addition, another problem is silting due to sedimentation and water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) (Izzati, 2023; N. P. Nugroho, 2022; Prasetyo et al., 2022). Thus, providing a spatial water quality model in Lake Rawa Pening is very important and valuable for policy formulation related to lake revitalization (Setiawan et al., 2019).

TSS modeling and aquatic vegetation are commonly used in remote sensing-based spatial models that show the quality of lake waters (Heriza et al., 2018; Imran et al., 2022). However, in remote sensing-based TSS modeling, there are obstacles, e.g., cloud cover, that is also a challenge in Rawa Pening Lake, which is topographically located on the slopes of Mount Merbabu, Mount Telomoyo, and Mount Ungaran (Karbela et al., 2021; Markert et al., 2018; Paramita et al., 2022; Widhaningtyas et al., 2020). This cloud cover problem can be overcome by using the GEE (Google Earth Engine) platform, which can provide and analyze remote sensing data so that users can get cloud-free satellite imagery (Fariz & Nurhidayati, 2020; Wahap & Shafri, 2020). Therefore, our paper will model the dynamics of

water quality in Lake Rawa Pening based on remote sensing. The main difference from the previous study by Heriza et al. (2018) and Chulafak et al. (2021) is the use of GEE so that the resulting model is free from cloud cover. The provision of a spatial dynamics model of lake quality will also increase the availability of lake quality data which is the target of activities in the Strategic Planning of the Ministry of Environment & Forestry for the 2020-2024 period (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020).

RESEARCH METHOD

The water quality parameters in this article are limited by the distribution of water vegetation (*water hyacinth*) and TSS. The study location in this research is Lake Rawa Pening which is located in Semarang Regency, Central Java Province, Indonesia (Figure 1). The image data used is Landsat-8 satellite imagery which was acquired in 2017, 2019, and 2021. The satellite imagery data used is surface reflectance (SR) data from GEE, so there is no need for pre-processing such as geometric and radiometric correction. Data management and analysis stages consist of mapping water vegetation (*water hyacinth*) and then continuing with TSS mapping.

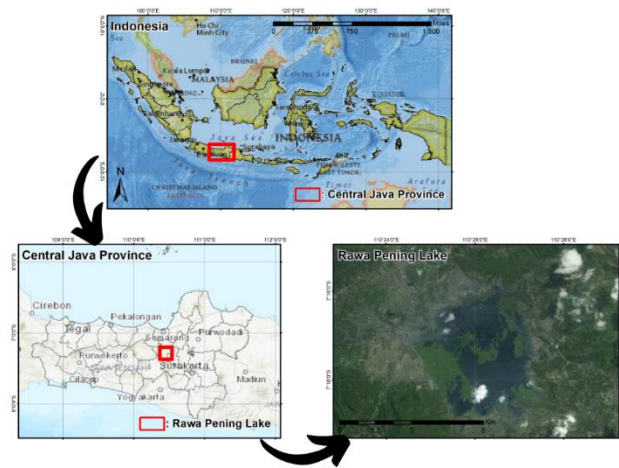


Figure 1. Location of Rawa Pening Lake

Water hyacinth mapping uses image interpretation analysis, i.e., visual interpretation. Visual interpretation uses keys such as tone/color, shape, site, and others. Our consideration for visual interpretation was a mix of pixels between water hyacinths, water bodies, and other vegetation, making it difficult to discriminate against using digital interpretation (Thamaga & Dube, 2018).

TSS mapping using image processing analysis with TSS modeling algorithm. TSS was suspended materials (diameter > 1 m) retained on

a millipore sieve with a pore diameter of 0.45 m. TSS consists of mud and fine sand, and micro-organisms. The ultimate cause of TSS in waters is soil erosion carried into water bodies. If the TSS concentration is too high, it will inhibit light penetration into the water and disrupt the photosynthesis process (Nurandani et al., 2013). In this paper, we use the algorithm developed by Parwati because it has the highest correlation and coefficient of determination in modeling the distribution of TSS in Rawa Pening Lake (Heriza et al., 2018; Parwati & Purwanto, 2017). This algorithm uses a red band which is sensitive to TSS (Lobo et al., 2015). The expression of this algorithm is as follows:

$$\text{TSS(mg/L)} = 3.3238 * \text{EXP}(34.099 * \text{Red Band}) \quad (1)$$

After the TSS model is made, the next step is calculating the brightness level based on the TSS value from the modeling results. The estimated brightness value was obtained from an equation constructed from several studies of the relationship between TSS and the brightness of lake waters in Indonesia (Trisakti et al., 2017). The expression of this equation is as follows:

$$375.71 \cdot \exp(-0.123 \cdot \text{TSS}) \quad (2)$$

The brightness value obtained will be used to estimate Rawa Pening Lake's water quality changes. Determination of quality is based on trophic status, which refers to the Regulation of the State Minister of the Environment No.28 of 2009 as follows:

Table 1. The brightness index

Status	Average			
	N Total (mg/L)	P Total (mg/L)	Klorofil- a (ug/L)	Brightness (m)
Oligotrofik	< 650	< 10	< 2	> 10
Mesotrofik	< 750	< 30	< 5	> 4
Eutrofik	< 1900	< 100	< 15	> 2.5
Hypertrofik	> 1900	> 100	> 200	< 2.5

RESULTS AND DISCUSSION

Satellite imagery data Preparation for modeling

The use of GEE in modeling water quality in Rawa Pening Lake has advantages because there is no need to download satellite imagery and pre-process data. We can get cloud cover-free satellite imagery at GEE by applying a median reducer and cloud masking. The median reducer gets the image at a particular time, which we use from March to November (Figure 2). The selection of time intervals is based on the seasons in Java, Indonesia, where the year's beginning and the end is the peak of the rainy season. The rainy season affects the

percentage of cloud cover on satellite imagery obtained, whereas, in that period, the quality of satellite imagery tends to be low (P. Li et al., 2018).

Illustration of research data in the form of pictures can be in the form of photos, flowcharts, graphs, charts, or maps. For maps, such as sample maps, only display legends, scales, insets if needed, and maps without logos and author's names. Images or tables can be placed in a text box placed

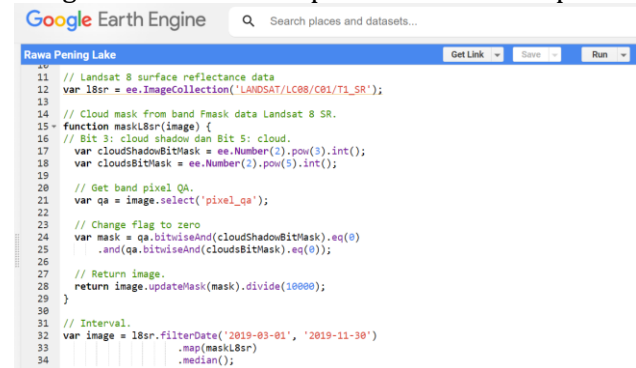


Figure 2. Script used to get cloud cover-free satellite imagery

After applying the median reducer and cloud masking, satellite imagery free of cloud cover is obtained and ready to be used to map water hyacinths and TSS (Figure 3). The key to this method's success is the study's location and the amount of data available. If an area has a lot of cloud cover every month, such as mountainous areas or the equator, the results of cloud masking will find holes with a null value. The amount of available data also affects because the more data available, the more data is used to fill gaps. Thus, the method will work better when using Landsat-8 than Landsat-5, which has fewer data.

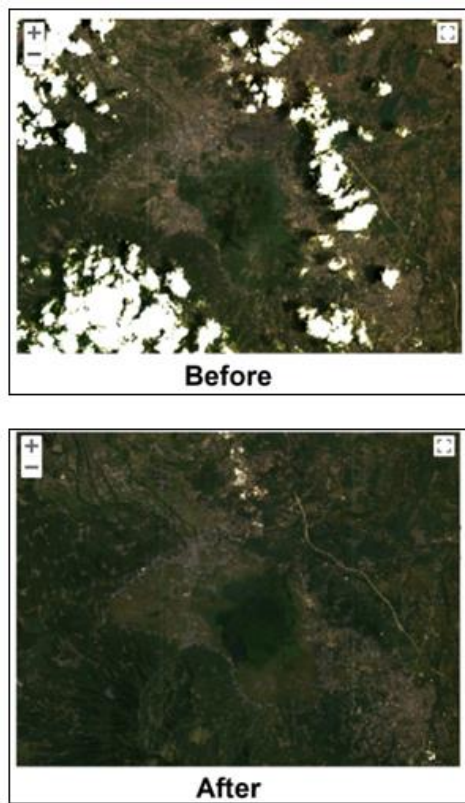


Figure 3. Comparison of satellite imagery before and after processing

Modeling changes in water quality in Lake Rawa Pening

The water quality parameters modeled in this paper are the distribution of water hyacinth and TSS. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) is a floating aquatic plant commonly found in Rawa Pening Lake. This plant, which has a local language, namely water hyacinth, can adapt to extreme changes in water levels, water currents, and changes in nutrient availability. Water hyacinth is one of the world's most aggressive invasive plant species, so it is necessary to monitor its distribution through mapping (Pádúa et al., 2022).

The results of the visual interpretation showed that the water hyacinth cover in Rawa Pening waters fluctuates. In 2017, the waters of Lake Rawa Pening were partially covered by water hyacinth, up to 62.4%. In 2019, water hyacinth cover increased to about 81.1%. Remarkably, in 2021, the water hyacinth cover in Rawa Pening decreased drastically to 19.6%. The drastic decrease in water hyacinth cover was due to collaborative activities between the government and the military, namely the Pemali Juana River Basin Agency (BBWS) and the Diponegoro Military Command (BBWS Pemali Juana, 2021). This activity took the form of cleaning and lifting water hyacinths in Rawa

Pening on a large scale, resulting in a drastic reduction in water hyacinth cover.

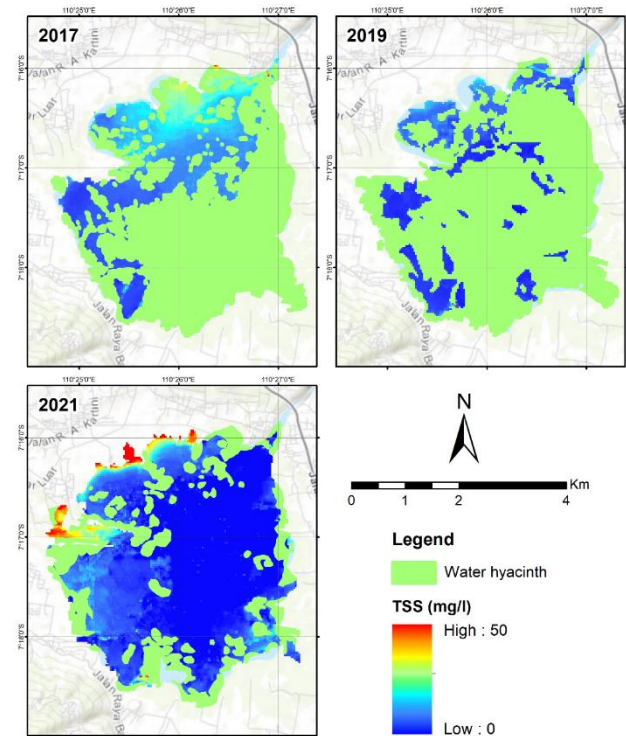


Figure 4. Water quality map in Rawa Pening with water hyacinth and TSS

Fluctuating results were also obtained in estimating the TSS value from the model. In 2017 the average TSS content in Rawa Pening Lake was around 9.13 mg/l; in 2019, it decreased to 7.13 and again increased to 7.75 mg/l in 2021 (Figure 4). Based on the TSS value obtained, we can estimate the average water brightness value to determine the trophic status of Lake Rawa Pening. The calculation results showed that sequentially from 2017, 2019, and 2021 the average brightness value in Rawa Pening waters is 1.22m, 1.56m, and 1.44m. These results indicate that Lake Rawa Pening is mostly hypertrophic. Hypertrophic is the trophic status of lake water with very high levels of nutrients. This status indicates that the water has been heavily polluted by increased levels of N and P (Astuti et al., 2022; Heriza et al., 2018).

The status of Lake Rawa Pening's water quality is an estimate from the model made. The limitation of this paper is that we do not validate the model made, other than that the determination of the trophic status is only based on the brightness value. In order to get more representative results, in addition to validating the model, we also suggest that the model is built from high-resolution data such as UAV (Unmanned Aerial Vehicle) data. UAV data is able to discriminate against objects such as building

types and vegetation types (Fariz et al., 2023; Z. Li et al., 2021). This makes UAV data can be used to estimate the quality of lake waters through mapping water hyacinth or TSS content (Pádua et al., 2022; Silveira Kupssinskü et al., 2020; Wongsupathai et al., 2021). From this paper, we can convey that water quality modeling can be estimated with medium resolution remote sensing data, making it more effective and efficient. We also proved that using GEE for the data collection and analysis benefits in model development process regarding time efficiency.

CONCLUSIONS

Modeling of water quality in Rawa Pening Lake is limited to the distribution of water hyacinth and TSS only. In general, in 2017, 2019, and 2021 there were fluctuations in the percentage of water hyacinth and TSS. Especially for water hyacinth in 2021, there will be a drastic decline due to synergy activities between the government and the military. Modeling results indicate that Lake Rawa Pening is mostly hypereutrophic. The status of Lake Rawa Pening's water quality is an estimate from a model made with limitations based only on the brightness level of the waters and without model validation. These results also indicate that water quality modeling can be estimated using remote sensing data, making it more effective and efficient. We also proved that using GEE for the data collection and analysis benefits the model development process regarding time efficiency.

REFERENCE

- 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).
- Astuti, L. P., Sugianti, Y., Warsa, A., & Sentosa, A. A. (2022). Water Quality and Eutrophication in Jatiluhur Reservoir, West Java, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(2).
- BAPPENAS. (2019). *Menteri Bambang Sebut Penyelamatan 15 Danau Prioritas Bagian dari Wujudkan SDGs*. <https://www.bappenas.go.id/index.php/berita/menteri-bambang-sebut-penyelamatan-15-danau-prioritas-bagian-dari-wujudkan-sdgs>
- BBWS Pemali Juana. (2021). *Sinergi BBWS Pemali Juana dengan TNI dalam Revitalisasi Danau Rawa Pening kab. Semarang*. sda.pu.go.id
- Chulafak, G. A., Kushardono, D., & Yulianto, F. (2021). Utilization of multi-temporal Sentinel-1 satellite imagery for detecting aquatic vegetation change in Lake Rawapening, Central Java, Indonesia. *Papers in Applied Geography*, 7(3), 316–330.
- 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. *AIP Conference Proceedings*, 2683(1).
- 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. <https://doi.org/10.30871/jagi.v4i2.2256>
- Gubernur Jawa Tengah. (2023). *Rencana Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2024 - 2026*. https://jdih.jatengprov.go.id/produk_hukum/pergub/2023pg0033012.pdf
- Heriza, D., Sukmono, A., & Bashit, N. (2018). Analisis perubahan kualitas perairan Danau Rawa Pening periode 2013, 2015 dan 2017 dengan menggunakan data citra Landsat 8 multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 79–89.
- Imran, U., Zaidi, A., Mahar, R. B., & Khokhar, W. A. (2022). Assessment of the lake water quality using Landsat 8 OLI imagery: a case study of Manchar Lake, Pakistan. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(11), 1094.
- Izzati, M. (2023). SANDY AND CLAY SOIL FERTILITY AFTER APPLICATION OF SOIL CONDITIONER FROM WATER HYACINTH (*Eichhornia crassipes* [mart.] solms) SHOOTS AND ROOTS. *Indonesian Journal of Conservation*, 12(1), 46–52.
- Karbela, B., Afgatiani, P. M., & Parwati, E. (2021). Interseasonal Variability in the Analysis of Total Suspended Solids (TSS) in Surabaya Coastal Waters Using Landsat-8 Satellite Data. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(2), 175–188.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Rencana Strategis 2020-2024*.
- Li, P., Feng, Z., & Xiao, C. (2018). Acquisition probability differences in cloud coverage of the available Landsat observations over mainland Southeast Asia from 1986 to 2015. *International Journal of Digital Earth*, 11(5), 437–450.
- Li, Z., Ding, J., Zhang, H., & Feng, Y. (2021). Classifying individual shrub species in UAV images—a case study of the gobi region of Northwest China. *Remote Sensing*, 13(24),

- 4995.
- Lobo, F. L., Costa, M. P. F., & Novo, E. M. L. M. (2015). Time-series analysis of Landsat-MSS/TM/OLI images over Amazonian waters impacted by gold mining activities. *Remote Sensing of Environment*, 157, 170–184.
- Markert, K. N., Schmidt, C. M., Griffin, R. E., Flores, A. I., Poortinga, A., Saah, D. S., Muench, R. E., Clinton, N. E., Chishtie, F., & Kityuttachai, K. (2018). Historical and operational monitoring of surface sediments in the lower mekong basin using landsat and google earth engine cloud computing. *Remote Sensing*, 10(6), 909.
- Marwoto, R. M., Heryanto, H., & Joshi, R. C. (2020). The invasive apple snail *Pomacea canaliculata* in Indonesia: A case study in Lake Rawa Pening, Central Java. *BIO Web of Conferences*, 19, 14.
- Nugroho, H. C. D., Aji, M. W., Alfiatunnisa, N., Partosuwiryo, S., Djumanto, D., Rusmilyansari, R., & Budi, E. S. (2020). The Effect of Bait on The Catch Composition of Square Folding Trap in Rawa Pening Semarang Regency. *TROPICAL WETLAND JOURNAL*, 6(2), 30–37.
- Nugroho, N. P. (2022). Sediment export estimation from the catchment area of Lake Rawapening using InVEST model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 950(1), 12072.
- Nurandani, P., Subiyanto, S., & Sasmito, B. (2013). Pemetaan Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal di Danau Rawa Pening Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(4).
- Pádua, L., Antão-Geraldes, A. M., Sousa, J. J., Rodrigues, M. Â., Oliveira, V., Santos, D., Miguens, M. F. P., & Castro, J. P. (2022). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) detection using coarse and high resolution multispectral data. *Drones*, 6(2), 47.
- Paramita, W. N. I., Widana, I. P. K. A., & Sarja, N. L. A. K. Y. (2022). Designing Rawa Pening as a new nature-based tourism area. *International Journal of Green Tourism Research and Applications*, 4(1), 1–8.
- Parwati, E., & Purwanto, A. D. (2017). Time series analysis of total suspended solid (TSS) using Landsat data in Berau coastal area, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 14(1), 61–70.
- Piranti, A. S., Rahayu, D. R. U. S., & Waluyo, G. (2018). Nutrient limiting factor for enabling algae growth of Rawapening Lake, Indonesia. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 10(1), 101–108.
- Piranti, A., Waluyo, G., & Rahayu, D. R. U. S. (2019). The possibility of using Lake Rawa Pening as a source of drinking water. *Journal of Water and Land Development*, 41.
- Prasetyo, S., Anggoro, S., & Soeprbowati, T. R. (2022). Water hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms management in Rawapening Lake, Central Java. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 15(1), 532–543.
- Pratiwi, A. S., & Heriyanti, A. P. (2024). Community Participation in Environmental Conservation Based on Dawuhan Tradition in Tegalwaton Village Spring, Semarang Regency. *Indonesian Journal of Earth and Human*, 1(1), 17–26.
- Purwanto, P., Retnowati, R., & Suryanto, H. (2020). Strategy for Enhancing Community Economy Through Optimization of Tourism Areas (A Study on Rawa Pening Lakes in Central Java Province-Indonesia). *Journal of International Conference Proceedings*, 3(1), 183–193.
- Seftyono, C. (2014). Rawa Pening dalam perspektif politik lingkungan: sebuah kajian awal. *Indonesian Journal of Conservation*, 3(1).
- Setiawan, F., Matsushita, B., Hamzah, R., Jiang, D., & Fukushima, T. (2019). Long-term change of the secchi disk depth in lake maninjau, indonesia shown by landsat TM and ETM+ data. *Remote Sensing*, 11(23), 2875.
- Silveira Kupssinskü, L., Thomassim Guimarães, T., Menezes de Souza, E., C. Zanotta, D., Roberto Veronez, M., Gonzaga Jr, L., & Mauad, F. F. (2020). A method for chlorophyll-a and suspended solids prediction through remote sensing and machine learning. *Sensors*, 20(7), 2125.
- Thamaga, K. H., & Dube, T. (2018). Remote sensing of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review on applications and challenges. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 10, 36–46.
- Trisakti, B., Suwargana, N., & Santo Cahyono, J. (2017). Monitoring of lake ecosystem parameter using landsat data (a case study: Lake Rawa Pening). *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 12(1), 71–81.
- Wahap, N. A., & Shafri, H. Z. M. (2020). Utilization of Google Earth Engine (GEE) for land cover monitoring over Klang Valley, Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012003>
- Widhaningtyas, T. U., Putra, A. C. P., & Fariz, T. R.

(2020). Perbandingan Metode Koreksi Topografi Pada Citra Satelit Landsat 8 Di Wilayah Gunung Telomoyo, Jawa Tengah. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 32–38.

Wongsupathai, C., Takagi, K., & Hioki, Y. (2021). Mapping of non-submerged aquatic vegetation by using UAV for clarifying the status of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Nong Bong Khai Non-hunting Area, Thailand. *Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology*, 47(2), 273–291.

Yao, X., Liu, S., Han, L., Sun, M., & Zhao, L. (2018). Definition and classification system of glacial lake for inventory and hazards study. *Journal of Geographical Sciences*, 28, 193–205.



Distribusi Spasial dan Ketebalan Hutan Mangrove terhadap Intrusi Air Laut di Kecamatan Cilacap Tengah

Nur Laily Fauziyah¹, Wahyu Setyaningsih², Dewi Liesnoor Setyowati³, Wahid Akhsin B.N.S⁴

¹ Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

² Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

³ Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

⁴ Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Article History

Juni

Kata Kunci :

Distribusi Spasial, Hutan Mangrove, Ketebalan Hutan Mangrove, Intrusi Air Laut

Abstrak

Intrusi air laut merupakan salah satu masalah utama yang umum terjadi di wilayah pesisir. Kecamatan Cilacap Tengah merupakan salah satu kecamatan di pesisir selatan Jawa yang diduga mengalami intrusi air laut yang juga memiliki ekosistem hutan mangrove. Hutan mangrove dianggap mampu meminimalisir terjadinya intrusi air laut melalui sistem perakaran, batang, dan daunnya yang mampu beradaptasi dengan air asin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hutan mangrove terhadap intrusi air laut yang dilakukan dengan menganalisis distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove terhadap intrusi air laut. Analisis yang digunakan yakni analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan mangrove tersebar di Kelurahan Kutawaru, Donan, dan Lomanis. Adapun ketebalan hutannya berkisar 0-867,3 m. Hasil pemetaan intrusi air laut menunjukkan bahwa di Kecamatan Cilacap Tengah terdapat daerah yang tidak terintrusi, intrusi sedang, dan intrusi tinggi. Berdasarkan hasil pemetaan di antara keduanya, menunjukkan bahwa di daerah yang bermangrove luas dan tebal tidak mengalami intrusi hingga mengalami intrusi sedang. Sedangkan daerah yang tidak bermangrove dan bermangrove tipis mengalami intrusi sedang hingga tinggi. Sehingga penanaman hutan mangrove harus dilakukan secara lebih merata di lahan-lahan yang tidak bermangrove sama sekali, mengingat keberadaan hutan mangrove berpengaruh terhadap kondisi intrusi air laut di Kecamatan Cilacap Tengah.

Abstract

Sea water intrusion is one of the main problems that commonly occurs in coastal areas. Central Cilacap District is one of the sub-districts on the southern coast of Java which is suspected of experiencing sea water intrusion and also has a mangrove forest ecosystem. Mangrove forests are considered capable of minimizing sea water intrusion through their root, stem and leaf systems which are able to adapt to salt water. This research aims to determine the effect of mangrove forests on sea water intrusion which was carried out by analyzing the spatial distribution and thickness of mangrove forests on sea water intrusion. The analysis used is spatial analysis. The research results show that mangrove forests are spread across Kutawaru, Donan and Lomanis sub-districts. The forest thickness ranges from 0-867.3 m. The results of seawater intrusion mapping show that in Central Cilacap District there are areas that are not intruded, have moderate intrusion and have high intrusion. Based on the mapping results between the two, it shows that in areas with extensive and thick mangroves there is no intrusion until there is moderate intrusion. Meanwhile, areas without mangroves and with thin mangroves experience moderate to high intrusion. So the planting of mangrove forests must be carried out more evenly on land that does not have any mangroves at all, considering that the presence of mangrove forests affects the conditions of sea water intrusion in Central Cilacap District.

*E-mail

nurlaily1412@gmail.com

©2024 Published by UNNES. This is an open access

DOI: <https://doi.org/10.15294/ijc.v13i1.5127>

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

PENDAHULUAN

Intrusi air laut adalah proses menyusupnya atau masuknya air laut ke dalam akuifer air tanah yang terjadi akibat tekanan air tanah lebih kecil dari tekanan air laut (Costall et al., 2018). Sehingga air tanah yang bersifat tawar berubah menjadi payau hingga asin. Intrusi air laut merupakan salah satu masalah utama yang umum terjadi di wilayah pesisir. Hal tersebut dikarenakan akuifer di wilayah pesisir memiliki kontak langsung dengan air laut pada zona transisi atau yang biasa disebut zona *interface*.

Hutan mangrove dianggap sebagai salah satu ekosistem yang mampu menjadi sabuk hijau (*greenbelt*) bagi terjadinya intrusi air laut di wilayah pesisir (Hilmi et al., 2017; Damayanti et al., 2020 ; Setiawan, 2013). Hal tersebut dikarenakan hutan mangrove memiliki kelenjar ekskresi garam, kelenjar penimbun garam dan kelenjar penghasil garam melalui aktivitas akar, batang, dan daunnya yang dapat menyerap dan mengakumulasi kadar salinitas, serta sistem metabolisme lain yang dapat mengurangi dampak air laut. (Lunstrum & Chen, 2014).

Kecamatan Cilacap Tengah merupakan salah satu wilayah pesisir pantai selatan Jawa yang ditumbuhi ekosistem hutan mangrove dengan karakteristik mangrove yang luas dan tebal, dikarenakan wilayah ini masih terpengaruh oleh aktivitas pasang surut air laut dari Samudera Hindia. Selain itu, wilayah ini juga dipengaruhi oleh aktivitas air tawar dari beberapa sungai, antara lain Sungai Donan, Sungai Sapuregel, dan beberapa sungai-sungai kecil. Kondisi tersebut menjadikan wilayah ini sebagai salah satu tempat yang cocok secara edafis untuk bertumbuhnya ekosistem hutan mangrove.

Meskipun demikian, berdasarkan penelitian awal, wilayah Kecamatan Cilacap Tengah diperkirakan telah terjadi intrusi air laut. Hal tersebut didasarkan pada penuturan beberapa penduduk yang mengatakan bahwa air di sumur mereka terasa asin. Selain itu, dugaan terjadinya intrusi air laut di wilayah ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Purnama (2019), yang menyatakan bahwa beberapa wilayah di Kecamatan Cilacap Tengah termasuk ke dalam wilayah rawan intrusi air laut. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hutan mangrove terhadap intrusi air laut yang dianalisis secara spasial dari pemetaan karakteristik distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah yang terletak di 7°38'49.2" - 7°44'11.6" LS dan 108°57'10.9" - 109°02'08.3" BT. Adapun daerah kajian terbagi berdasarkan kelurahan, yakni Kelurahan Kutawaru, Donan, Lomanis, Sidanegara, dan Gunungsimping.

Sampel pada penelitian ini terdiri atas sampel untuk uji validasi hutan mangrove dan sampel untuk pengambilan air tanah. Lokasi sampling validasi hutan mangrove ditentukan secara acak (*random sampling*) sebanyak 3 titik sampel. Sedangkan lokasi sampling air tanah berjumlah 11 titik sumur yang ditentukan dengan metode *purposive random sampling*, yakni untuk mewakili daerah yang terdapat hutan mangrove luas, tidak luas, dan tidak terdapat mangrove serta hutan mangrove tebal, sedang, dan tipis.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini meliputi interpretasi citra, observasi lapangan, pengukuran langsung, dan uji laboratorium. Interpretasi citra digunakan untuk memetakan distribusi spasial hutan mangrove serta menghitung ketebalan hutan mangrove. Observasi dilakukan untuk melakukan uji validasi tutupan lahan mangrove & non-mangrove, serta mengambil sampel air tanah. Pengukuran langsung dilakukan untuk mengukur nilai ketebalan hutan mangrove dan mengukur tinggi muka air tanah. Uji laboratorium dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter salinitas, *Total Dissolved Solids* (TDS) dan daya hantar listrik (DHL) pada sampel air tanah.

Metode analisis data yang digunakan yakni analisis spasial. Pemetaan distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), yakni dengan mengkompositkan citra Sentinel 2A band 11 (*Short Wave Infra Red*), band 8 (*Near Infra Red*), dan band 4 (*Red*) melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Hasil komposit selanjutnya dilakukan deliniasi untuk mengetahui tutupan lahan mangrove & non-mangrove. Pemetaan intrusi air laut berasal data salinitas, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan daya hantar listrik (DHL) yang diinterpolasi menggunakan teknik interpolasi *kriging*. Hasil pemetaan dari ketiga parameter tersebut kemudian dilakukan overlay untuk menghasilkan peta sebaran intrusi air laut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Cilacap Tengah terletak di dekat kawasan Segara Anakan Cilacap. Wilayahnya dipengaruhi oleh aktivitas air tawar dan air laut. Selain dari Sungai Donan, kecamatan ini juga dipengaruhi oleh aktivitas perairan air tawar dari Sungai Sapu Regel. Sedangkan aktivitas air laut berasal dari perairan Samudera Hindia yang masuk dari kawasan Teluk Penyu.

Kondisi geologi Kecamatan Cilacap Tengah tersusun atas Formasi Aluvium (Qa), Formasi Halang (Tmph), dan Formasi Endapan Pantai (Qac). Sedangkan kondisi geomorfologinya tersusun bentuklahan fluvial, denudasional, dan marin (Wahyuningsih et al., 2016).

Penutup lahan di Kecamatan Cilacap Tengah antara lain berupa permukiman, sawah, vegetasi, hutan mangrove, tambak, dan bangunan industri.

Distribusi Spasial Hutan Mangrove

Hasil pemetaan distribusi spasial hutan mangrove dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pemetaan kemudian dilakukan uji validasi

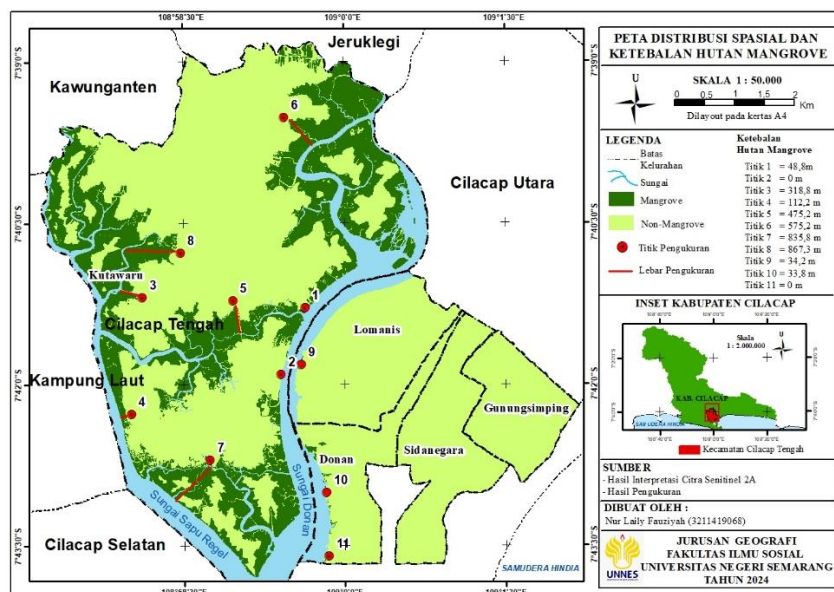
lapangan terhadap 31 titik sampel, sebanyak 25 sampel pada lahan mangrove, dan 6 sampel pada lahan non-mangrove. Hasil dari validasi lapangan digunakan untuk melakukan uji akurasi menggunakan matriks konfusi. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh total akurasi (overall accuracy) sebesar 83 %. Tingkat akurasi minimal yang dapat diterima dalam uji akurasi tutupan lahan mangrove adalah sebesar 70% (Peraturan Kepala BIG Nomor 3 Tahun 2014), sehingga hasil klasifikasi tutupan lahan mangrove dan non mangrove dalam penelitian ini dianggap akurat dan dapat digunakan untuk analisis lanjutan.

Berdasarkan hasil pemetaan, diketahui bahwa total luasan hutan mangrove di Kecamatan Cilacap Tengah sebesar 1.010 ha. Distribusi luasan dan persentasenya di masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Luasan mangrove setiap kelurahan

Kelurahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Kutawaru	1.004,96	99,6
Donan	4,48	0,44
Lomanis	0,56	0,05
Sidanegara	-	-
Gunungsimping	-	-

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)



Gambar 1. Peta Distribusi Spasial dan Ketebalan Hutan Mangrove Kecamatan Cilacap Tengah

(Sumber : Hasil olah data, 2024)

Dari peta tersebut di atas, dapat dilihat bahwa distribusi hutan mangrove di Kecamatan Cilacap Tengah sangat tidak merata, karena sebarannya terpusat di Kelurahan Kutawaru. Hal tersebut dikarenakan wilayah Kelurahan Kutawaru terletak di muara Sungai Donan dan Sungai Sapu Regel. Selain pertemuan dua sungai besar tersebut, wilayah kelurahan ini juga banyak

ditemui titik-titik pertemuan sungai-sungai kecil. Hal tersebut menyebabkan banyak terbentuknya sedimentasi fluvial, salah satunya yakni dalam bentuk delta. Sedimentasi fluvial juga memenuhi sepanjang bantaran sungai di Kelurahan Kutawaru. Karakteristik sedimentasi yang berupa lumpur, ditambah dengan adanya pengaruh dari aktivitas air tawar dari sungai serta air laut dari Samudera

Hindia, menyebabkan mangrove dapat tumbuh dengan baik di wilayah ini.

Di Kelurahan Donan hanya terdapat sedikit vegetasi mangrove. Hal tersebut dikarenakan bantaran sungai di kelurahan ini sudah dipadati permukiman penduduk. Sehingga hanya tersedia sedikit lahan untuk bertumbuhnya hutan mangrove. Begitu juga di Kelurahan Lomanis. Selain dipadati permukiman, di kelurahan ini juga terdapat operasional dari PT. Pertamina Patra Niaga yang areanya meluas hampir di seluruh bantaran sungai di Kelurahan Lomansi. Oleh sebab itu, presentase luasan hutan mangrove di Kelurahan Lomanis sangat kecil. Sedangkan di Kelurahan Sidanegara dan Gunungsimping tidak terdapat hutan mangrove karena wilayahnya yang tidak terletak di bantaran sungai atau pesisir.

Ketebalan Hutan Mangrove

Ketebalan hutan mangrove adalah tebal hutan mangrove yang diukur dengan mengambil jarak dari tepi laut yang tegak lurus ke arah darat hingga mencapai ujung vegetasi mangrove (Rini et al., 2018). Pengukuran ketebalan hutan mangrove dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan dengan menggunakan roll meter, yakni dengan menarik roll meter dari titik mangrove terluar yang terdekat dengan perairan (sungai atau laut) hingga ke titik mangrove terdekat dengan daratan. Sedangkan untuk area mangrove yang sulit diakses, pengukuran ketebalan mangrove dilakukan secara tidak langsung pada *software* ArcMap dari peta sebaran mangrove yang telah dibuat, yakni dengan cara menarik garis tegak lurus dari titik mangrove terluar yang terdekat dengan perairan hingga ke titik mangrove terdekat dengan darat. Hasil pengukuran ketebalan hutan mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.

Klasifikasi kelas ketebalan hutan mangrove dibagi menjadi ketebalan rendah, sedang, dan tinggi. Lebih lanjut klasifikasi ketebalan hutan mangrove dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Ketebalan Hutan Mangrove

No	Interval (m)	Klasifikasi
1	0 – 289	Ketebalan rendah
2	290 – 579	Ketebalan sedang
3	580 – 869	Ketebalan tinggi

(Sumber tabel : Hasil olah data, 2024)

Titik Pengukuran	Lokasi	Jenis Pengukuran	Ketebalan (m)
1	Kelurahan Kutawaru	Langsung	48,8
2	Kelurahan Kutawaru	Langsung	0
3	Kelurahan Kutawaru	Langsung	318,8
4	Kelurahan Kutawaru	Langsung	112,2
5	Kelurahan Kutawaru	Langsung	475,2
6	Kelurahan Kutawaru	Tidak Langsung	575,2
7	Kelurahan Kutawaru	Tidak Langsung	835,8
8	Kelurahan Kutawaru	Tidak Langsung	867,3
9	Kelurahan Lomanis	Tidak Langsung	34,2
10	Kelurahan Doan	Langsung	33,8
11	Kelurahan Doan	Langsung	0

(Sumber : Olah data, 2024)

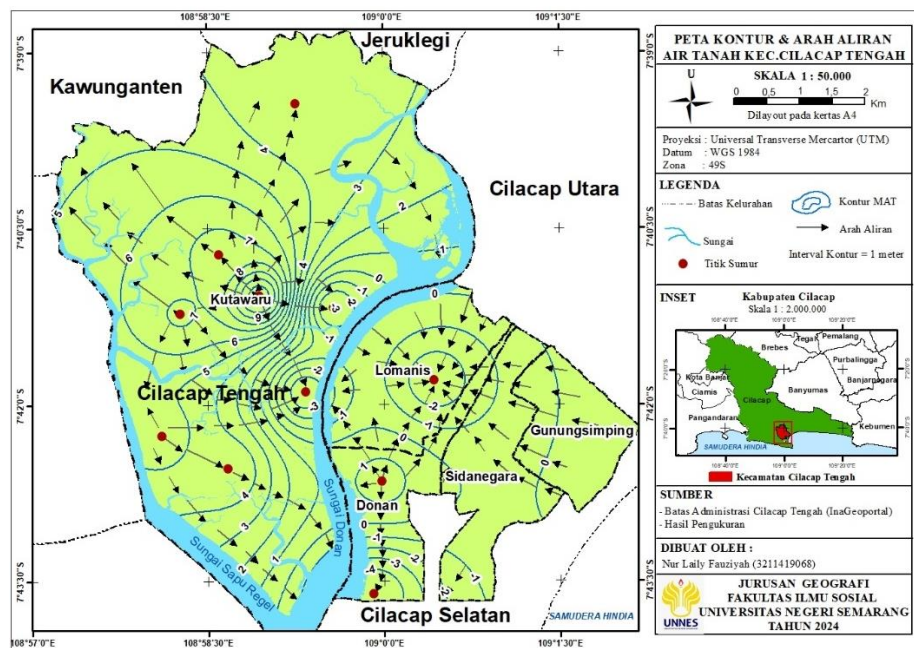
Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat diketahui bahwa ketebalan hutan mangrove di Kelurahan Kutawaru jauh lebih tebal dibandingkan hutan mangrove di Kelurahan Donan dan Kelurahan Lomanis. Di Kelurahan Kutawaru, tebal hutan mangrove dapat mencapai 867,3 m dengan area persebaran yang luas. Di Kelurahan Donan, hanya mencapai 33,8 m dengan area yang tidak luas. Sedangkan di Kelurahan Lomanis hanya mencapai 34,2 m, area persebarannya juga tidak luas. Hal tersebut dikarenakan di Kelurahan Kutawaru lebih banyak terdapat sedimentasi fluvial di bantaran sungai, sehingga hutan mangrove dapat tumbuh lebih baik di wilayah tersebut. Sedangkan bantaran sungai di Kelurahan Donan dan Lomanis terdapat wilayah padat permukiman dan kawasan industri yang menjadikan kurangnya lahan untuk ditumbuhi hutan mangrove.

Sebaran Intrusi Air Laut

1) Pola Aliran Air Tanah

Identifikasi pola aliran air tanah bertujuan untuk mengetahui masuk atau tidaknya air asin ke dalam sumber air tanah, karena akan menunjukkan arah aliran air di dalam tanah. Menurut Ambarsari (2013) intrusi air laut terjadi ketika muka air tanah pada akuifer air tanah lebih rendah daripada permukaan laut rata-rata, sehingga air laut akan mendesak masuk ke dalam sumber air tanah ke arah darat. Hasil pemetaan aliran air tanah dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Ketebalan Hutan Mangrove



Gambar 2. Peta Pola Aliran Air Tanah
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

2) Parameter Intrusi Air Laut

Pada penelitian ini, intrusi air laut diidentifikasi dengan mengukur kadar salinitas, *Total Dissolve Solids* (TDS), dan daya hantar listrik (DHL) dari sampel air tanah yang diambil dari sumber air tanah milik penduduk. Seluruh sampel air tanah diperoleh dari sumber air tanah pada akuifer dangkal dari sumur gali. Kedalaman sumur bekisar antara 7-15 m.

Sampel-sampel air tanah tersebut kemudian dilakukan uji laboratorium di UPTD Laboratorium Lingkungan DLHK Kabupaten Cilacap untuk diketahui nilai dari ketiga

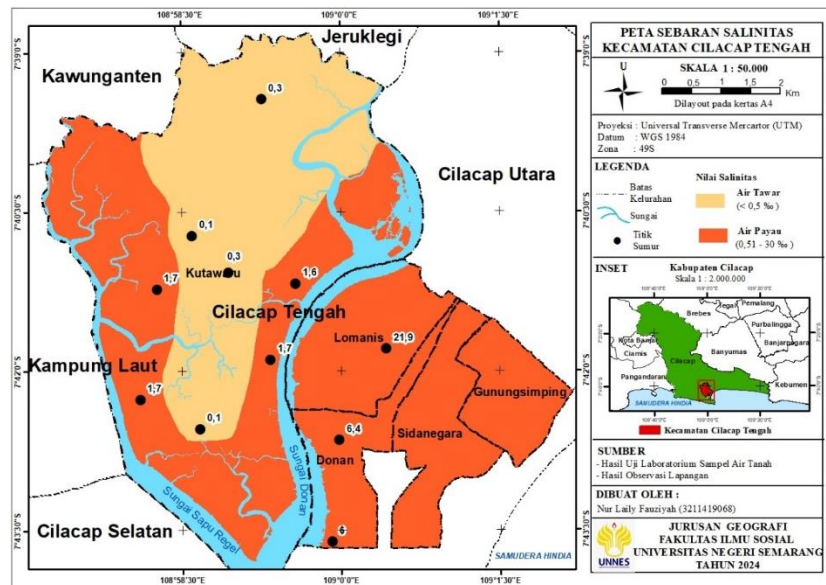
parameter kualitas air tersebut. Nilai dari hasil uji laboratorium dari ketiga parameter tersebut kemudian diklasifikasikan sesuai sifat airnya, apakah tergolong air tawar, payau, atau asin. Hasil uji laboratorium salinitas, TDS, dan DHL beserta klasifikasi sifat airnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Nilai hasil uji laboratorium terhadap ketiga parameter kualitas air tersebut digunakan melakukan interpolasi yang akan menghasilkan peta sebaran salinitas (Gambar 3a), sebaran TDS (Gambar 3b), dan sebaran DHL (Gambar 3c).

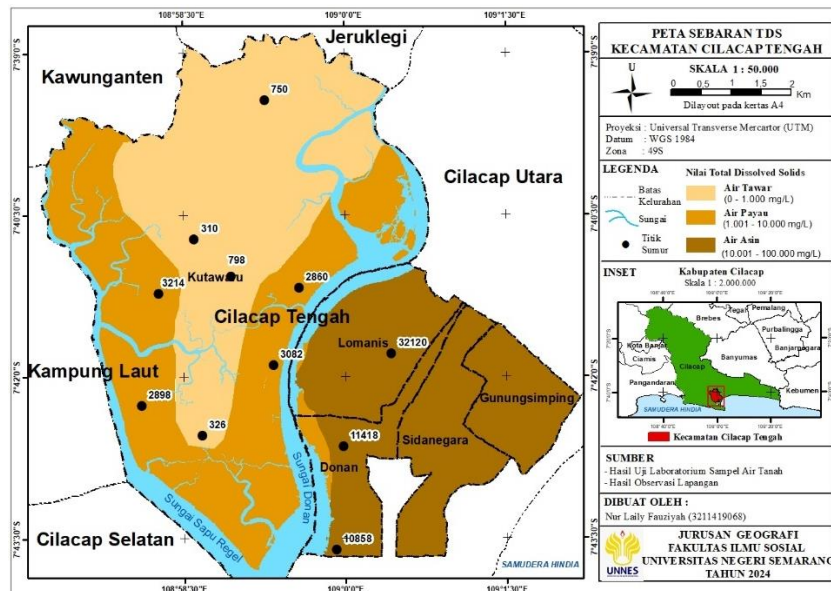
Tabel 4. Nilai salinitas, TDS, dan DHL

No Sumur.	Lokasi	Nilai Salinitas (‰)	Sifat Air	Nilai TDS (mg/L)	Sifat Air	Nilai DHL (μmhos/cm)	Sifat Air
1	Kel. Kutawaru	1,6	Air Payau	2.860	Air payau	3.110	Air payau
2	Kel. Kutawaru	1,7	Air Payau	3.082	Air payau	3.300	Air payau
3	Kel. Kutawaru	1,7	Air Payau	3.214	Air payau	3.320	Air payau
4	Kel. Kutawaru	1,7	Air Payau	2.898	Air payau	3.180	Air payau
5	Kel. Kutawaru	0,3	Air Tawar	798	Air Tawar	703	Air tawar
6	Kel. Kutawaru	0,3	Air Tawar	750	Air Tawar	703	Air tawar
7	Kel. Kutawaru	0,1	Air Tawar	326	Air Tawar	364	Air tawar
8	Kel. Kutawaru	0,1	Air Tawar	310	Air Tawar	364	Air tawar
9	Kel. Lomanis	21,9	Air Payau	32.120	Air Asin	34.800	Air Asin
10	Kel. Donan	6,4	Air Payau	11.418	Air Asin	11.190	Air payau
11	Kel. Donan	6	Air Payau	10.858	Air Asin	10.790	Air payau

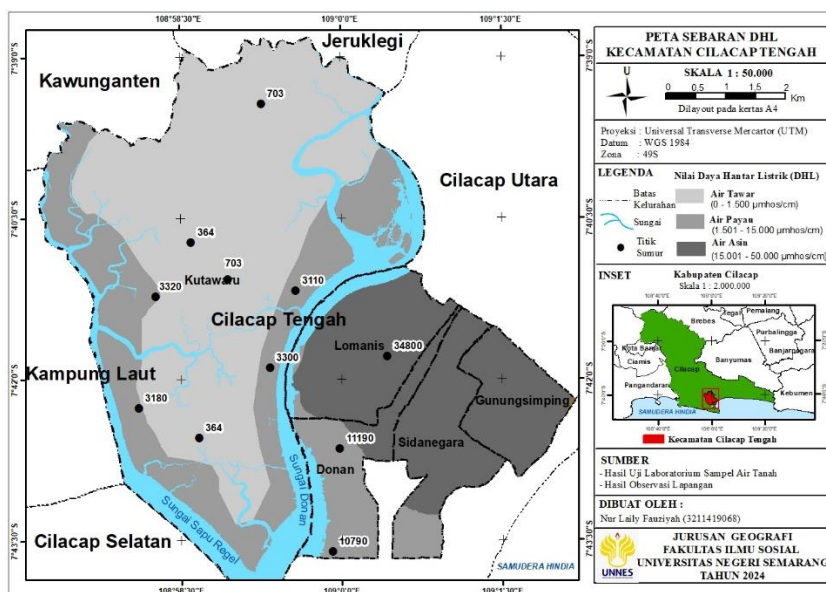
(Sumber tabel : Hasil uji laboratorium, 2023)



(a)



(b)



(c)

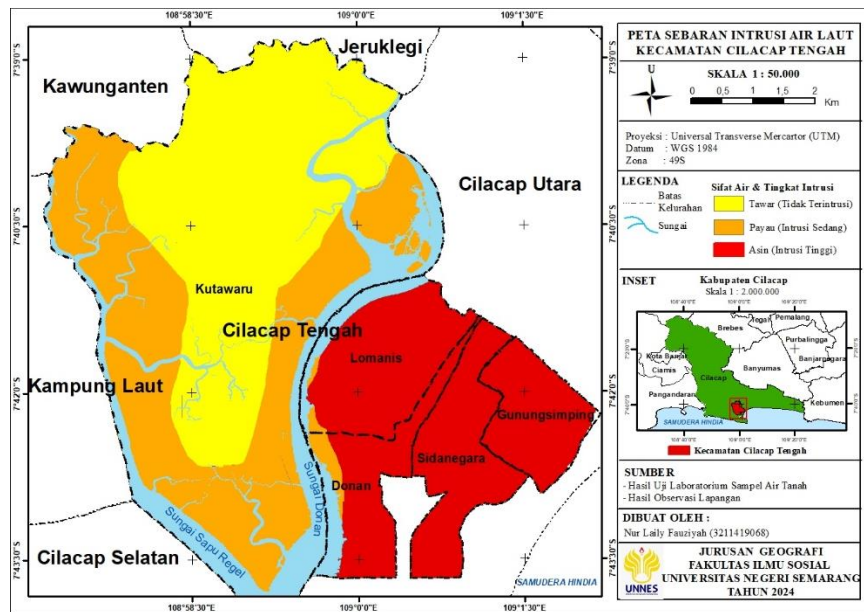
Gambar 3. Peta Sebaran (a) Salinitas; (b) TDS; (c) DHL Kecamatan Cilacap Tengah (Sumber : Hasil olah data, 2024)

Ketiga peta tersebut di atas kemudian dilakukan tumpang susun (*overlay*) pada *software* ArcMap. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh sebaran spasial daerah yang diduga tidak mengalami intrusi (air tanah tawar), mengalami intrusi sedang (air tanah payau), dan intrusi tinggi (air tanah asin). Luasan kondisi intrusi di masing-masing kelurahan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut. Adapun hasil pemetaan sebaran intrusi air laut dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 5. Luasan kondisi intrusi di masing-masing kelurahan

Kelurahan	Tidak Terintrusi	Intrusi Sedang	Intrusi Tinggi
Kel. Kutawaru	16,9 km ²	18,4 km ²	-
Kel. Donan	-	0,93 km ²	2,77 km ²
Kel. Lomanis	-	0,1 km ²	4,99 km ²
Kel. Sidanegara	-	-	4,01 km ²
Kel. Gunungsimping	-	-	2,89 km ²
Total	16,9 km²	21,3 km²	12,8 km²

(Sumber : Hasil olah data, 2024)



Gambar 4. Peta Sebaran Intrusi Air Laut Kecamatan Cilacap Tengah
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

Terjadinya intrusi air laut di Kelurahan Kutawaru diperkirakan disebabkan oleh banyaknya penggunaan lahan berupa tambak. Penggunaan lahan tambak secara sengaja mengalirkan air asin ke dalam daratan melalui sungai-sungai kecil, sehingga hal tersebut turut meningkatkan resiko terjadinya intrusi air laut di kelurahan ini (Ismawan et al., 2016). Selain itu dilihat dari kondisi ketinggian muka air tanah (MAT), terdapat beberapa area di ini yang memiliki nilai elevasi MAT lebih rendah daripada elevasi muka air laut rata-rata. Pada Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa di daerah Kelurahan Kutawaru bagian timur menunjukkan pola aliran air tanah yang masuk dari arah perairan air asin dari Sungai Donan. Sehingga diduga kuat bahwa intrusi air laut di Kelurahan Kutawaru masuk melalui area tersebut.

Tingginya tingkat intrusi air laut di Kelurahan Donan ini diduga disebabkan oleh padatnya penggunaan lahan berupa permukiman yang

terletak di pesisir atau di bantaran Sungai Donan. Padatnya permukiman penduduk memungkinkan eksploitasi air tanah yang berlebihan yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan tekanan air tawar dan air asin yang ditunjukkan dengan penurunan muka air tanah, sehingga meningkatkan resiko air asin menyusup ke dalam air tanah. Hal tersebut ditunjukkan dengan beberapa area yang memiliki elevasi MAT jauh lebih rendah dibandingkan elevasi muka air laut rata-rata. Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa di Kelurahan Donan bagian selatan menunjukkan aliran air tanah yang masuk dari arah air asin yang terdapat pada Sungai Donan menuju ke area permukiman penduduk. Selain itu, menurut penelitian oleh Purnama (2019), wilayah Kelurahan Donan memiliki tipe akuifer bebas yang memiliki litologi berpasir, sehingga termasuk ke dalam area rawan intrusi air laut.

Tingginya tingkat intrusi di Kelurahan Lomanis diduga kuat disebabkan oleh adanya operasional

industri PT. Pertamina RU IV Cilacap yang areanya meluas di seluruh bantaran Sungai Donan yang termasuk ke dalam wilayah Kelurahan Lomanis. Adanya aktivitas industri dengan skala yang cukup besar dapat memicu eksploitasi air tanah yang berlebihan, sehingga menimbulkan penurunan muka air tanah yang memicu terjadinya intrusi air laut. Hal tersebut dibuktikan dengan terdapatnya area di Kelurahan Lomanis, tepatnya di dekat area industri PT. Pertamina RU IV Cilacap yang memiliki elevasi MAT lebih rendah dari muka air laut. Berdasarkan peta aliran air tanah pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa aliran air tanah masuk dari arah perairan air asin Sungai Donan menuju ke wilayah wilayah Kelurahan Lomanis.

Masuknya intrusi air laut ke dalam Kelurahan Sidanegara diduga disebabkan oleh masuknya air asin dari Kelurahan Donan dan Lomanis. Selain itu, diduga juga air asin masuk dari arah selatan, yakni dari arah Teluk Penyus. Hal tersebut diperkuat dengan kondisi elevasi MAT dan arah aliran air tanah di bagian selatan kelurahan tersebut.

Di Kelurahan Gunungsimping, arah aliran air tanah berasal dari arah Kecamatan Cilacap Selatan yang mana kecamatan tersebut berbatasan langsung dengan pantai. Sehingga diduga intrusi air laut masuk dari arah tersebut. Berdasarkan hasil penelitian oleh Purnama (2019), wilayah ini tergolong ke dalam wilayah rawan intrusi air laut sedang. Hal tersebut didasarkan pada litologi

penyusun akuifernya yang bertekstur pasir, serta kedalaman zona interfacenya antara 26,68 – 129,74 m.

Distribusi Spasial dan Ketebalan Hutan Mangrove terhadap Intrusi Air Laut

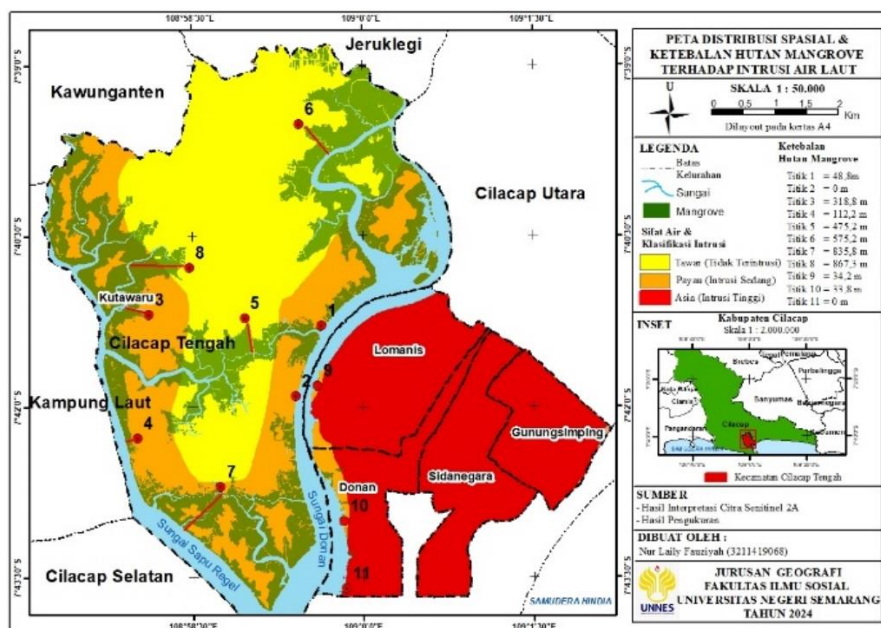
Berdasarkan tingkat intrusinya, wilayah yang tidak terintrusi dengan kondisi air yang bersifat tawar terdapat pada wilayah dengan distribusi spasial hutan mangrove yang luas dan tebal. Sedangkan wilayah yang terintrusi sedang hingga tinggi terdapat pada wilayah dengan kondisi sebaran mangrove yang tidak luas dan tipis atau bahkan tidak bermangrove. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove berpengaruh pada sebaran intrusi air laut.

Wilayah dengan karakteristik hutan mangrove yang memiliki ketebalan tinggi cenderung terlindung dari resiko intrusi air laut. Sebaliknya, wilayah dengan karakteristik hutan mangrove yang tipis atau bahkan tidak bermangrove sama sekali cenderung rentan mengalami intrusi air laut. Hubungan antara sifat air dan tingkat intrusi dengan distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove dapat dilihat pada Tabel 6 berikut. Sedangkan secara visual, dapat dipetakan seperti pada Gambar 5.

Tabel 6. Perbandingan Tingkat Intrusi terhadap Distribusi Spasial dan Ketebalan Hutan Mangrove

No Sumur.	Lokasi	Sifat Air	Tingkat Intrusi	Distribusi Spasial	Ketebalan Hutan Mangrove (m)
1	Kel. Kutawaru	Payau	Sedang	Mangrove luas	48,8
2	Kel. Kutawaru	Payau	Sedang	Tidak bermangrove	0
3	Kel. Kutawaru	Payau	Sedang	Mangrove luas	318,8
4	Kel. Kutawaru	Payau	Sedang	Mangrove luas	112,2
5	Kel. Kutawaru	Tawar	Tidak terintrusi	Mangrove luas	475,2
6	Kel. Kutawaru	Tawar	Tidak terintrusi	Mangrove luas	575,2
7	Kel. Kutawaru	Tawar	Tidak terintrusi	Mangrove luas	835,8
8	Kel. Kutawaru	Tawar	Tidak terintrusi	Mangrove luas	867,3
9	Kel. Lomanis	Asin	Intrusi Tinggi	Mangrove tidak luas	34,2
10	Kel. Donan	Asin	Intrusi Tinggi	Mangrove tidak luas	33,8
11	Kel. Donan	Asin	Intrusi Tinggi	Tidak bermangrove	0

(Sumber : Hasil olah data, 2024)



Gambar 5. Peta Distribusi Spasial dan Ketebalan Hutan Mangrove terhadap Intrusi Air Laut
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemetaan distribusi spasial dan ketebalan hutan mangrove terhadap dugaan intrusi air laut di Kecamatan Cilacap Tengah, menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara hutan mangrove dengan sebaran intrusi air laut. Secara umum, wilayah dengan karakteristik hutan mangrove yang tebal dan luas memiliki kondisi air tanah yang tidak terintrusi (air bersifat tawar) dan terintrusi sedang (air bersifat payau). Sedangkan wilayah dengan karakteristik hutan mangrove tipis hingga tidak bermangrove, diduga mengalami intrusi air laut sedang (air bersifat payau), hingga intrusi tinggi (air bersifat asin). Hal tersebut membuktikan bahwa hutan mangrove berpengaruh terhadap kondisi intrusi air laut di Kecamatan Cilacap Tengah

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, E. S. (2013). Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara. *Jurusan Fisika FMIPA UNS*.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. Cibinong.
- Costall, A., Harris, B., & Pigois, J. P. (2018). Electrical Resistivity Imaging and the Saline Water Interface in High-Quality Coastal Aquifers. In *Surveys in Geophysics* (Vol. 39, Nomor 4, hal. 753–816).
- Damayanti, C., Amukti, R., & Suyadi, S. (2020). Potensi Vegetasi Hutan Mangrove untuk Mitigasi Intrusi Air Laut di Pulau Kecil. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(2), 75.
- Hidayati, N. V., Siregar, A. S., Sari, L. K., & Putra, G. L. (2014). Pendugaan tingkat kontaminasi logam berat Pb, Cd dan Cr pada air dan sedimen di Perairan Segara Anakan, Cilacap. *Omni-Akuatika*, 10(1).
- Hilmi, E., Sari, L. K., & Amron. (2019). Distribusi Sebaran Mangrove Dan Faktor Lingkungan Pada Ekosistem Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX"*, 2(November), 23–33.
- Hilmi, E., Kusmana, C., Suhendang, E., & Iskandar. (2017). Correlation Analysis Between Seawater Intrusion and Mangrove Greenbelt. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 4(2), 151–168.
- Ismawan, M. F., Sanjoto, T. B., & Setyaningsih, W. (2016). Kajian Intrusi Air Laut dan Dampaknya Terhadap Masyarakat di Pesisir Kota Tegal. *Geo Image*, 5(1), 1–5.
- Mutmainah, H., & Adnan, I. (2017). Water Quality Status At Integrity Area Of Bungus Ocean Fishing Port Based On Water Classification.

- AQUASAINS: Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 6(1), 507–515.
- Lunstrum, A., & Chen, L. (2014). Soil carbon stocks and accumulation in young mangrove forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.04.008>
- Purnama, S. (2019). *Air Tanah dan Intrusi Air Laut*. Yogyakarta : PT Kanisius.
- Purnama, S. (2019). Groundwater Vulnerability From Sea Water Intrusion In Coastal Area Cilacap, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 51(2), 206–216.
- Setiawan, H. (2013). Status Ekologi Hutan Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(2), 104.
- Wahyuningsih, D. N., & Purnama, S. (2016). Kajian Kualitas Airtanah Berdasarkan Bentuklahan di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(3), 228370.
- Widyantara, A. P., Solihuddin, T. (2020). Pemetaan Perubahan Luasan Lahan Mangrove Di Pesisir Probolinggo Menggunakan Citra Satelit . *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 17(2), 75-87.



Pengaruh Tingkat Kecerdasan Ekologis terhadap Partisipasi Siswa dalam Program Adiwiyata di SMAN 1 Lamongan

Nur Izzah Fitriyah¹, Ananto Aji²

¹ Mahasiswa Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang

² Dosen Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Article History

Juni

Kata Kunci

Kecerdasan ekologis, partisipasi siswa, dan program adiwiyata

Abstrak

Artikel ini dibuat dengan tujuan untuk mengukur tingkat kecerdasan ekologis siswa, mengetahui partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan, dan menganalisis pengaruh tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan analisis deskriptif persentase dan regresi linier sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kecerdasan ekologis siswa SMAN 1 Lamongan berada kriteria rendah dengan skor 59,3%. Sedangkan hasil partisipasi siswa dalam program adiwiyata rata-rata 51,8% dengan kriteria rendah. Pengaruh tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan setelah dilakukan uji regresi linier sederhana memperoleh persamaan $Y = 14,529 + 0,549X$. Artinya, terdapat pengaruh antara tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata sebesar 40%.

Abstract

This article was created with the aim of measuring the level of ecological intelligence of students, knowing student participation in the adiwiyata program at SMAN 1 Lamongan, and analysing the effect of the level of ecological intelligence on student participation in the adiwiyata program at SMAN 1 Lamongan. This research is quantitative research using descriptive percentage analysis and simple linear regression. The results showed that the level of ecological intelligence of SMAN 1 Lamongan students was in the low criteria with 59.3%. While the results of student participation in the adiwiyata program averaged 51.8% with low criteria. The influence of the level of ecological intelligence on student participation in the adiwiyata program at SMAN 1 Lamongan after a simple linear regression test obtained the equation $Y = 14.529 + 0.549X$. That is, there is an influence between the level of ecological intelligence on student participation in the adiwiyata programme by 40%.

* E-mail

nurizzahfitriyah@students.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/ijc.v13i1.6281>

v13i1.6281

©2023 Published by UNNES. This is an open access

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

PENDAHULUAN

Dewasa ini, penggunaan teknologi sering kali berbahaya bagi lingkungan alam, meskipun modernisasi dapat menghasilkan penemuan-penemuan baru yang memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga menyebabkan permasalahan lingkungan menjadi sebuah permasalahan global dalam beberapa tahun terakhir. Pada dasarnya, semua permasalahan terkait lingkungan yang terjadi disebabkan karena aktivitas manusia yang melakukan eksploitasi Sumber Daya Alam tanpa memikirkan segala dampak yang dapat terjadi di masa depan. Berbagai permasalahan-permasalahan lingkungan yang terjadi disebabkan karena kurangnya interaksi manusia, kesadaran, dan pemahaman manusia mengenai lingkungan (Efiariza et al., 2021).

Melihat fakta yang ada, pemahaman dan penanaman pendidikan karakter lingkungan hidup dan kecerdasan ekologis sejak dini sangatlah penting, untuk masyarakat umum pada umumnya dan para siswa pada khususnya diharapkan memiliki karakter peduli lingkungan berupa sikap empati yang tinggi terhadap segala bentuk jenis kehidupan dan ekosistem di sekitar, memadukan kecerdasan kognitif, sosial dan emosional, merasakan apa yang dirasakan orang lain dan menunjukkan kepeduliannya (Goleman, 2012).

Menurut asosiasi geograf Jerman dan Swiss, kecerdasan ekologis menjadi salah satu keterampilan geografis yang harus dikuasai oleh siswa (Schneider-Sliwa & Leser, 2003). Kecerdasan ekologis sudah dimiliki manusia sejak lahir, namun tetap membutuhkan sarana yang bisa menjadi wadah untuk mengasah kecerdasan tersebut, seperti kegiatan-kegiatan yang dilakukan di sekolah. Oleh sebab itu, selain pendidikan secara akademik, sekolah juga mengajarkan pendidikan karakter untuk meningkatkan kecerdasan-kecerdasan lain dari dalam diri siswa, salah satunya kecerdasan ekologis.

Selain upaya yang dilakukan pada individu, PBB sebagai penanggung jawab di lingkup internasional juga telah menciptakan program Sustainable Development Goals (SDGs) guna menyelamatkan bumi dari kerusakan dan kehancuran lebih parah akibat eksploitasi lingkungan. Program adiwiyata merupakan perwujudan dari kebijakan pendidikan yang ikut berkontribusi dalam Pembangunan berkelanjutan atau Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia.

Program adiwiyata sendiri awalnya dikembangkan dari Pendidikan Lingkungan Hidup yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KNLH) dan Departemen Pendidikan Nasional dengan menandatangani Surat Keputusan Bersama Nomor: Kep. 07/MENLH/06/2005 dan Nomor: 05/VI/KB 2005 Tentang Pembinaan dan Pengembangan Pendidikan Lingkungan Hidup. Terdapat empat komponen program yang perlu diterapkan di sekolah dalam pelaksanaan program Adiwiyata, yaitu: (1) Kebijakan Berwawasan Lingkungan, (2) Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Lingkungan, (3) Kegiatan Lingkungan Berbasis Partisipatif dan (4) Pengelolaan Sarana Pendukung Ramah Lingkungan (Tim Adiwiyata Tingkat Nasional, 2011). Sasaran program adiwiyata sendiri adalah seluruh warga sekolah. Namun menurut (Tim Adiwiyata Tingkat Nasional, 2011)), siswa menjadi sasaran utama diberlakukannya program adiwiyata tersebut.

Pemilihan SMA Negeri 1 Lamongan sebagai lokasi penelitian ini karena sekolah tersebut merupakan salah satu sekolah adiwiyata yang ada di Lamongan. Beberapa penghargaan adiwiyata yang dimiliki SMA Negeri 1 Lamongan adalah penghargaan adiwiyata kabupaten tahun 2009, adiwiyata provinsi tahun 2010, adiwiyata nasional tahun 2011, dan terakhir penghargaan adiwiyata mandiri tahun 2012. Sebagai sekolah adiwiyata mandiri, SMA Negeri 1 Lamongan telah menerapkan empat komponen sekolah adiwiyata dalam kegiatan sehari-hari. Dalam konteks tersebut, beberapa pertimbangan dilakukannya penelitian di SMA Negeri 1 Lamongan ini dengan beberapa alasan akademis. Pertama, sebagai sekolah Adiwiyata mandiri, SMA Negeri 1 Lamongan telah menerima pengakuan dan penghargaan administratif sejak tahun 2012. Kedua, program Adiwiyata berhasil diimplementasikan di sekolah dengan baik dengan partisipasi semua pihak. Semua pihak yang dimaksud disini adalah orang-orang yang berkepentingan dan terlibat dalam pelaksanaan program Adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan, seperti kepala sekolah, penanggung jawab program Adiwiyata, guru, pegawai sekolah, dan para siswa. Ketiga, SMA Negeri 1 Lamongan merupakan salah satu sekolah perintis adiwiyata di Lamongan dan memiliki beberapa sekolah binaan di Kabupaten Lamongan.

Salah satu komponen program adiwiyata yang diterapkan di SMA Negeri 1 Lamongan yaitu kegiatan lingkungan berbasis partisipatif. Maksud partisipatif di sini adalah keikutsertaan siswa,

guru, dan seluruh karyawan di sekolah. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, partisipasi siswa dalam kegiatan adiwiyata cukup besar, seperti piket kebersihan kelas, pengolahan sampah, serta kegiatan menanam dan merawat hutan sekolah. Bahkan, terdapat organisasi khusus sebagai wadah partisipasi siswa yang ingin ikut dalam kegiatan adiwiyata di sekolah, yakni KOPLING (Koordinator Peduli Lingkungan). Namun berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan Ketua tim adiwiyata, terdapat beberapa aspek partisipasi siswa yang mengalami penurunan dalam pelaksanaannya.

Dari uraian permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Tingkat Kecerdasan Ekologis terhadap Partisipasi Siswa dalam Program Adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan".

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk 1) mengukur tingkat kecerdasan ekologis siswa SMA Negeri 1 Lamongan; 2) mengetahui partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan; dan 3) menganalisis pengaruh tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan.

Manfaat secara teoritis penelitian ini adalah diharapkan dapat menjadi bahan pengembangan diri dalam bidang pendidikan karakter cinta lingkungan dalam pembelajaran di sekolah-sekolah dan dapat dijadikan sebagai referensi terkait tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan. Sedangkan manfaat penelitian secara praksis dapat dijadikan bahan pengembangan program adiwiyata sekolah di masa yang akan datang bagi SMA Negeri 1 Lamongan, dapat menjadi tolok ukur bagi guru terkait kualitas pengajaran pendidikan karakter dan menumbuhkan kepedulian siswa terhadap lingkungan yang dapat diterapkan di berbagai bidang studi sehingga dapat meningkatkan tingkat kecerdasan ekologis, serta menambah wawasan dan pengetahuan serta menambah pengalaman sebagai calon pendidik geografi agar dapat mengembangkan tingkat kecerdasan ekologis pada siswa bagi calon pendidik geografi.

METODE PENELITIAN

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMA Negeri 1 Lamongan. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik teknik simple random sampling yaitu penentuan sampel diambil secara acak karena populasi yang homogen sehingga semuanya memenuhi syarat sampel. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian

ini yaitu sebanyak 154 responden. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tingkat kecerdasan ekologis siswa dan variabel terikat dalam penelitian ini adalah partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan.

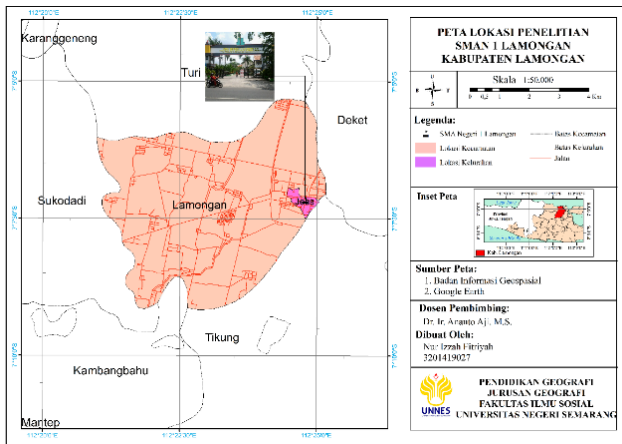
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: 1) Kuesioner, dalam penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan data mengenai tingkat kecerdasan ekologis dan partisipasi siswa dalam program adiwiyata; 2) observasi, teknik observasi dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui program adiwiyata yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Lamongan; 3) Tes, teknik tes ini digunakan untuk mengukur pengetahuan ekologis siswa untuk memenuhi indicator kecerdasan ekologis; dan 4) dokumentasi, teknik dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data siswa, visi dan misi sekolah, dan kebijakan-kebijakan sekolah mengenai program adiwiyata.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan teknis analisis data deskriptif presentase dan analisis regresi linier sederhana. Adapun Hipotesis dalam penelitian ini adalah "Tingkat kecerdasan ekologis berpengaruh terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah SMA Negeri 1 Lamongan yang berada di Jalan Veteran, No. 41, Kelurahan Jetis, Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan. Secara astronomis, SMA Negeri 1 Lamongan berada di garis lintang $7^{\circ}7'8.23''$ LS dan garis bujur $112^{\circ}25'21.49''$ BT. Secara administratif, SMA Negeri 1 Lamongan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Lamongan. Di sebelah timur, SMA Negeri 1 Lamongan yang terletak di Kelurahan Jetis ini berbatasan dengan Kecamatan Deket. Di sebelah utara, berbatasan dengan Kelurahan Banjarmendalan. Di sebelah barat dan selatan, berbatasan dengan Desa Sukomulyo, Kecamatan Lamongan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Saat ini, SMA Negeri 1 Lamongan memiliki Akreditasi A dengan 2 jurusan atau peminatan, yakni jurusan IPA dan IPS, serta satu kelas akselerasi. Fasilitas belajar di SMA Negeri 1 Lamongan juga termasuk lengkap yang terdiri dari ruang kelas, masjid, perpustakaan, laboratorium sains (laboratorium fisika, laboratorium biologi, laboratorium kimia), laboratorium bahasa, ruang multimedia, klinik, koperasi, kantin, gazebo, hutan sekolah, taman sekolah, kolam lele, green house, komposter, lapangan olahraga, dan tempat parkir.

SMA Negeri 1 Lamongan merupakan salah satu sekolah yang mendapatkan gelar “Sekolah Adiwiyata Mandiri” di Kabupaten Lamongan. SMA Negeri 1 Lamongan pertama kali mendapatkan penghargaan adiwiyata kabupaten pada tahun 2009. Sekolah ini mendapatkan penghargaan adiwiyata mandiri sejak tahun 2012 dan bertahan hingga tahun 2023 ini. Setiap sekolah dengan penilaian sekolah yang memiliki minimal sepuluh sekolah binaan yang telah meraih penghargaan Adiwiyata Kabupaten/ Kota akan mendapatkan penghargaan Adiwiyata Mandiri (penghargaan yang diberikan oleh Presiden). Sejak tahun 2012 hingga sekarang, tim penanggung jawab adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan diketuai oleh Ibu Dr. Retno Suprih Jatningsih.

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang digunakan dalam penelitian “Pengaruh Tingkat Kecerdasan Ekologis terhadap Partisipasi Siswa dalam Program Adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan” ini adalah seluruh siswa di SMA Negeri 1 Lamongan dari Kelas X hingga Kelas XI. Karakteristik responden yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Siswa SMA Negeri 1 Lamongan;
- Tercatat sebagai siswa pada tahun ajaran 2022/2023; dan
- Siswa Kelas X dan XI.

Pembagian responden tersebut dapat dilihat pada tabel 1. berikut:

Tabel 1. Jumlah Responden

No	Kelas	Frekuensi	Cumulative Percent
1.	X	77	50,00
2.	XI MIPA	58	88,00
3.	XI IPS	19	100,00

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Tingkat Kecerdasan Ekologis Siswa

Definisi kecerdasan ekologis sendiri adalah kemampuan individu dalam pengambilan keputusan dengan mengutamakan dan memperhatikan kelestarian lingkungan dimulai dari diri sendiri dan lingkungan sekitar hingga ke tingkat global (Alam, 2010).

Pengukuran kecerdasan ekologis ini menggunakan tiga aspek, yaitu aspek pengetahuan, aspek sikap, dan aspek keterampilan. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian (Ramadhan & Resmi, 2019) yang berjudul “Analisis Pendidikan Karakter Berbasis Nilai Kearifan Lokal Cipta Gelar Sukabumi dalam Mengembangkan Kecerdasan Ekologis”. Tiga indikator yang digunakan dalam mengukur kecerdasan ekologis kemudian disesuaikan berdasarkan tema dan topik pilihan dalam penelitian. Sedangkan indikator yang digunakan dalam penelitian menggunakan variabel kecerdasan ekologis dapat menggunakan indikator kecerdasan ekologis menurut Center for Ecology dalam (Setiawati, 2017).

Berdasarkan penelitian pada 154 siswa sebagai sampel yang mengisi instrumen tes dan kuesioner yang telah melewati uji validitas, secara keseluruhan diperoleh bahwa sebanyak 29 siswa memiliki tingkat kecerdasan ekologis kategori sangat tinggi, sebanyak 49 siswa memiliki tingkat kecerdasan ekologis kategori tinggi, sebanyak 27 siswa memiliki tingkat kecerdasan ekologis kategori rendah. Sedangkan, sisanya sebanyak 49 siswa memiliki tingkat kecerdasan ekologis kategori sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata siswa di SMA Negeri 1 Lamongan memiliki tingkat kecerdasan ekologis yang rendah dengan skor 59,3%. Hasil analisis tingkat kecerdasan ekologis siswa dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Tingkat Kecerdasan Ekologis Siswa

Skor	Kriteria	Frekuensi	Persentase (%)
Persentase(%)			
81,25 - 100	Sangat Tinggi	34	22
62,5 - 81,25	Tinggi	49	32

43,75 - 62,5	Rendah	27	18
25 - 43,75	Sangat Rendah	44	29
TOTAL		154	100
Rata-rata		59,60	
Kriteria		Rendah	

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Berdasarkan hasil perhitungan dari data responden dilihat dari masing-masing aspek, variabel tingkat kecerdasan ekologis siswa dengan aspek pengetahuan memiliki tingkat kecerdasan ekologis yang tinggi dengan skor 70%. Pada aspek sikap, rata-rata siswa di SMA Negeri 1 Lamongan memiliki tingkat kecerdasan ekologis berdasarkan indikator aspek sikap yang tinggi dengan skor 65,52%. Sedangkan rata-rata aspek keterampilan siswa memiliki rata-rata yang rendah dengan skor 46,58%.

Hasil penelitian yang menunjukkan rata-rata tingkat kecerdasan ekologis dengan aspek pengetahuan termasuk kriteria tinggi cukup memuaskan. Artinya para siswa sudah banyak yang memahami tentang ekologis atau materi lingkungan yang terjadi. Hasil ini juga tidak lepas dari konsistensi SMA Negeri 1 Lamongan yang selalu memasukkan materi mengenai ekologi dalam RPP pada setiap mata pelajaran sebagai upaya mewujudkan indikator adiwiyata kurikulum berbasis lingkungan. Pada indikator ini para guru diharuskan mampu mengajarkan siswa tentang bagaimana mengimplementasikan mata pelajaran terhadap lingkungan sekitarnya. Misalnya, dalam mata pelajaran matematika memang tidak ada materi berbasis lingkungan, namun oleh guru mata pelajaran tersebut dapat memasukkan lingkungan ke dalam studi kasusnya, seperti menghitung volume sampah yang mampu ditampung tempat sampah sekolah. Implementasi kurikulum berbasis lingkungan tersebut juga menjadi salah satu penyebab tingkat kecerdasan ekologis siswa SMA Negeri 1 Lamongan memiliki kriteria yang tinggi.

Hasil perhitungan tingkat kecerdasan ekologis pada aspek sikap yang cukup baik karena memiliki rata-rata yang tinggi ini menunjukkan bahwa para siswa SMA Negeri 1 Lamongan sudah memiliki tingkat sikap kepedulian yang tinggi terhadap lingkungan. Sikap kepedulian terhadap lingkungan pada dasarnya tidak mungkin didapatkan secara instan, namun diperlukan beberapa pembiasaan beberapa waktu. Dalam penelitian ini, sikap kepedulian siswa terhadap lingkungan memiliki fokus dalam lingkungan sekolah.

Peran guru dan sekolah dalam meningkatkan sikap kepedulian siswa terhadap

lingkungan sekolah juga sangatlah penting. Di SMA Negeri 1 Lamongan, beberapa kegiatan lingkungan digalakkan demi menyukseskan program adiwiyata, seperti kegiatan piket kelas, lomba kebersihan kelas, hingga Jum'at bersih yang dilakukan tiap dua minggu sekali. Kegiatan-kegiatan lingkungan tersebut juga mampu meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan.

Indikator terakhir yang dibahas dalam penelitian ini adalah aspek keterampilan ekologis siswa. Keterampilan siswa SMA Negeri 1 Lamongan tergolong kurang baik karena aspek keterampilan ini memiliki skor paling kecil dengan rata-rata rendah, yang artinya tidak banyak hal atau inovasi yang dapat dikembangkan siswa terkait lingkungan. Pada saat ini, peran sekolah dalam upaya peningkatan keterampilan siswa dapat dilihat pada mata pelajaran kewirausahaan dan seni budaya. Pada dua mata pelajaran tersebut, siswa akan dituntut untuk mampu terampil dan berinovasi dalam memanfaatkan barang-barang yang sudah tidak terpakai, dan kemudian barang-barang hasil buatan siswa nantinya akan dijual di pameran akhir tahun serta beberapa barang juga dapat digunakan di sekolah.

Meskipun didukung oleh sekolah, implementasi dari keterampilan terkait lingkungan ini masih rendah karena dalam pelaksanaan-pelaksanaan inovasi dari bahan bekas ini juga tidak dapat dilakukan setiap waktu, karena dalam mata pelajaran seni budaya dan kewirausahaan sendiri masih memiliki materi lain yang harus dilaksanakan dan tidak berfokus dalam pengelolaan lingkungan. Selain itu, dalam pembuatan kompospun dilakukan secara berkelompok sehingga memiliki kemungkinan juga untuk beberapa siswa tidak mampu membuat itu. Di samping itu, penggunaan kendaraan ramah lingkungan juga kurang diimplementasikan karena siswa SMA Negeri 1 Lamongan lebih banyak membawa sepeda motor daripada sepeda biasa. Hal tersebut dapat dilihat di parkir sekolah, dimana parkir sepeda motor selalu penuh setiap harinya, dan parkir sepeda hanya ada beberapa saja.

Tingkat Partisipasi Siswa dalam Program Adiwiyata

Berdasarkan hasil penelitian pada variabel partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan, instrumen kuesioner diisi oleh 154 siswa sebagai responden, diperoleh data bahwa sebanyak 31 siswa memiliki tingkat partisipasi sangat tinggi, sebanyak 27 siswa

memiliki tingkat partisipasi tinggi, sebanyak 31 siswa memiliki tingkat partisipasi kategori rendah, dan sisanya sebanyak 65 siswa memiliki tingkat partisipasi sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata siswa di SMA Negeri 1 Lamongan memiliki tingkat partisipasi yang rendah, yakni dengan skor 51,8%. Hasil analisis tingkat partisipasi siswa pada program adiwiyata dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Tingkat Partisipasi Siswa

Skor Persentase(%)	Kriteria	Frekuensi	Persentase (%)
81,25 - 100	Sangat Tinggi	31	20
62,5 - 81,25	Tinggi	27	18
43,75 - 62,5	Rendah	31	20
25 - 43,75	Sangat Rendah	65	42
TOTAL		154	100
Rata-rata		59,60	
Kriteria	Rendah		

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Penelitian mengenai program adiwiyata yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Lamongan sebelumnya juga pernah dilaksanakan (Jauhari, 2019), dimana penelitian ini bukan berfokus terhadap kegiatan lingkungan berbasis partisipatif, namun berfokus terhadap pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan. Selain itu, ada pula penelitian dari (Ahmad, 2017) terkait Manajemen Sistem Lingkungan Sekolah Adiwiyata Mandiri (Studi Kasus di SMA Negeri I Lamongan).

Rendahnya tingkat partisipasi siswa ini disebabkan kurangnya partisipasi atau keikutsertaan siswa dalam memenuhi indikator-indikator adiwiyata dengan komponen kegiatan lingkungan berbasis partisipatif. Program-program adiwiyata yang digalakkan SMA Negeri 1 Lamongan dengan melibatkan partisipasi siswa sebenarnya sudah cukup banyak, baik kegiatan harian, mingguan, bulanan hingga semesteran.

Selain program-program tersebut, SMA Negeri 1 Lamongan juga memiliki sebuah komunitas lingkungan yang bernama KOPLING (Komunitas Peduli Lingkungan) sebagai salah satu contoh implementasi partisipasi siswa terhadap lingkungan. Pada awalnya, Kopling hanya berisi beberapa siswa yang ditunjuk untuk membantu sekolah dalam meraih penghargaan adiwiyata. Dalam perkembangannya, pihak sekolah akhirnya memberikan peraturan bahwa keanggotaan Kopling harus memiliki perwakilan di setiap kelas. Hal tersebut dilakukan untuk memudahkan pengorganisasian dan monitoring program

adiwiyata di setiap kelas. Program-program adiwiyata yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Lamongan juga rata-rata banyak melibatkan anggota Kopling, baik dalam pelaksana maupun sebagai keamanan.

Dari uraian-uraian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa SMA Negeri 1 Lamongan sudah optimal dalam menjalankan komponen kegiatan lingkungan berbasis partisipatif, khususnya partisipasi siswa. Namun ternyata pelaksanaannya masih kurang optimal. Salah satunya dapat dilihat di keanggotaan Kopling yang semakin menurun setiap tahunnya sehingga menyebabkan partisipasi siswa dalam program adiwiyata juga menurun dan dalam penelitian ini juga menunjukkan hasil yang rendah.

Pengaruh Tingkat Kecerdasan Ekologis terhadap Partisipasi Siswa dalam Program Adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kecerdasan ekologis berpengaruh terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan. Hal ini dibuktikan dengan beberapa analisis data regresi linier sederhana yang memiliki pengaruh positif dan signifikan yaitu uji t parsial, uji koefisien korelasi dan koefisien determinasi.

Hasil uji normalitas P-Plot dan uji normalitas kolmogorov-smirnov diketahui bahwa data penelitian semuanya bersifat normal. Uji P-Plot menunjukkan bahwa nilai dari variabel penelitian ini bersifat normal karena titik-titik yang menjadi interpretasi data tersebut berada di sekitar grafik diagonal. Uji kolmogorov-smirnov yang dilakukan dengan jumlah data sebanyak 154 dan taraf signifikan 5% menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,200 lebih dari 0,05 ($0,200 > 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian berdistribusi normal dan dapat digunakan untuk analisis regresi linier sederhana dalam menguji hipotesis.

Hasil perhitungan uji F diperoleh F hitung lebih besar dari Ftabel ($101,546 > 3,06$) sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Hasil uji T menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a di terima yang berarti terdapat pengaruh tingkat kecerdasan ekologis dengan partisipasi siswa dalam program adiwiyata. Dari hasil tersebut kemudian dapat diketahui persamaan regresi linier sederhana yaitu: $Y = 14,529 + 0,549X$.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian (Martini, 2019), menunjukkan bahwa program Adiwiyata mempunyai hubungan dan pengaruh positif dalam mengubah perilaku prolingkungan. Selain itu, penelitian menurut

(Syifauddin, 2020) dapat diinterpretasikan environmental ideals dan environmental behavior selalu berdampak pada perilaku lingkungan. Dalam penelitian ini, nilai konstanta bernilai positif sebesar 14,798 yang menunjukkan bahwa pengaruh variabel environmental ideals dan environmental behavior terhadap perilaku lingkungan adalah sebesar 14,798 jika dianggap konstan.

Penelitian skripsi ini mengungkapkan bahwa tingkat kecerdasan ekologis yang dimiliki siswa berpengaruh signifikan terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata. Dengan Persentase pengaruh yang dimiliki sebesar 40%. Hal ini menandakan bahwa posisi tingkat kecerdasan ekologis cukup berpengaruh dalam menentukan tingkat partisipasi siswa dalam program adiwiyata. Semakin tinggi tingkat kecerdasan ekologis yang dimiliki, maka semakin tinggi pula partisipasi siswa dalam program adiwiyata di sekolah.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, penulis dapat menarik kesimpulan berikut ini:

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kecerdasan ekologis siswa SMA Negeri 1 Lamongan adalah sebesar 59,60% sehingga berada pada kategori rendah. Tingkat kecerdasan ekologis dengan aspek pengetahuan berada pada kategori tinggi dengan rata-rata 70%. Tingkat kecerdasan ekologis aspek sikap berada pada kategori "Tinggi" dengan rata-rata 65,52%. Sedangkan tingkat kecerdasan ekologis aspek keterampilan juga berada pada kategori "Rendah" dengan rata-rata 46,58%.
- Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat partisipasi siswa SMA Negeri 1 Lamongan dalam program adiwiyata adalah 51,80% dan berada pada kriteria "Rendah".
- Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa antara variabel tingkat kecerdasan ekologis memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat partisipasi siswa dalam program adiwiyata di SMA Negeri 1 Lamongan. Dilihat dari uji koefisien korelasi (nilai R) mendapat nilai 0,633 dan berada pada katogori "Kuat". Berdasarkan nilai koefisien determinasi ($R^2/Rsquare$) diperoleh nilai 0,400 atau 40%. Nilai ini menunjukkan bahwa persentase sumbangan tingkat kecerdasan ekologis terhadap partisipasi siswa dalam program adiwiyata adalah sebesar 40%, sedangkan sisanya yaitu 60% dipengaruhi oleh variabel di luar penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, V. I. (2017). Manajemen Sistem Lingkungan Sekolah Adiwiyata Mandiri (Studi Kasus Di Sma Negeri I Lamongan). *Kuttab*, 1(1), 86–97. doi: 10.30736/kuttab.v1i1.102
- Alam, M. M. (2010). Ecological Intelligence a Concept for Adressing the Climate Change, Measuring Potentials od Ecological Sound Behaviour, Consumption, Production, Decision and Transport Pattern. *Journal Ecological Intelligence: A Concept for Discussion*.
- Efiariza, R. R., Dewi, O. C., Panjaitan, T. H., & Felly, R. (2021). The green-based school and the creation of student's environmental attitude and behavior. *Arteks Journal*, 6(2), 249–258. doi: 10.30822/arteks.v6i2.715
- Goleman, D. (2012). *Ecological Intelligence : How Knowing The Hidden Impacts Of What We Buy CCn Change Everything* (Edisi Bahasa Indonesia). Jakrta: Gramedia Pustaka Utama.
- Jauhari, Moh. I. (2019). Pengembangan Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Sejkolah Adiwiyata Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 : Studi Di SMA Negeri 1 Lamongan. *Jurnal Ilmu Pendidikan Islam*, 3(1), 239–250. doi: 10.30736/ktb.v3i1.270
- Martini. (2019). Hubungan Antara Pengetahuan Lingkungan dengan Perilaku Prolingkungan Sekolah Adiwiyata (Studi Kasus SDN 21 Taluak Kab. Agam). *Rang Teknik Journal*, 2(1), 71–78. doi: 10.31869/rtj.v2i1.1072
- Ramadhan, G. M., & Resmi, C. (2019). Analisis Pendidikan Karakter Berbasis Nilai Kearifan Local Cipta Gelar Sukabumi dalam Mengembangkan Kecerdasan Ekologis. *Jurnal Penelitian & Artikel Pendidikan*, 11(2), 91–102.
- Schneider-Sliwa & Leser. (2003). Geography - Problem Solving Competencies for Societal Concerns. *Geographica Helvetica*. 58(3), 176-183. Doi: 10.5194/gh-58-176-2003
- Setiawati, T. (2017). Peningkatan Kecerdasan Ekologis Peserta Didik dalam Bertransportasi Hemat BBM melalui Pembelajaran IPS Kontekstual (PTK di Kelas VII A SMP Negeri 2 Tomo Kabupaten Sumedang Pada Materi Kelangkaan Sumber Daya Alam). *International Journal Pedagogy*

of Social Studies, 1(2), 289-295. doi:
10.17509/ijposs.v1i2.4713

Syifauddin, M. (2020). *Pengaruh Environmental Knowledge dan Environmental Value terhadap Environmental Behavior pada Santri Pondok Pesantren di Kawasan UNNES*. Skripsi, Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang.

Tim Adiwiyata Tingkat Nasional. (2011). *Paduan Adiwiyata Sekolah Peduli dan Berbudaya Lingkungan*.



Identifikasi Natural Based Solutions Sebagai Upaya Konservasi Lahan Kritis Akibat Pertanian Kentang Di Dataran Tinggi Dieng Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo

Aprillia Findayani¹, M.Qowiyul Amien Ta'ani², Truly Anissa Gadis Anindra³, Muh. Syahrul Alwi⁴, M. Fikri Amrullah⁵, Hamim Rosyidi⁶

¹²³⁴⁵ Departemen Geografi, Universitas Negeri Semarang

⁶ Prodi Psikologi, FPK, UINSA

Info Artikel

Article History

Juni

Abstrak

Pertanian kentang yang ada di daerah dataran tinggi dieng merupakan salah satu pertanian yang memproduksi jumlah kentang yang cukup banyak dan sudah dikenal oleh masyarakat luas. Salah satu daerah yang mempunyai pertanian kentang yang luas adalah Kecamatan Kejajar di Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Namun, dikarenakan pertanian yang dilakukan di lereng yang curam dan selalu ditanam oleh jenis tanaman yang hampir sama, dibutuhkan sebuah metode konservasi lahan yang dapat digunakan guna mengurangi dampak dari lereng curam dan proses penanaman. Untuk itu dilakukan sebuah survey guna mengetahui jenis konservasi lahan kritis akibat pertanian kentang yang sudah dilakukan berdasarkan Natural Based Solutions di Kecamatan Kejajar. Metode penelitian dilakukan dengan observasi lapangan dilakukan dengan cara survey langsung ke setiap desa di Kecamatan Kejajar dan mengidentifikasi serta menganalisis jenis konservasi apa yang sudah dilakukan oleh para petani kentang di desa tersebut dan masih dalam lingkup Nature Based Solutions dan studi pustaka mengenai jenis-jenis konservasi yang dapat dilakukan. Dalam penelitian ini diketahui terdapat 15 desa di Kecamatan Kejajar dan semua desa tersebut sudah melakukan metode konservasi lahan setidaknya satu jenis metode.

Kata Kunci

Kecerdasan ekologis, partisipasi siswa, dan program adiwiyata

Abstract

Potato farming in the Dieng Plateau area is one of the farms that produces quite a lot of potatoes and is well known to the wider community. One area that has extensive potato farming is Kejajar District in Wonosobo Regency, Central Java Province. However, because farming is carried out on steep slopes and almost the same types of plants are always planted, a land conservation method is needed that can be used to reduce the impact of steep slopes and the planting process. For this reason, a survey was carried out to determine the type of critical land conservation due to potato farming which was carried out based on Natural Based Solutions in Kejajar District. The research method was carried out by field observations carried out by direct surveying to each village in Kejajar District and identifying and analyzing what types of conservation have been carried out by potato farmers in that village and which are still within the scope of Nature Based Solutions and literature studies regarding the types of conservation that have been carried out. can be done. In this research, it is known that there are 15 villages in Kejajar District and all of these villages have implemented at least one type of land conservation method.

* E-mail aprilliafinda@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Dataran tinggi Dieng Wonosobo merupakan wilayah yang memiliki topografi dengan kemiringan lereng antara 15% hingga 40% dan ketinggian antara 250-2.250 mdpl. Wilayah ini juga berada pada struktur batuan pegunungan muda breakwater yang membuatnya rentan terhadap bencana tanah longsor dan rayapan tanah. Selain itu, keadaan iklim di wilayah ini juga memiliki intensitas curah hujan yang tinggi, yaitu antara 1.660 - 4.049 mm/th, yang menjadi faktor utama terjadinya erosi oleh tanah air.

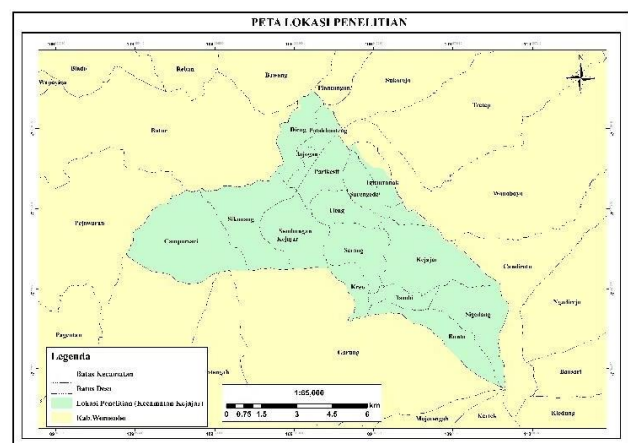
Dengan karakteristik topografi dan iklim tersebut, dapat dikatakan bahwa daerah ini merupakan daerah yang cocok untuk budidaya pertanian sayur. Salah satunya adalah kentang. Pertanian kentang di Dataran tinggi Dieng Wonosobo merupakan salah satu sektor unggulan daerah. Karakteristik tanaman kentang yang membutuhkan banyak air tetapi tidak dapat hidup pada kondisi lembab mengakibatkan adanya permasalahan terkait lahan.

Ketidaksesuaian strategi pengelolaan lahan pertanian kentang yang digunakan dengan konsep konservasi dan pertanian berkelanjutan mengakibatkan tingginya angka lahan kritis. Menurut BPS 2020 lahan sangat kritis di Kabupaten Wonosobo sebesar 20.112,02 ha, dan lahan kritis sebesar 14.934,37 ha. Strategi pengelolaan saat ini hanya memikirkan bagaimana menghasilkan kentang yang baik tanpa mempertimbangkan kerusakan lahan yang terjadi. Pembuatan guludan lahan yang sejalan dengan arah lereng menjadi salah satu kesalahan strategi ini, hal ini mempercepat laju erosi tanah oleh air saat musim hujan mencapai 160 ton per tahun.

Beberapa upaya konservasi lahan yang telah dilakukan petani di Kecamatan Kejajar dengan memanfaatkan alam atau Nature based solution yang telah ada di desa setempat atau kearifan lokal setempat. Seperti sistem tanam tumpang sari, adanya lubang larangan, penggunaan pupuk organik, pengendalian hama dan penyakit dengan prinsip PHT dan sebagainya. Upaya yang telah berhasil dilakukan harus dikembangkan sehingga dapat mengurangi laju erosi tanah, mengembalikan kesuburan tanah, dan meningkatkan produktivitas lahan. Dengan adanya konservasi lahan yang tepat diharapkan dapat mengatasi permasalahan lahan kritis dan meningkatkan produktivitas pertanian di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Wilayah studi penelitian mencakup seluruh wilayah Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo dengan total luas wilayah adalah 5,82 km², dan penduduk sebanyak 46.197 jiwa (2020). Peneliti melakukan observasi pada lahan pertanian kentang di dataran tinggi Dieng Wonosobo, serta mengidentifikasi konservasi lahan apa saja yang telah dilakukan khususnya di Kecamatan Kejajar, Wonosobo. Objek penelitian juga mengambil faktor yang memiliki potensi mempengaruhi kerusakan lahan, seperti keadaan morfologi, iklim, sistem tanam, dan alternative konservasi lahan lain. Penelitian ini memfokuskan terkait identifikasi upaya konservasi lahan dan sebarannya di Kecamatan Kejajar Wonosobo. Dalam penelitian ini, populasi adalah area lahan pertanian kentang di dataran tinggi Dieng wilayah administrasi Kecamatan Kejajar, Wonosobo yang telah terdapat upaya konservasi lahan. Sedangkan untuk sampel pada penelitian ini adalah area pertanian kentang di Kecamatan Kejajar, Wonosobo pada setiap desa dan kelurahan (15 sampel). Sampel ini difokuskan kepada area lahan yang memiliki pengelolaan lahan konservatif. Penentuan sampel dengan purposive sampling guna pengidentifikasian upaya konservasi lahan yang ada.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Variabel penelitian pada Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah: (1) Kondisi morfologi lahan pertanian kentang di Kecamatan Kejajar berupa data kelerengan, Morfologi lahan, Geologi, Kondisi Klimatik; (2) Pengaruh sistem tanam terhadap laju erosi berupa data sistem tanam aktual; (3) Konservasi lahan yang telah dilakukan dan sebarannya berupa data dari setiap sampel kelurahan dan desa yang diambil; dan (4) Efektivitas konservasi lahan yang telah dilakukan

yang mengacu pada penilaian masyarakat yang telah melakukan konservasi lahan tersebut.

Adapun metode pengumpulan data penelitian yang diteliti yakni menggunakan: (1) Metode observasi dan pengukuran lapangan yang dilakukan dengan cara mengamati meninjau serta melakukan pengukuran atau pengujian terhadap sampel-sampel objek penelitian; dan (2) Metode studi pustaka yang dalam penelitian ini digunakan apabila dalam pengumpulan data primer dengan observasi dan pengukuran lapangan serta wawancara tidak ditemukan hasil yang memenuhi kriteria data yang dibutuhkan.

Sedangkan untuk teknik analisis data penelitian dilakukan dengan metode deskriptif eksploratif melalui survey lapangan untuk mengetahui upaya konservasi lahan di Kecamatan Kejajar, Wonosobo dimana titik sampel ditentukan secara sengaja (purposive sampling) berdasarkan identifikasi permasalahan. Analisis data variabel 1 dan 2 dengan menggunakan kuantitatif regresi untuk mengetahui keterkaitannya terhadap kerusakan lahan yang kemudian dideskripsikan. Serta penggunaan pendekatan spatial association. Analisis data variabel 3 dan 4 dilakukan secara deskriptif eksploratif menggunakan pendekatan ekologi aktivitas manusia untuk mengetahui efektivitas upaya yang telah dilakukan menurut pelaksana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi morfologi lahan pertanian kentang di Kecamatan Kejajar.

Dataran tinggi dieng secara morfologi dikelilingi gugusan pegunungan diantaranya Gunung Prau, Gunung Butak, Gunung Petarungan, Dan Gunung Pانونان. sehingga memiliki peran sebagai daerah tangkapan air, yang sebagian besar merupakan kawasan hutan pegunungan sebagai hutan lindung dan produksi dengan rerata kemiringan lereng 25% hingga 40% di beberapa titik. Sehingga dikatakan memiliki kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam. dalam konteks faktor erosivitas lereng metode USLE Berdasarkan kriteria kelas lereng maka termasuk curam dengan skor 80, jenis tanah yang peka terhadap erosi dengan skor 60 dan curah hujan sangat tinggi dengan skor 50.

Wilayah Dieng merupakan wilayah pegunungan dengan ketinggian 1.500 hingga 2.000 meter, dengan rata-rata curah hujan tahunan lebih dari 3.500 meter, menjadikannya wilayah terbasah dalam 4.444 bulan. Agustus kering. Menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson diklasifikasikan memiliki tipe A, atau iklim lembab.

Suhu rata-rata berkisar antara 19,3 °C hingga °C hingga 20,6 °C. Kelembaban rata-rata kurang lebih 86,6%, kelembaban rata-rata 53%, dan kelembaban maksimum 100%. Ada bulan-bulan basah dari bulan September sampai Maret, bulan-bulan kering dari bulan April sampai Agustus, dan hujan dari akhir Desember sampai Januari. Mengingat lokasi, ketinggian, dan topografinya, wilayah Dieng mengalami suhu yang sangat rendah selama musim kemarau yang dingin, dan suhu terkadang turun hingga di bawah titik beku pada dini hari. Selama puncak musim dingin (sekitar bulan Agustus hingga September), suhu turun di bawah titik beku (hampir titik beku) di pagi hari, sehingga dapat terjadi embun beku. Embun tanah atau embun beku adalah sejenis salju kecil yang jatuh ke permukaan tanah/tanah. Embun kering yang jatuh pada tanaman dapat merusak, mematikan, bahkan merusak tanaman kentang dan tembakau yang sudah matang untuk dipanen.

Kompleks Dieng terletak pada jalur Pegunungan Serayu Utara antara Pegunungan Serayu Utara dan Selatan, membentuk Zona Serayu berupa cekungan dangkal. Wilayah yang akan dilalui jalur ini antara lain wilayah Majenang, Ajibarang, Purwokerto, Banjarnegara, dan Wonosobo. Litostratigrafi kawasan dataran tinggi Dieng dan sekitarnya merupakan dataran tinggi batu kapur berlempung. Kompleks Dieng termasuk Tipe A merupakan bagian dari kegiatan vulkanik tua seperti gunung Bisma yang merupakan kawah purba yang terbuka ke arah piroklastik dan jatuhnya lava.

Kondisi Tanah Secara umum identifikasi jenis tanah di kawasan Dieng terdiri atas tanah regosol, tanah aluvial, serta asosiasi andosol dan regosol. Tanah regosol yang terbuat dari batuan lepas masih merupakan tanah lunak karena belum mengalami proses pelapukan lebih lanjut. Meskipun jenis tanah Regosol dapat menghasilkan kesuburan tanah yang cukup tinggi, namun kesuburan sebenarnya rendah akibat pencucian tanah yang berat. Endapan aluvial terdapat pada daerah datar. Daerah aliran sungai di sepanjang sungai dan sekitar Danau Balekambang. Alluvium merupakan tanah yang subur karena terletak pada dataran dan terlindung dari proses erosi.

Kerusakan tanah dapat diidentifikasi berdasarkan jenis tanah dan strukturnya. Tanah yang strukturnya gumpal lebih tahan terhadap benturan dan air hujan, sedangkan tanah yang strukturnya gembur atau gembur mudah goyah, gembur, dan terhanyut oleh aliran air permukaan. Jenis tanah dan asosiasinya di Andosol mempunyai struktur batuan yang gembur

sehingga rawan longsor pada saat hujan lebat. Oleh karena itu, ikatan antar partikel tanah kurang kuat dan banyak debu sehingga lebih mudah terjadi tanah longsor. Sistem terasering yang digunakan pada lahan tanam kentang terdiri dari terasering dengan arah aliran tegak lurus garis kontur. Hal ini memungkinkan aliran air mengalir deras ke bawah, membawa partikel tanah bersamanya karena tidak ada penghalang. Fenomena terasering yang dapat meningkatkan proses erosi dan aliran air ditunjukkan pada Lahan pertanian dengan kemiringan 15% sampai 40% rawan longsor. Pencegahan dapat dilakukan dengan membuat teras dan cekungan. Namun, terasering tersebut tidak dilengkapi dengan alat pencegahan longsor. Padahal program konservasi terus dilakukan untuk mengatasi bencana tanah longsor. Namun sebagian besar masyarakat berpendapat bahwa pohon yang besar mempengaruhi pertumbuhan kentang.

Pengaruh sistem tanam terhadap laju erosi

Kecamatan kejajar yang merupakan daerah produksi kentang terbaik dan terbesar di Indonesia, dengan luasan lahan lebih dari 2.908 ha dan hasil produksi per tahun mencapai 447.060 ton pada tahun 2019 (BPS 2019). Pesatnya perkembangan pertanian kentang menimbulkan permasalahan berupa degradasi lahan berupa erosi tanah oleh air akibat dari pembukaan lahan hutan lindung yang dialih fungsikan menjadi lahan pertanian kentang. Karakteristik morfologi kelerengan Kecamatan kejajar dengan rata-rata tergolong curam dan curah hujan sangat tinggi menjadi faktor pendorong utama tingginya angka lahan kritis, Luas lahan kritis di Dataran tinggi Dieng Wonosobo 2022 mencapai 14.934 ha dan sangat kritis 20.112 ha (BPS 2022).

Karakteristik tanaman kentang yang memerlukan banyak air tetapi tidak dapat tergenang lama mengakibatkan dalam sistem penanamannya membutuhkan penanganan berupa pembuatan guludan guna jalan lewat air yang mengalir. Dengan kemiringan lereng 23 hingga 40 % membuat petani tidak memungkinkan untuk membuat guludan melalui terasering yang luas, sehingga banyak bukit terjal yang digunakan sebagai lahan pertanian dengan guratan guludan yang memanjang dari puncak bukit hingga ke bawah bukit. pada beberapa titik di bawah lereng gunung Bismo, banyak dijumpai lereng bukit dengan lahan pertanian kentang yang terlihat lapuk dan tererosi sehingga meningkatkan risiko longsor tanah.

Faktor-faktor degradasi lahan umumnya terbagi dua jenis yaitu akibat faktor alami dan

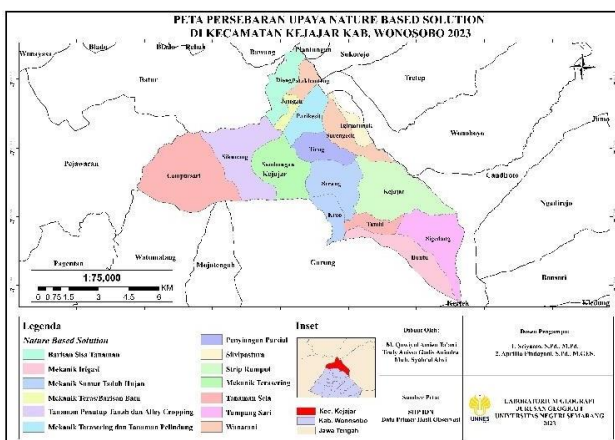
akibat faktor manusia. Menurut Barrow (1991) dalam Firmansyah (2003), faktor alami penyebab degradasi lahan antara lain : areal berlereng curam, tanah mudah rusak, curah hujan intensif dan lain-lain. Faktor degradasi lahan akibat campur tangan manusia baik langsung maupun tidak langsung lebih mendominasi dibandingkan faktor alami antara lain: perubahan populasi, marjinalisasi penduduk, kemiskinan penduduk, masalah kepemilikan lahan, ketidakstabilan politik dan kesalahan pengelolaan, kondisi sosial dan ekonomi, masalah kesehatan, dan pengembangan pertanian yang tidak tepat. Oldeman (1994) dalam Suripin (2002) menyatakan lima faktor penyebab degradasi lahan akibat campur tangan manusia secara langsung yaitu: deforestasi, overgrazing, aktivitas pertanian, eksploitasi berlebihan, aktivitas industri dan bioindustri.

Degradasi lahan berupa erosi yang berpotensi meningkatkan risiko tanah longsor juga mengakibatkan kerusakan wisata alam di sekitar lahan pertanian kentang yang ada di Kecamatan Kejajar, khususnya yang berada di di kawasan Dieng plateau. Penggunaan mata air dari telaga warna dan telaga pengilon di Desa Dieng mengakibatkan keringnya air hingga terjadi penyusutan yang sangat signifikan pada tahun 2023 serta rusaknya kompleks wisata sekitar yang berupa hutan lindung yang telah beralih fungsi menjadi lahan pertanian kentang. selain itu, kerusakan pada kompleks cagar budaya candi Arjuna terlihat pada penggundulan bukit di sekitar candi yang sering kali mengakibatkan banjir bercampur lumpur yang menggenangi kawasan wisata candi. Kawasan obyek wisata Kawah Sikidang juga mengalami kerusakan, terlihat dari lingkungannya yang kotor dan perbukitan di sekitarnya telah gundul. Hutan lindung yang ada di sekitar obyek wisata Kawah Sikidang dibuka menjadi lahan pertanian kentang. Kawasan di sekitar Kawah Sileri dimanfaatkan untuk lahan pertanian terutama pertanian kentang. Perbukitan di sekitarnya gundul dan tandus, lingkungan obyek wisata rusak dan tidak terawat.

Kegiatan budidaya kentang berdampak pada kerusakan tanah. Sistem tanam yang berjalan tegak lurus kontur (tanah menuju kemiringan) merangsang aliran permukaan untuk mengikis lapisan atas tanah subur. Peningkatan penggunaan pupuk kimia juga dapat mengubah sifat fisik dan kimia tanah serta menyebabkan tanah lebih mudah terkikis. Beberapa petani masih menggunakan metode tanam tunggal dan menanam kentang secara terus menerus tanpa

rotasi tanaman, namun hal ini terus menerus menyerap bahan organik dari tanah dan membuat tanah lebih rentan terhadap erosi air. Tanah yang mengalami erosi menjadi kurang produktif sehingga mempengaruhi produktivitas tanaman. Terjadinya kerusakan hutan, tanah dan badan air di suatu wilayah mempengaruhi keberadaan dan kelestarian objek wisata khususnya tempat wisata berupa danau. Sedimentasi akan terjadi di Danau, dan Danau akan menjadi lebih dangkal dan akhirnya menghilang. Oleh karena itu, diperlukan berbagai upaya untuk mengurangi kerusakan harta benda

Konservasi lahan yang telah dilakukan dan sebarannya.



Gambar 2. Peta Persebaran Upaya Nature Based Solution di Kecamatan Kejajar

Upaya Konservasi lahan merupakan perlindungan tanah dalam arti luas berarti memanfaatkan setiap bidang tanah sedemikian rupa sehingga sesuai untuk pengolahannya sesuai dengan potensi dan kondisi yang diperlukan, tanpa merusak tanah. Konservasi tanah dalam arti sempit diartikan sebagai upaya mencegah kerusakan tanah akibat erosi dan memperbaiki tanah yang rusak akibat erosi. Konservasi air pada dasarnya berarti memanfaatkan air hujan yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin, menghindari banjir yang merugikan, dan mengatur aliran air sehingga tersedia cukup air selama musim kemarau. Perlindungan tanah sangat erat kaitannya dengan perlindungan air. Perlakuan terhadap real estat berdampak pada sistem air di lokasi tersebut dan lokasi hilir. Oleh karena itu, konservasi tanah dan konservasi air merupakan dua hal yang sangat berkaitan erat. Terdapat tindakan konservasi tanah dan konservasi air yang berbeda (Arsyad, 2006).

Sebagai bentuk dan upaya masyarakat Kecamatan Kejajar Dieng dalam mengurangi

dampak degradasi lahan akibat dari masifnya pertanian kentang adalah upaya adaptasi pengolahan lahan yang berorientasi pada keberlanjutan dan selaras dengan prinsip konservasi lahan. Pada penelitian ini, identifikasi jenis konservasi lahan yang dilakukan diwakili 1 sampel pada setiap desa di Kecamatan Kejajar guna mengetahui sebaran dan eksistensi konservasi lahan di kecamatan kejajar. Konservasi yang termasuk pada kriteria penelitian ini adalah Nature based solution (NBS) atau konservasi yang berbasis pemanfaatan alam maupun kearifan lokal tanpa penggunaan alat maupun bahan kimia non alami.

Desa Dieng memiliki eksistensi konservasi lahan pertanian kentang berupa pemanfaatan barisan sisa tanaman atau trashline. Metode ini berprinsip pada pemanfaatan sampah sisa tanaman kentang yang dibiarkan membusuk dan diletakkan di pinggir lahan atau di bawah lereng guna menghalau air limpasan yang memuat erosi tanah turun hingga dasar perbukitan sehingga, sisa tanaman tersebut merupakan penghalang alami dari erosi tanah. Metode ini juga digunakan dengan membuat barisan sisa tanaman dibuat memancang yang difungsikan sebagai penutup guludan untuk mengurangi resiko erosi oleh percikan air pada saat presipitasi. Kaitannya dalam konservasi lahan dan air, sistem ini cukup bagus untuk mempertahankan ketersediaan hara melalui dekomposisi bahan organik dan melindungi tanah dari bahaya erosi sampai umur tanaman <5 bulan (Dariah et al., 1998).

Desa Jojogan, Desa Sembungan, dan Desa Parikesit memiliki jenis konservasi yang serupa yakni penggunaan metode mekanik. Metode mekanik menggunakan pemanfaatan batu dan tanah sebagai cara dalam konservasinya, tujuannya untuk memperlambat aliran air di permukaan, mengurangi erosi serta menampung dan mengalirkan aliran air permukaan (Seloliman, 1997). Pada Desa Jojogan jenis teknik mekanik yang digunakan adalah pembuatan teras barisan batu, dimana pada lereng curam dibuat terasering dengan ukuran kecil dimana pada dinding teras disusun batu seperti tanggul guna menahan tanah dan limpasan air yang berada di teras atas. Sedangkan pada Desa Sembungan dan Desa Parikesit, teknik mekanik yang dibuat adalah dengan metode pembuatan terasering atau teras teras kecil yang tidak menggunakan batuan sebagai dinding teras penahan tanah. Manfaat utama pengolahan tanah mekanik adalah pembentukan penghalang aliran permukaan yang memungkinkan penyerapan air dan mencegah pergerakan tanah. Oleh karena itu, pada daerah

yang beriklim gersang, pengolahan tanah sesuai garis kontur juga sangat efektif untuk konservasi tersebut. Pembuatan terasering melibatkan pengubahan lereng lahan menjadi teras untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan, menahan dan menampungnya, dan memungkinkan lebih banyak air meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi (Sarief, 1986).

Desa Sikunang memiliki pengelolaan lahan kritis pada pertanian kentang berupa Pemanfaatan tanaman penutup lahan dan Alley cropping atau pertanaman lorong. Pemanfaatan tanaman penutup lahan dilakukan dengan sengaja membiarkan tanaman liar maupun ditanami tanaman selain kentang pada saat masa peralihan atau rotasi tanaman kentang pasca panen. Hal ini bertujuan agar permukaan tanah tidak terpapar langsung oleh sinar matahari dan percikan air hujan sehingga mengurangi intensitas erosi. Sistem pertanaman lorong atau alley cropping adalah suatu sistem dimana tanaman pagar pengontrol erosi berupa barisan tanaman yang ditanam rapat mengikuti garis kontur, sehingga membentuk lorong-lorong dan tanaman semusim berada di antara tanaman pagar (Agus et al., 1999). Pada Desa Sikunang, tanaman pagar yang ditanam berupa tanaman berkayu serta tanaman buah carica yang juga diselang seling dengan tanaman pagar utama yang dibuat sejajar menurun lereng pada sela-sela lahan pertanian kentang.

Desa Campursari dan Desa Tambi memiliki jenis konservasi berbasis kearifan lokal berupa sistem penanaman sela. Penanaman sela yang dilakukan dengan memberikan tanaman non musiman pada sela sela guludan yang ditanami tanaman kentang sehingga mengurangi laju tanah tererosi. Tanaman sela umumnya memiliki perbedaan musim panen sehingga dapat dikatakan memiliki massa yang lebih lama dibandingkan tanaman kentang itu sendiri sehingga tidak perlu melakukan rotasi pergantian dalam waktu dekat. Pada desa Campursari, tanaman sela yang digunakan adalah tanaman carica, sedangkan pada Desa Tambi, tanaman sela berupa ketela singkong. Dari segi konservasi tanah, pertanaman sela bertujuan untuk meningkatkan intersepsi dan intensitas penutupan permukaan tanah terhadap terpaan butir-butir air hujan secara langsung sehingga memperkecil risiko tererosi.

Desa Kreo dan Desa Serang memiliki prinsip konservasi berupa pembuatan sumur tadah hujan. Pembuatan sumur tadah hujan ini berfungsi sebagai daerah tangkapan air hujan untuk mengurangi banyaknya air yang dapat mengalir

pada sela guludan dan mengerosi tanah. Desa Kreo memiliki sumur berupa kubangan yang sengaja dibuat antara sela teras pada lereng dengan memanfaatkan plastik mulsa untuk menahan kebocoran air. Peletakan sumur yang berada di antara lereng juga dimaksudkan sebagai daerah tangkapan air luapan dari teras di atasnya dan mencegah air tersebut turun ke teras dibawahnya. Pada Desa Serang, sumur tangkapan ini berupa kolam yang dibuat dengan semen pada samping lahan pertanian yang dimanfaatkan sebagai sumber pengairan, pada wilayah serang tersebut merupakan daerah yang relatif landai.

Desa Buntu memiliki jenis konservasi lahan dengan metode mekanik berupa Pembuatan alur irigasi. Alur irigasi tersebut dibuat secara melintang kontur dan memotong guludan yang searah kontur, dimana pada ujung samping guludan merupakan daerah alur irigasi utama yang mengalir searah kontur yang dibuat dengan semen sehingga tidak mengerosi guludan yang ada diatasnya. Pembuatan irigasi ini dilakukan pada daerah yang relatif landai dan tidak berbukit sehingga pengendalian air lebih mudah dilakukan daripada daerah berbukit curam. Alur irigasi tersebut bertujuan untuk memotong arah aliran air di sela-sela guludan agar daerah di bawahnya tidak mengalami erosi yang lebih dalam.

Desa Sigedang memiliki konservasi lahan berbasis kearifan lokal berupa penerapan sistem tanaman Tumpang sari. Sistem tanam ini memiliki kemiripan dengan sistem tanam sela pada prinsipnya, tetapi dibedakan dalam jenis tanamannya yang berupa tanaman non kayu dan dapat dipanen beberapa kali periode beririsan dengan masa tanam kentang, seperti kol, tomat, seledri, bawang merah, dan lainnya. penanaman secara tumpang sari diletakkan diantara sela guludan yang fungsinya sebagai penahan tanah dari percikan air maupun erosi alur. Sistem tanam tumpang sari dapat dikatakan solusi yang baik dalam menghadapi degradasi lahan dimana selain mengurangi risiko erosi, tumpang sari juga mengoptimalkan lahan sehingga dapat meningkatkan hasil produksi petani dalam satu kali periode tanam kentang.

Desa Tieng menggunakan nature based solution sebagai upaya konservasi lahan dengan menggunakan prinsip penyiangan parsial, yaitu teknik dengan cara menyisakan sebagian rumput alami maupun tanaman penutup lahan sehingga di sekitar batang tanaman pokok akan bersih dari gulma. tujuan dari penggunaan teknik penyiangan parsial adalah penahan erosi dimana rumput alami mampu menahan aliran permukaan dan mengendapkan material terangkut.

Desa Surengede dan Desa Patakbanteng memiliki prinsip konservasi lahan dengan menggunakan Wanatani yang merupakan penggabungan antara tanaman pohon-pohonan, atau tanaman tahunan dengan tanaman komoditas lain yang ditanam secara bersama-sama maupun bergantian. Di Desa Surengede, konservasi lahan menggabungkan antara tanaman kentang dan tanaman berkayu di lorong kentang dan juga di sekitar tanaman kentang. Sedangkan, di Desa Patakbanteng menggabungkan antara tanaman kentang dengan tanaman A. Implementasi wanatani pada lahan pertanian di kedua desa tersebut mampu mengurangi tingkat erosi dan memperbaiki kualitas tanah dibandingkan apabila lahan pertanian di kedua desa tersebut gundul atau hanya memiliki satu jenis tanaman semusim melihat dari bentuk morfologinya yang memiliki lereng yang agak curam.

Desa Igirmanak memiliki jenis konservasi lahan dengan sistem Silvipastura yang merupakan salah satu bentuk dari sistem tumpang sari, namun tanaman yang berada di sela-sela tanaman merupakan tanaman pakan ternak. Sistem ini mampu mengembangkan peternakan sebagai komoditas unggulan di Desa Igirmanak yang memiliki potensi ternak yang dikenal dengan sebutan Dombos atau Domba Wonosobo. Sistem Silvipastura yang terdapat di Desa Igirmanak ini, menanam pakan ternak berupa Penniseitum pupoides atau yang lebih dikenal dengan sebutan rumput raja yang dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak Dombos.

Desa Parikesit, selain menggunakan teknik konservasi mekanik terasering, di desa ini juga menggunakan teknik konservasi berupa tanaman pelindung yang di tanam di sela-sela tanaman kentang sebagai tanaman pokok tahunan. tanaman pelindung yang ditanam di Desa Parikesit adalah tanaman pelindung yang beraneka ragam, sehingga membentuk wanatani kompleks (Complex Agroforestry atau sistem multistrata) berupa pohon pepaya dan juga tanaman daun bawang di yang tanam di sela-sela tanaman kentang yang memiliki fungsi sebagai tanaman yang dapat mengurangi intensitas penyinaran matahari dan dapat melindungi tanaman kentang dari bahaya erosi terutama ketika, tanaman kentang masih baru ditanam. Tajuk tanaman yang bertingkat membuat sistem, ini seolah-olah seperti hutan dimana hanya sebagian kecil air yang langsung menerpa permukaan tanah.

Desa Kejajar memiliki konservasi lahan berbasis alam berupa pengelolaan strip rumput.

Teknik konservasi dengan strip rumput grass strip biasanya menggunakan rumput yang didatangkan dari luar areal lahan, yang dikelola dan sengaja ditanam secara strip menurut garis kontur untuk mengurangi aliran permukaan dan sebagai sumber pakan ternak. Dalam pemanfaatan rumput sebagai tanaman penutup sela guludan berupa jenis rumput gajah. Penanaman rumput ini diletakkan pada daerah berlereng curam tanpa menggunakan teras sehingga rumput tersebut memiliki peran utama dalam menahan tanah yang tererosi. Pemilihan rumput gajah dilakukan karena karakteristik daun yang menjalar tinggi ke atas sehingga tidak menghalangi sinar matahari mengenai tanaman utama berupa kentang, selain itu akar dari rumput gajah yang tidak sekuat rumput vetiver yang menjadikannya mudah untuk dilakukan proses pembersihan dan perotasian tanaman setelah panen.

Efektivitas konservasi lahan yang telah dilakukan.

Penerapan berbagai metode konservasi lahan secara vegetatif di kecamatan Kejajar Dieng Wonosobo menunjukkan sejumlah upaya untuk mengurangi risiko erosi dan menjaga keberlanjutan lahan pertanian kentang. Metode pembuatan barisan sisa tanaman, alley cropping, pemanfaatan tanaman penutup tanah, penanaman sela, tumpang sari, penyiangan parsial, wanatani, silvipastura, dan strip rumput dapat dianggap sebagai strategi yang efektif dalam mengurangi erosi tanah dan meningkatkan produktivitas pertanian.

Penggunaan metode pembuatan barisan sisa tanaman, alley cropping, dan tumpang sari menunjukkan efektivitas dalam mengurangi aliran permukaan air dan menghambat laju erosi. Tanaman yang ditanam secara berderet atau tumpang sari dapat memberikan perlindungan lebih lanjut terhadap tanah dari erosi, sementara tanaman penutup tanah juga dapat meningkatkan struktur tanah dan menahan erosi. Studi oleh Johnson et al., 2020) menyatakan bahwa penerapan alley cropping dapat mengurangi risiko erosi tanah secara signifikan.

Metode penanaman sela dan penyiangan parsial dapat memberikan perlindungan lebih lanjut terhadap tanah dari efek negatif hujan langsung. Penanaman sela dapat meningkatkan kerapatan tanaman dan mengurangi laju air yang mencapai permukaan tanah, sedangkan penyiangan parsial dapat menjaga struktur tanah dan menekan pertumbuhan gulma yang dapat meningkatkan risiko erosi. Selain itu, praktik wanatani, silvipastura, dan strip rumput juga

dapat menjadi strategi yang efektif dalam mengurangi erosi dan meningkatkan biodiversitas. Wanatani dan silvipastura dapat menciptakan tutupan tanah yang lebih baik, sedangkan strip rumput di antara lahan pertanian dapat menghambat aliran permukaan air dan mencegah erosi.

Penerapan konservasi lahan pertanian kentang melalui metode teknis dan mekanik, seperti pembuatan terasering, barisan batu, sumur tadah hujan, dan alur irigasi, memiliki dampak yang signifikan dalam menjaga kesuburan tanah dan mengendalikan erosi. Berdasarkan kajian pola pertanian dan upaya konservasi di Dataran Tinggi Dieng, petani cenderung menggunakan metode vegetatif, namun penting untuk mempertimbangkan penerapan metode teknis dan mekanik guna meningkatkan efektivitas konservasi lahan.

Pembuatan terasering dan barisan batu dapat mengurangi aliran permukaan, sehingga mengendalikan erosi dan sedimentasi. Selain itu, pembuatan sumur tadah hujan dapat mempertahankan kelembaban tanah dan mengurangi aliran permukaan, sementara pembuatan alur irigasi dapat mengatur distribusi air secara merata, sehingga mengurangi erosi dan mempertahankan kesuburan tanah. Studi lain menunjukkan bahwa penerapan teknik konservasi tanah, seperti terasering, barisan batu, sumur tadah hujan, dan alur irigasi, dapat mengendalikan erosi dan kehilangan hara tanah pada pertanaman kentang, tanpa mengurangi hasil panen. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode teknis dan mekanik dalam konservasi lahan pertanian kentang dapat efektif dalam menjaga kesuburan tanah dan mengendalikan erosi.

PENUTUP

Kesimpulan

Nature Based Solution (NBS) dapat menjadi salah satu upaya yang penting dilakukan dalam upaya konservasi lahan kritis akibat pertanian kentang di Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo yang memiliki teknik penanaman sejajar dengan lereng. NBS merupakan upaya yang efektif dalam upaya konservasi lahan yang dilakukan di Kecamatan Kejajar karena NBS sendiri merupakan teknik yang dapat merestorasi keseimbangan ekosistem dengan pengendalian erosi secara alami yang dapat membantu mengurangi degradasi tanah dan memperbaiki struktur tanah yang vital bagi produktivitas lahan di Kecamatan Kejajar. selain itu, NBS juga dapat

menjadi upaya konservasi tanah dan air di Kecamatan Kejajar, mengingat bahwa Kecamatan Kejajar merupakan daerah dataran tinggi yang rentan terhadap erosi dan kehilangan nutrisi. NBS juga merupakan salah satu solusi alami yang dapat mengurangi penggunaan bahan kimia sehingga dapat menjaga keseimbangan ekosistem dan mencegah pencemaran lingkungan serta tanah yang merupakan lahan bagi pertanian di Kecamatan Kejajar.

Dari 16 desa/kelurahan di Kecamatan Kejajar, penggunaan NBS di setiap desa/kelurahan dapat menggunakan teknik NBS yang berbeda, dari hasil identifikasi NBS yang diterapkan di seluruh desa/kelurahan di Kecamatan Kejajar, teknik Barisan Sisa Tanaman diterapkan di Desa Dieng, teknik mekanik juga diterapkan di beberapa desa di Kecamatan Kejajar, seperti mekanik teras di Desa Jojogan, mekanik terasering di Desa Sembungan dan Desa Parikesit, mekanik sumur tadah hujan di Desa Kreo dan Desa Serang dan mekanik irigasi di Desa Buntu. Lalu, konservasi dengan tanaman penutup lahan juga diterapkan di Desa Sikunang, namun, Desa Sikunang juga menerapkan teknik alley cropping. Teknik konservasi selanjutnya yaitu penanaman tanaman sela di Desa Campurasi dan Desa Tambi. Lalu, diterapkan juga teknik tumpang sari di Desa Sigedang. Selanjutnya, penyiangan parsial juga dilakukan di Desa Tieng. Lalu, teknik wanatani juga dilakukan di Desa Surengede dan Desa Patakbanteng. Selanjutnya, teknik konservasi Silvipastura juga diterapkan di Desa Igirmranak, dan teknik strip rumput di Desa Kejajar. Selain mekanik terasering di Desa Parikesit, di desa ini juga menerapkan teknik konservasi berupa tanaman pelindung

Saran

Beberapa saran yang dapat dilakukan adalah:

1. Pemerintah harus melibatkan partisipasi masyarakat setempat dalam implementasi solusi berbasis alam, seperti yang sudah ada pada pembahasan di atas.
2. Dinas pertanian setempat dapat menyusun pedoman praktis bagi petani dan pemangku kepentingan untuk menerapkan praktik pertanian berkelanjutan yang mempertimbangkan konservasi lahan.
3. Mengintensifkan kampanye edukasi mengenai pentingnya konservasi lahan dan manfaatnya bagi lingkungan dan kehidupan sehari-hari masyarakat.

4. Menggalakkan inovasi teknologi dalam pemantauan konservasi lahan, seperti penggunaan sensor dan sistem informasi geografis (SIG) untuk mendukung pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriana, Reni. 2007. Evaluasi kawasan lindung dataran tinggi dieng kabupaten wonosobo. Tesis: Universitas Diponegoro.
- Arifin, M. (2010). Kajian sifat fisik tanah dan berbagai penggunaan lahan dalam hubungannya dengan pendugaan erosi tanah. *Mapeta*, 12(2).
- Danahiswara, F. Strategi Mitigasi Banjir Berdasarkan Tingkat Kerawanan Banjir dengan Pendekatan AHP dan GIS Berbasis Nature-Based Solution Studi Kasus Kecamatan Rawalumbu.
- Idjudin, A. A. (2011). Peranan konservasi lahan dalam pengelolaan perkebunan. *Jurnal sumberdaya lahan*, 5(2), 103-116.
- Khanifa, Nurma Khusna. 2015. Revitalisasi kemandirian desa melalui asat masyarakat dieng di dalam kegiatan home industry carica perspektif hukum bisnis syariah. Tesis Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- KLHK. 2021. Tanaman Kopi Unituk Konservasi. Diambil 30/11/2022
<http://p3ejawa.menlhk.go.id/article35-tanaman-kopi-untuk-konservasi.html>.
- Kusmantoro Edy, S. USAHATANI KENTANG DENGAN TEKNIK KONSERVASI TERAS BANGKU DI DATARAN TINGGI DIENG KABUPATEN WONOSOBO JAWA TENGAH (POTATO FARMING USING BENCH TERRACE TECHNIQUE AT DIENG HIGHLAND WONOSOBO REGENCY CENTRAL JAVA) Oleh.
- M. Rifqi Hidayat. (2015). KAJIAN POLA PERTANIAN DAN UPAYA KONSERVASI DI DATARAN TINGGI DIENG KECAMATAN KEJAJAR KABUPATEN WONOSOBO. Repository Unnes
- Maliangkay, D. (2018). PKM pengelolaan lahan pertanian hortikultura dalam rangka konservasi lahan untuk meningkatkan hasil pertanian. *Daya*
- berbasis komunitas di kawasan dieng plateau kabupaten wonosobo. *Journal of Politics and Government Studies* Hal 1-13.
- Narendra, Budi Hadi. 2008. Alih fungsi (konversi) kawasan hutan indonesia: tinjauan aspek hidrologi dan konservasi tanah. *Prosiding Fungsi Kawasan Hutan*.
- Nugroho, S. P. (2000). Minimalisasi lahan kritis melalui pengelolaan sumberdaya lahan dan konservasi tanah dan air secara terpadu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1).
- Pertiwi, I., Prajanti, S. D. W., & Juhadi, J. (2017). Strategi adaptasi petani dalam pengolahan lahan kering di Desa Dieng Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo. *Journal of Educational Social Studies*, 6(2), 87-91.
- Pradinata, A. (2023). Implementasi Nature-Based Solutions dalam Perumahan untuk Menunjang Corporate Social Responsibility PT Surya Mitra Prasasti.
- Panagos, Panos; Imeson, Anton; Meusburger, Katrin; Borrelli, Pasquale; Poesen, Jean; Alewell, Christine (2016). "Soil Conservation in Europe: Wish or Reality?". *Land Degradation & Development*. 27 (6): 1547-1551.
- Rusiah, M., & Wahyudin, A. (2005). Dampak aktivitas pertanian kentang terhadap kerusakan lingkungan obyek wisata dataran tinggi Dieng. *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 1(1).
- Santosa, F. J. (2022). Efforts to Revitalize the Dieng Critical Slope troung Community Empowerment: Case Tambi Coffee. *Indonesian Journal of Social Responsibility Review (IJSRR)*, 1(3), 163-170.
- Siti Nurulita F. (2011). Analisis pemasaran kentang Kabupaten Wonosobo. *Repository UNS*
- Soedarjanto, Saporis dan Syaiful. A. 2003. Informasi Geospasial Lahan Kritis untuk Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai. *Geo-Informatika* 10(2).
- Sri Ngabekti. Dewi Liesnoor, et all. (2007) Tingkat Kerusakan Lingkungan Di Dataran Tinggi Dieng Sebagai Data Base Guna Upaya Konservasi. *J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 14 No.2, Juli 2007: 93-102.
- Sumarni, N., Hidayat, A., & Sumiati, E. (2006). Pengaruh tanaman penutup tanah dan mulsa organik terhadap produksi cabai dan erosi tanah.
- SUYANTO, S. (2010). EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BAHAN PEMBAHAH TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN PENYERAPAN NITROGEN (N) PADA
- Sains: *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 28-38.
- Mutmainah, Siti. 2019. Rehabilitasi lahan kritis sebagai praktik disaster governance

- SISTEM TUMPANGSARI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) DAN CABE (*Capsicum Frutescens* L.) DI LAHAN KERING PASIRAN LOMBOK UTARA (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Taiyeb, A., Pribadi, H., Monde, A., Nasir, N. S. W., & Nasir, B. H. (2022). Diseminasi Teknologi Usahatani Konservasi Terpadu untuk Peningkatan Produktivitas dan Mencegah Degradasi Lahan. *Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(3), 297-305.
- Utami, U. B. L. (2001). Pengaruh Tindakan Konservasi Tanah Terhadap Aliran Permukaan, Erosi, Kehilangan Hara Dan Penghasilan Pada Usaha Tani Kentang Dan Kubis (Effect of Coil and Water Conservation Practices on Runoff, Erosion, Nutrient Loss and Farmer Income of Potato). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 8(2), 98-107.
- Rusiah, M., & Wahyudin, A. (2005). Dampak aktivitas pertanian kentang terhadap kerusakan lingkungan obyek wisata dataran tinggi Dieng. *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 1(1).
- Santosa, F. J. (2022). Efforts to Revitalize the Dieng Critical Slope troung Community Empowerment: Case Tambi Coffee. *Indonesian Journal of Social Responsibility Review (IJSRR)*, 1(3), 163-170.
- Siti Nurulita F. (2011). Analisis pemasaran kentang Kabupaten Wonosobo. Repository UNS
- Soedarjanto, Saparis dan Syaiful. A. 2003. Informasi Geospasial Lahan Kritis untuk Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai. *Geo-Informatika* 10(2).
- Sri Ngabekti, Dewi Liesnoor, et al. (2007) Tingkat Kerusakan Lingkungan Di Dataran Tinggi Dieng Sebagai Data Base Guna Upaya Konservasi. *J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 14 No.2, Juli 2007: 93-102.
- Sumarni, N., Hidayat, A., & Sumiati, E. (2006). Pengaruh tanaman penutup tanah dan mulsa organik terhadap produksi cabai dan erosi tanah.
- SUYANTO, S. (2010). EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BAHAN PEMBENAH TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN PENYERAPAN NITROGEN (N) PADA SISTEM TUMPANGSARI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) DAN CABE (*Capsicum Frutescens* L.) DI LAHAN KERING PASIRAN LOMBOK UTARA (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Taiyeb, A., Pribadi, H., Monde, A., Nasir, N. S. W., & Nasir, B. H. (2022). Diseminasi Teknologi Usahatani Konservasi Terpadu untuk Peningkatan Produktivitas dan Mencegah Degradasi Lahan. *Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(3), 297-305.
- Utami, U. B. L. (2001). Pengaruh Tindakan Konservasi Tanah Terhadap Aliran Permukaan, Erosi, Kehilangan Hara Dan Penghasilan Pada Usaha Tani Kentang Dan Kubis (Effect of Coil and Water Conservation Practices on Runoff, Erosion, Nutrient Loss and Farmer Income of Potato). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 8(2), 98-107.



Use Of Waste In The School Environment Of Muhammadiyah Middle School Students Training Eco Enzym Production Day

Rafika Meidiyanti¹, Wahyu², Rizali Hadi³

¹²³ Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia

Info Artikel	Abstrak
Article History Juni	Pemanfaatan sampah di lingkungan sekolah merupakan salah satu aspek penting dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan. Artikel ini mengkaji praktik pemanfaatan sampah di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Muhammadiyah Pelaihari dengan fokus pada produksi Eco Enzyme. Eco Enzyme merupakan larutan yang dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik, seperti sisa buah, sayuran dan bahan organik lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pemanfaatan sampah dapat dilaksanakan oleh siswa di SMP Muhammadiyah Pelaihari melalui produksi Eco Enzyme. Mereka terlibat aktif dalam pengumpulan sampah organik, melakukan proses fermentasi, dan merawat Eco Enzyme yang dihasilkan. Ditemukan bahwa siswa mengalami peningkatan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah dan dampak positifnya terhadap lingkungan. Penerapan produksi Eco Enzyme di sekolah ini juga memberikan dampak positif pada aspek pendidikan. Peserta didik terlibat dalam pembelajaran praktis yang memperkaya pengetahuan mereka tentang siklus daur ulang sampah dan kontribusi positifnya terhadap lingkungan. Pembelajaran ini tidak hanya terbatas pada aspek keilmuan saja, namun juga melibatkan aspek sosial dan keterampilan kolaborasi, karena siswa bekerja sama dalam tim untuk mencapai tujuan produksi Eco Enzyme. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sampah di lingkungan sekolah, khususnya melalui produksi Eco Enzyme, dapat menjadi model yang efektif untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan melibatkan siswa dalam praktik berkelanjutan. Implikasi dari temuan ini dapat menjadi panduan bagi sekolah lain untuk mengadopsi praktik serupa, menciptakan lingkungan pendidikan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab secara ekologis. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi literatur mengenai pendidikan lingkungan hidup dan pemanfaatan sampah dalam konteks pendidikan formal.
Kata Kunci <i>Limbah, Enzim Eko, Produksi</i>	Abstract Utilizing waste in the school environment is an important aspect in efforts to maintain environmental sustainability. This article examines waste utilization practices at Muhammadiyah Pelaihari Junior High School (SMP) with a focus on Eco Enzyme production. Eco Enzyme is a solution produced from the fermentation of organic materials, such as the remains of fruit, vegetables and other organic materials. The aim of this research is to explore the extent to which waste utilization can be implemented by students at Muhammadiyah Pelaihari Middle School through Eco Enzyme production. They are actively involved in collecting

organic waste, carrying out the fermentation process, and caring for the Eco Enzyme produced. It was found that students had increased awareness of the importance of waste management and its positive impact on the environment. The implementation of Eco Enzym production in this school also has a positive impact on educational aspects. Learners engage in practical learning that enriches their knowledge about the waste recycling cycle and its positive contribution to the environment. This learning is not only limited to scientific aspects, but also involves social aspects and collaboration skills, because students work together in teams to achieve Eco Enzym production goals. This research shows that the use of waste in the school environment, especially through the production of Eco Enzymes, can be an effective model for increasing environmental awareness and involving students in sustainable practices. The implications of these findings can serve as a guide for other schools to adopt similar practices, creating a sustainable and ecologically responsible educational environment. Apart from that, this research also contributes to the literature regarding environmental education and the use of waste in the context of formal education.

* E-mail

rafikameidiyanti956@gmail.com

©2023 Published by UNNES. This is an open access

DOI: <https://doi.org/10.15294/ijc.v13i1.7401>

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

INTRODUCTION

The school environment has a very strategic role in shaping students' attitudes and behavior towards the surrounding environment. Holistic and sustainable environmental education is an important key in equipping the younger generation with a deep understanding of the need to maintain the sustainability of nature. One of the main challenges in this context is waste management, which is a global issue that is not only related to environmental aspects, but also to public health and sustainable development. Muhammadiyah Pelaihari Junior High School (SMP) responded to this issue by designing and implementing an initiative to utilize waste through the production of Eco Enzymes. Eco Enzym, which is produced from the fermentation process of organic materials, is an innovative solution that can be applied in school environments to manage organic waste sustainably. This article aims to examine waste utilization practices at Muhammadiyah Pelaihari Middle School, particularly through Eco Enzym production, and explore its impact on students' environmental awareness.

Waste is a daily problem for human life in the world, this is because waste production occurs every day. In developed countries, waste problems can be overcome with various technologies, whereas in developing countries the handling of waste processing is not optimal

(Akhlis and Masyrukan, 2016; Azkha, 2007). In fact, simple technology can be used to process waste into various environmentally friendly products, one example is making waste as raw material for other natural resources. Plastic waste can be converted into motor vehicle fuel, while organic waste can be converted into organic fertilizer (Dewi et al., 2007; Chrystomo et al., 2018). Hidayati et al. (2016) added that the use of bioethanol as fuel has good prospects, increasing octane number, combustion efficiency so that it is more environmentally friendly. Eco-enzyme was first developed by Dr. Rasukan Poompanvong comes from Thailand. Eco-enzyme is a multifunctional liquid produced from the fermentation of waste or organic waste, brown sugar/granulated sugar, and water. Eco-enzym is a magic liquid, even though it only has three basic ingredients, its benefits are very environmentally friendly, such as the eco-enzym production process produces O₃ gas (the same as planting 10 trees), one liter of eco-enzyme solution can purify contaminated river water. , as an antiseptic and fertilizes the soil (Dewi et al., 2007; Megah et al., 2017; Bernadin et al., 2017).

Several research results, as mentioned by Astra et al, (2021), show that the use of eco enzyme has had a good influence on the growth of chilies, which is characterized by greater height, stem diameter, leaf width and greener color than plants without eco enzyme fertilizer. Likewise, it

was reported that eco enzyme was effective in increasing the growth and productivity of eggplant for 3 months (Diputra, 2020). The fermentation process in the first month will produce alcohol, then in the second month it will produce vinegar and in the third month it will produce enzymes. In the third month, eco enzyme can be used (Prasetio, 2021). However, excessive use of eco enzyme can cause plants to wilt and die because of the high acid levels. Therefore, education is very important to convey caution in applying eco enzyme as a fermented fertilizer. Apart from its benefits for agriculture, eco enzyme can be used as an air filter, natural pesticide and water filter

The importance of exploring the potential for using waste in the school environment is not only related to solving waste problems, but also by educating students to become agents of change who care about the environment. Organic waste, most of which can be recycled, provides a great opportunity to be turned into a valuable resource. Initiatives such as Eco Enzym production are strategic steps in changing the waste paradigm from a burden to an opportunity. The global context shows that climate change, biodiversity loss and waste problems pose serious threats to the sustainability of our planet.

Therefore, real and effective steps on a local scale, such as those taken at Muhammadiyah Pelaihari Middle School, are very meaningful. In line with sustainable development goals, the use of waste in schools is not only a necessity, but also an integral part of a curriculum oriented towards sustainable learning. In an effort to achieve success in implementing Eco Enzyme production, Muhammadiyah Pelaihari Middle School chose a participatory approach through direct practice in making eco enzymes. By actively involving students in the entire process, from planning to evaluation, it is hoped that learning can be created that is more comprehensive and sustainable. Students' activeness in managing waste at school is one indicator of success in creating an environmentally friendly school environment. This article not only covers the practical aspects of Eco Enzym production, but also involves dimensions of education, environmental awareness and social impact. By understanding the implications of using waste in the school environment, we can develop a richer view regarding the role of schools in forming a generation that is responsible for environmental sustainability.

RESEARCH METHOD

This article is the result of social studies learning activities carried out in August, the first week of the odd semester 2023, involving all school students, namely teachers and students. The students involved were 21 people from classes VII, VIII, XI and a teacher. The first step in learning begins by watching a video that shows in detail the process of making eco enzymes. This video aims to provide students with an initial understanding of the ingredients needed, the steps that must be followed, and the benefits of eco enzymes. After watching the video of the process of making eco enzymes, 21 students were divided into 3 groups, each student was complete with their respective tools. 1 group consists of 7 students. This group division aims to facilitate collaboration and teamwork in carrying out the next stages more effectively.

The first step taken after group division was to pick up fruit waste that had fallen around the school environment, collect and sort the waste. Students are asked to identify types of waste that can be used in making eco enzymes. Waste sorting is carried out to ensure that the raw materials used meet the needs in the eco enzyme manufacturing process. After the waste is collected and sorted, students begin the process of making eco enzymes according to the instructions given. Cut the fruit waste into the smallest pieces so that it can be put into the bottle. Then grind the brown sugar using a knife so that it dissolves easily in water.

After the creation process is complete, each group makes a presentation in turn. This presentation includes an explanation of the materials used, the steps taken, and the final results of the eco enzyme that has been produced. The final step is to fill out the Student Activity Sheet (LKPD) which contains the steps for making eco enzymes. Participants were asked to write down in detail every step they took during the process of making eco enzymes. This aims to ensure that participants can repeat and understand the process in writing, and can use it as a guide for them in the future.

By following these stages, participants are expected to experience holistic learning, from understanding concepts to practical skills in making eco enzymes. In order to improve the quality of the results obtained from eco enzyme processing activities, the author has supplemented the analysis with relevant literature. The number of literature used was 11 articles related to the eco enzyme processing process. This literature study includes theoretical understanding based on book and article

references, as explained by Sarman (2004). Apart from a theoretical approach, this article also adopts an empirical approach as a basis. On this basis, it is hoped that students' production results in the form of eco enzymes can provide a comprehensive contribution to the field organize the results of activities scientifically and rationally. This approach allows for more in-depth description, combining practical experience with grounding strong theory to better achieve research objectives.

RESULTS AND DISCUSSION

Making eco enzymes has a broad impact on the environment globally and also has positive implications from an economic perspective. From an environmental perspective, during the enzyme fermentation process, O_3 gas is produced, known as ozone (Rubin, 2001). Eco Enzyme contains Acetic Acid (H_3COOH) which has the ability to kill germs, viruses and bacteria. Apart from that, the enzyme content such as lipase, trypsin and amylase can kill or prevent the growth of pathogenic bacteria. This process also produces NO_3 (Nitrate) and CO_3 (Carbon trioxide) as nutrients needed by the soil. From an economic perspective, enzyme production can reduce expenses for purchasing floor cleaning fluids and pesticides (Eviati & Sulaeman, 2009). The fermentation process in making eco-enzymes lasts for 3 months. After that, the fermented liquid, which is dark brown in color and has a strong sweet and sour fermented aroma, can be used immediately.

Eco-enzyme provides various benefits, especially in the midst of the pandemic that has occurred, it can be used as a disinfectant and hand sanitizer in everyday life. In the health sector, eco-enzymes can act as medicine to heal wounds, relieve infections, and treat allergies in children. In the agricultural sector, eco-enzymes can be used as fertilizers and pesticides. From a household economics perspective, the use of eco-enzyme can save costs because it can be used as a cleaner and germ remover for various needs, such as cleaning floors, toilets, window panes, stoves, washing dishes, clothes, and even as a spa ingredient to smooth blood vessels. The Ecocommunity concept is an idea to create a society or community that cares about the environment, with the main focus on managing organic waste into eco-enzymes and using them commercially (Lutfiyyah, 2010). Muhammadiyah Pelaihari Middle School carries out eco enzyme processing activities due to the large volume of fruit waste around the school environment. The

Muhammadiyah Pelaihari Middle School environment is surrounded by various types of fruit plants, including rambutan trees, jackfruit trees, mango trees and kedondong trees. These fallen and almost rotting fruits are then mixed and fermented in brown sugar water for 3 months.



Figure 1. Sorting fruit waste to be put into brown sugar water

Source: Activity Documentation, August 2023

Eco Enzyme is made from the remaining skin of fresh fruit, not taken from those that have undergone processing and are rotten. The composition of this raw material consists of 80% fruit. It is important to note that oil-containing fruit skins and hard, dry parts cannot be used, as this can result in fermentation failure. The ratio of organic materials is 3:1:10 for glucose, water and fruit peel, with a water content of 60%, which can be filled in containers. (Marlinda et al., 2023). In the eco enzyme processing process at Muhammadiyah Pelaihari Middle School, large plastic bottles measuring 1.5 liters and 550 ml are used, filled completely with water that has been mixed with brown sugar. Students must be able to ensure that pieces of fruit can fit into the bottle and that the fruit that is cut into pieces is fruit that is not rotting. When grinding brown sugar, students do it in various ways, including some who chop it finely with a knife and some who grind it using a stone. This is done because the water and brown sugar must be sure to dissolve in the water. A total of 21 students were actively involved from the process of sorting rotten and non-rotten fruit to the eco enzyme processing process which was carried out at school.



Figure 2. Process of cutting fruit
Source: Activity documentation, August 2023

After one by one the groups mixed all the ingredients into plastic bottles, each group was required to make a presentation regarding the process of selecting fruit waste to the process of making eco enzyme, each group was also asked for their opinion about making eco enzyme related to school environmental problems. In the presentation process, each group is required to display the results of the eco enzyme by writing the group order along with the date of manufacture on each bottle containing eco enzyme liquid. This is so that students are able to count the days when eco enzyme can be used. After the presentation is finished, students return to fill out the LKPD relating to the eco enzyme processing process from start to finish. At the end of the activity, students brought bottles containing eco enzyme into the class to be arranged on the table at the front of the class



Figure 3. Group photo after finishing making eco enzyme

Source: Activity documentation, August 2023

After a period of 3 months, this new solution from Eco Enzyme can be used in everyday life and as a liquid organic fertilizer. Eco Enzyme solution can be produced for soap making needs by mixing it with Lerak. Eco Enzyme has various applications in the household, such as washing dishes, washing clothes, mopping, providing room aroma, detoxification, mouthwash, bathroom cleaning, shampoo, liquid organic fertilizer (POC), as well as cleaning waste water and air. The uses of eco enzyme solutions are very diverse, so it can be considered a multi-purpose solution that helps with household needs. The fermentation process which lasts for 3 months begins by producing alcohol in the first month, acidic vinegar in the second month, and ecoenzyme in the third month. After a period of 3 months, the ecoenzyme is filtered using gauze or a filter. The resulting residue can be reused for the production of new batches as a starter which helps speed up the process of making the next eco-enzyme by adding fresh waste. Residues can also be dried or buried in the ground as fertilizer, or used to help the decomposition process in septic tanks by crushing them and putting them in the toilet drain (Maharmi et al., 2022)

CONCLUSIONS

The use of fruit waste in the Muhammadiyah Middle School environment which can produce eco enzyme production has a great influence on students' awareness of protecting the environment around the school. The process of making eco enzyme emphasizes the active role of students. Students are directly involved in waste collection to the eco enzyme production process. Utilizing waste and producing eco enzymes in schools can be a concrete step towards environmental sustainability. This reflects the awareness of schools and students of the importance of protecting the environment. This article has an educational element, by conveying information to readers about how waste utilization and eco enzyme production can be part of environmental education in schools.

REFERENCE

- Aklis N. dan Masyrukan, 2016, Penanganan Sampah Organik Dengan Bak Sampah Komposter Di Dusun Susukan Kelurahan Susukan Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang. *Jurnal Warta*. 19(1): 74-82.
- Astra, I.K.B., Wijaya, M.A., Artanayasa, I.W., & Kardiawan, I.K.H. (2021). Pengolahan Sampah Organik Berbasis Eco Enzyme sebagai Upaya Pembentukan karakter Peduli Lingkungan Pemuda di Kabupaten Buleleng. *Proceeding Senadimas Undiksha 2021*, 2065-2073. Denpasar: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Azkha. N. 2007. Pemanfaatan Komposter Berskala Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1(2):: 97-99.
- Dewi, M.A., R. Anugrah, dan Y.A. Nurfitri. Uji Aktivitas Antibakteri Ekoenzim Terhadap *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae*. *Prosiding Seminar Nasional Farmasi (SNIFA) 2* Unjani. Hal: 60–68.
- Eviati & Sulaeman. (2009). *Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air Dan Pupuk*. Bogor : Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Hidayati. R.N., P. Qudsi dan D.R. Wicakso. 2016. Hidrolisis enzimatis Sampah Buahbuahan Menjadi Glukosa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Konversi*. 5(1): 18–21.
- Luthfiyyah, Atika dkk. Program Kreativitas Mahasiswa: Konsep Eco-Community Melalui Pengembangan Eco-Enzyme Sebagai Usaha Pengolahan Sampah Organik Secara Tuntas Pada Level Rumah Tangga. IPB.2010
- Maharmi, B., Sari, N. P., Zaiyar, Z., Setiani, Y., & Rini, S. (2022). Pelatihan Pembuatan dan Pemanfaatan Eco Enzyme dari Sampah Organik Rumah Tangga Pada Warga Binawidya. *Jurnal Abdimas ADPI Sains dan Teknologi*, 3(1), 28–32. <https://doi.org/10.47841/saintek.v3i1.119>
- Marlinda, M., Nadir, M., Faisal, F., Purwanto, M. W. D., & Putri, D. P. (2023). Education on the use of organic waste to become environmentally friendly orozeco (organic fertilizer and eco enzym). *Community Empowerment*, 8(4), 540–545. <https://doi.org/10.31603/ce.8492>
- Prasetio, V. M., Ristiawati, T., & Philiyanti, F. (2021). Manfaat Eco Enzyme pada Lingkungan Hidup serta Workshop Pembuatan Eco Enzyme. *Darmacitya : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 21-29.
- Rubin, M.B. (2001). The History of Ozone. The Schonbein Period, 1839- 1868. *Bull. Hist. Chem*. 26 (1) : 71-76



Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat Dalam Menghadapi Bencana Banjir Di Kabupaten Demak

Sriyono¹, Andi Irwan Benardi², Saptono Putro³, M. Nurropik⁴, Joshua Vincent Gerar Yametis⁵, Jaka Putra Rahmajati⁶

¹²³⁴⁵⁶ Jurusan Geografi, FIS Universitas Negeri Semarang

Info Artikel	Abstrak
Article History Juni	Indonesia yang terletak di kawasan ring of fire mengakibatkan banyaknya gunung berapi aktif. Selain itu, Indonesia yang terletak di antara dua samudra yang mengakibatkan rawan terdampak bencana hidrologi. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan model pentahelix pemerintah, pembisnis, akademisi, komunitas, media dalam mengatasi banjir di kabupaten Demak. Penelitian ini sejalan dengan rencana strategis UNNES untuk mengembangkan praktik tanggap bencana dan upaya mitigasi banjir, adaptasi dan rehabilitasi di Kabupaten Demak. Selain itu, hal ini juga sejalan dengan tujuan penanggulangan bencana nasional yang tertuang dalam rencana strategis Badan Nasional Penanggulangan Bencana, yaitu mempersiapkan dan meningkatkan peran pemerintah, pelaku usaha penanggulangan bencana, pendidikan, masyarakat, dan media secara terpadu. pengurangan bencana. , upaya adaptasi dan rehabilitasi untuk mengurangi risiko banjir di wilayah Demak. Penelitian dilakukan di Kabupaten Demak sebagai wilayah berpotensi banjir. Sampel dipilih menggunakan purposive sampling, Metode penelitian adalah mixed research: Sequential exploratory design yaitu pengumpulan data (observational exploratory) kebencanaan, etnografi, tingkat pemahaman dan kesiapsiagaan bencana dilanjutkan analisis kuantitatif untuk menyusun strategi pentahelix dalam mengatasi banjir di Kota Demak. Data diperoleh menggunakan observasi dan angketisasi berbasis online: Google Form. Konfirmasi data dilakukan dengan indepth interview. Observasi lapangan dilakukan dengan angket terbimbing untuk mengumpulkan data peran pemerintah, masyarakat, private sector dan lembaga swadaya dalam penanganan banjir. Data dianalisis berdasarkan demografi, wilayah, dan pemahaman menghadapi bencana banjir.
Kata Kunci <i>Kesiapsiagaan, Bencana banjir</i>	Abstract Indonesia, located in the Ring of Fire region, results in numerous active volcanoes. Additionally, Indonesia's position between two oceans makes it prone to hydrological disasters. Efforts that can be made include developing the pentahelix model involving the government, businesses, academics, communities, and media to address flooding in Demak Regency. This research aligns with UNNES's strategic plan to develop disaster response practices and flood mitigation, adaptation, and rehabilitation efforts in Demak Regency. Moreover, it is consistent with the national disaster management objectives outlined in the strategic plan of the National Disaster Management Agency, which aims to prepare

and enhance the role of government, business actors in disaster management, education, communities, and media in a coordinated manner for disaster reduction, adaptation efforts, and rehabilitation to reduce flood risk in the Demak area. The research was conducted in Demak Regency as a flood-prone area. Samples were selected using purposive sampling. The research method was mixed research: Sequential exploratory design, which involved collecting disaster data (observational exploratory), ethnography, levels of disaster understanding and preparedness, followed by quantitative analysis to formulate a pentahelix strategy in tackling floods in Demak City. Data were obtained using observations and online-based questionnaires via Google Forms. Data confirmation was carried out through in-depth interviews. Field observations were conducted with guided questionnaires to collect data on the roles of the government, community, private sector, and non-governmental organizations in flood management. The data were analyzed based on demographics, regions, and understanding of flood disaster preparedness.

** E-mail*

andy@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/ijc.v13i1.5406>

©2024 Published by UNNES. This is an open access

P ISSN: 2252-9195 E-ISSN: 2714-6189

PENDAHULUAN

Bencana banjir, berdasarkan informasi yang dipublikasikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) sejak tahun 2000–2019, menempati peringkat tertinggi dalam jumlah kejadian bencana di Indonesia. Data tersebut mencakup banjir yang disebabkan oleh faktor manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung.(BNPB.,2019). Jawa Tengah menjadi provinsi yang paling sering terkena bencana alam, tercatat dengan total 932 kejadian. Kabupaten Demak, bagian dari Jawa Tengah, seringkali menjadi korban bencana banjir. Pada periode tahun 2019–2022, sebanyak 48 kejadian banjir tercatat di Kabupaten Demak. Pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia menjadi faktor utama penyebab kerusakan lingkungan dan munculnya bencana.(Suharini, E.,*et al.*,2016). Contoh konkret terjadi pada tahun 2024 di Kecamatan Dempet, Kabupaten Demak, dimana terjadi banjir karena tanggul sungai Wulan jebol, menyebabkan korban jiwa dan kerugian ekonomi yang signifikan. Selain itu, wilayah utara Kabupaten Demak memiliki potensi banjir yang terjadi secara berulang.(Wahyuningtyas, A., *et al.*, 2017).

Risiko bencana alam dapat meningkatkan permasalahan sosial dan ekonomi serta jumlah korban jiwa. Berdasarkan temuan tersebut, pengetahuan dan keterampilan masyarakat khususnya pelajar dan masyarakat umum masih belum mampu dalam merespon bencana alam. Namun peran serta seluruh lapisan masyarakat sangat penting untuk meningkatkan ketahanan terhadap bencana dan mengurangi risiko yang ditimbulkannya. (Hayati 2019) Bencana alam dapat mengakibatkan (a) perubahan dalam pola kehidupan yang biasa, (b) kerugian materi, harta benda, dan nyawa manusia, (c) merusak struktur sosial masyarakat, dan (d) meningkatkan kebutuhan individu atau kelompok. Dengan mengelola sumber daya yang ada dan memperkuat cara serta kekuatan masyarakat, dapat dilakukan langkah-langkah mitigasi, adaptasi, dan rehabilitasi dalam menghadapi bencana banjir. Semakin tinggi tingkat ancaman, kerentanan dan kerentanan maka semakin besar pula risiko terjadinya bencana. Sebaliknya, semakin kuat dayanya, maka semakin rendah pula risiko bencana. (Trimasukmana 2019)

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Kabupaten Demak, khususnya di daerah dataran dan bantaran sungai.Kabupaten Demak merupakan daerah rawan banjir yang salah satunya dipengaruhi oleh

wilayah Sungai Jratunseluna. Keberadaan DAS (Daerah Aliran Sungai) menjadi salah satu faktor terjadinya banjir karena kurangnya kapasitas sungai untuk menampung debit air sungai. Bencana banjir dapat menimbulkan dampak negatif yang luas, seperti kerugian materi, korban jiwa, penyakit, kerusakan lingkungan, dan trauma. Kesiapsiagaan Masyarakat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam penanganan banjir karena masyarakatlah yang pertama kali menghadapi dan terkena dampaknya. Kesiapsiagaan masyarakat meliputi berbagai aspek, seperti pengetahuan, sikap, perilaku, keterampilan, dan kesiapan sarana dan prasarana untuk mengurangi risiko, meningkatkan kewaspadaan, dan menangani bencana banjir. (Suharini, E.,*et al.*, 2017).

Mempersiapkan masyarakat menghadapi bencana mempunyai peran penting karena dapat memengaruhi tindakan yang diambil ketika bencana terjadi. Kesiapsiagaan ini sangat terkait dengan pemahaman mengenai jenis bencana yang mungkin terjadi. Pengetahuan dan sikap merupakan indikator utama untuk menilai kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Pengetahuan tentang bencana menjadi motivasi utama bagi seseorang untuk melakukan langkah-langkah perlindungan atau persiapan yang diperlukan. (Ananto Aji 2016).Studi tentang kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi banjir bertujuan untuk mengevaluasi, menganalisis, dan meningkatkan tingkat kesiapsiagaan mereka, serta memberikan rekomendasi untuk peningkatan lebih lanjut. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah mengembangkan manajemen pembelajaran bencana dengan melibatkan partisipasi masyarakat dan menggunakan pendekatan ilmiah (*citizen science*). (Setiawan2014) Pendidikan tentang bencana merupakan cara untuk mengajarkan konsep-konsep yang terkait dengan bencana agar masyarakat memiliki pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan kesadaran untuk bertindak dan beradaptasi dengan baik di daerah yang rentan terhadap bencana. Melalui pendidikan tentang bencana, masyarakat diajak untuk berpikir secara logis, kritis, dan ilmiah dalam menghadapi bencana. Pengelolaan informasi terkait mitigasi dan adaptasi juga memerlukan kemampuan untuk berpikir secara responsif dan menganalisis masalah secara kritis dan logis.(Collins, R., 2014).

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan manajemen pembelajaran kebencanaan adalah sistem yang belum terintegrasi terutama dalam upaya mitigasi dan

atau beradaptasi. Pembelajaran kebencanaan saat ini, masih terfokus pada permasalahan pasca bencana dan tidak mempersiapkan datangnya bencana. (Fakhri 2017)

Penelitian ini sejalan dengan agenda strategis Badan Nasional Penanggulangan Bencana yang bertujuan untuk mempersiapkan dan menggalakkan partisipasi masyarakat dalam upaya mengatasi, menyesuaikan diri, dan memulihkan diri dari bencana secara terpadu, dengan tujuan mengurangi risiko bencana sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan regulasi terkait. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan guna memperkuat peran pentahelix melalui manajemen bencana yang terintegrasi dan berfokus pada kesiapsiagaan di tingkat masyarakat. (UU No 24 Tahun 2007)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Dempet Kabupaten Demak yang merupakan daerah yang terdampak bencana banjir.

Subjek yang terlibat dalam studi ini mencakup warga yang tinggal di Kecamatan Dempet, Kabupaten Demak, tempat di mana penelitian dilakukan, serta pihak-pihak yang memiliki kepentingan terkait. Penentuan sampel dilakukan secara sengaja dengan menggunakan metode purposive sampling. Ukuran sampel yang diperlukan dalam penelitian dihitung menggunakan rumus Slovin, dan jumlahnya diperluas dengan menerapkan metode snowball sampling sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan hingga data yang diperoleh sudah mencukupi.

Metode penelitian adalah *mixed research: Sequential exploratory design* yaitu pengumpulan data (*observational exploratory*) kebencanaan, etnografi, tingkat pemahaman dan kesiapsiagaan bencana berbasis demografi serta data kognisi dilanjutkan analisis kuantitatif untuk menyusun strategi manajemen pendidikan kebencanaan terintegrasi. Data diperoleh menggunakan observasi, angketisasi. Konfirmasi data dilakukan dengan *indepth interview* kepada responden dengan metode *purposive sampling* (kriteria pemilihan berdasarkan range data atas, tengah dan bawah). Observasi lapangan dilakukan dengan angket terbimbing untuk mengumpulkan data peran pemerintah, masyarakat, private sector dan lembaga swadaya dalam penanganan banjir.

Survei online menggunakan platform Google Form digunakan, dengan pertanyaan

tertutup yang mengikuti skala Guttman, di mana setiap pertanyaan memiliki pilihan jawaban ya atau tidak serta pernyataan yang jelas. Penggunaan teknologi GPS dan aplikasi GIS untuk pemetaan lokasi membantu dalam memahami penyebaran banjir dan kondisi sosial di daerah terdampak bencana.

Analisis data dilakukan berdasarkan karakteristik demografis responden, lokasi geografis, dan tingkat pemahaman tentang banjir. Semua data yang dikumpulkan kemudian diolah, tabulasikan, dan disaring. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan metode taxonomy dan componential analysis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengkajian risiko untuk memperoleh daftar risiko bencana, mengacu pada sistem pembobotan dan penilaian sebagaimana diatur dalam Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Penilaian Kehidupan Risiko Bencana dan petunjuk acuan lainnya di Kementerian. lembaga di tingkat nasional. pemberitahuan. Berdasarkan analisis risiko tersebut diperoleh indeks risiko dan peta risiko untuk seluruh potensi bencana di Kabupaten Demak. Untuk mengetahui wilayah terdampak bencana, data daerah menggunakan data Kementerian Dalam Negeri tahun 2019, sesuai dengan rekomendasi BNPB untuk analisis kelompok kajian risiko bencana seluruh daerah.

Analisis daftar risiko mencakup seluruh potensi bencana di Kabupaten Demak. Setiap bencana dievaluasi berdasarkan parameter yang berbeda. Penentuan parameter tersebut mengacu pada pedoman umum pengkajian risiko bencana dan standar acuan lainnya di kementerian/lembaga terkait lainnya di daerah dan negara. Semua tindakan tersebut dapat menentukan tingkat risiko yang mungkin ada di suatu wilayah rawan bencana. Rangkuman hasil kajian risiko masing-masing bencana di Kabupaten Demak dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Jenis Bencana	Bahaya	
		Luas (ha)	Kelas
1.	Banjir	92.656,92	Tinggi
2.	Cuaca Ekstrem	91.147,79	Tinggi
3.	Gelombang Ekstrem Dan Abrasi	1.026,9	Tinggi
4.	Gempabumi	99.532	Tinggi

5.	Kebakaran Hutan Dan Lahan	5.763,60	Sedang
6.	Kekeringan	99.532	Tinggi
7.	Tanah Longsor	1.207,17	Sedang

Sumber: Analisis Tahun 2024

Hasil Tabel di atas menunjukkan kelas risiko masing-masing bencana di Kabupaten Demak.

Hasil penilaian Kabupaten Demak diperoleh berdasarkan penjumlahan hasil tingkat daerah, hasil penilaian indeks dan kelas risiko setiap bencana hingga tingkat daerah. Berdasarkan perhitungan masing-masing parameter di atas diperoleh risiko banjir yang tinggi di Kabupaten Demak. Rasio risiko dapat menentukan nilai indeks pada kelas risiko. Berikut risiko banjir besar di Kabupaten Demak, sebagai berikut:

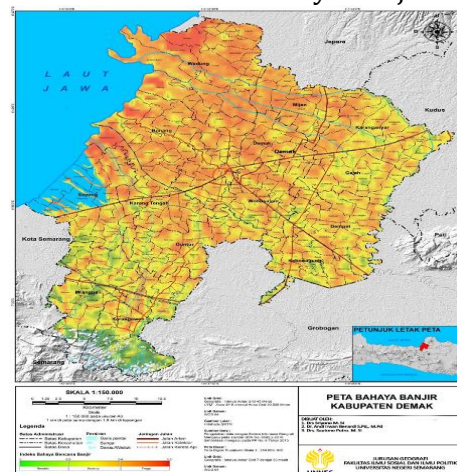
Tabel Potensi Luas Bahaya Banjir Kabupaten Demak

Kecamatan	Luas Bahaya (ha)			Total Luas	Kelas
	Rendah	Sedang	Tinggi		
Bonang	176,66	2.607,01	5.922,34	8.706,01	Tinggi
Demak	-	2.129,14	4.175,86	6.305	Tinggi
Dempet	42,36	4.024,03	2.327,61	6.394	Sedang
Gajah	26,00	3.343,21	2.003,79	5.373	Sedang
Guntur	62,50	3.989,64	2.375,86	6.428	Sedang
Karangtengah	107,80	2.154,12	3.382,08	5.644	Tinggi
Karanganyar	31,87	4.310,78	2.644,34	6.986,99	Sedang
Karangawen	320,97	3329,08	1752,14	5402,18	Tinggi
Kebonangung	52,49	2.836,53	1.556,97	4.445,99	Sedang
Mijen	-	1.254,49	4.245,51	5.500	Tinggi
Mranggen	1.126,60	5.490,42	1.141,98	7.759	Sedang
Sayung	78,52	2593,49	1820,73	4492,74	Tinggi
Wedung	2,99	1.491,96	11.447,06	12.942,01	Tinggi
Wonosalam	48,36	3.222,75	3.007,89	6.278	Sedang
Kabupaten Demak	2.077,12	4.2776,65	4.7804,16	92.656,92	Tinggi

Sumber: Hasil Analisis Tahun 2023

Risiko banjir terjadi di daerah yang datarannya datar dan banyak dilalui sungai besar. Meringkas studi risiko berdasarkan sub-wilayah menentukan total risiko banjir di Kabupaten Demak. Berdasarkan tabel di atas, kita dapat melihat sejauh mana risiko di bidang analisis regional. Besarnya risiko mempengaruhi letak wilayah rawan yang terlihat dari penelitian terutama topografi dan sungai. Risiko banjir terjadi di daerah yang datarannya datar dan banyak dilalui sungai besar. Meringkas studi risiko berdasarkan sub-wilayah menentukan total risiko banjir di Kabupaten Demak. Secara umum, risiko banjir di Kabupaten Demak termasuk tinggi dengan luas wilayah **92.656,92 ha**, termasuk dalam **kategori tinggi**.

Gambar 1. Peta Bahaya Banjir



Kapasitas lokal dalam melaksanakan manajemen bencana merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan pengurangan risiko bencana. Seharusnya kewenangan penanggulangan bencana daerah mengacu pada sistem penanggulangan bencana nasional pada Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan

bencana. Dalam melakukan penilaian kapasitas bencana lokal, Kabupaten Demak menggunakan prinsip dan pedoman Badan Nasional Penanggulangan Bencana yang ditetapkan oleh Direktur Jenderal BNPB (Perka BNPB) Nomor 3 Tahun 2012 tentang Pedoman Penilaian Kapasitas Penanggulangan Bencana. Selain itu juga menggunakan metode yang diperoleh dari sumber resmi dan instansi pemerintah serta

kajian ilmiah yang dimuat dalam jurnal terkait pengambilan keputusan dan analisis kapasitas bencana daerah. Hasil analisis kapasitas penanggulangan bencana daerah disajikan dalam matriks yang dibagi menjadi 3 kelas, yaitu daerah berkapasitas rendah, sedang, dan tinggi.(Arikunto 2010)

Tabel Hasil Kajian Kapasitas Daerah di Kabupaten Demak

No.	Prioritas	Indeks Prioritas	Indeks Kapasitas Daerah	Tingkat Kapasitas Daerah
1.	Perkuatan Kebijakan Dan Kelembagaan	0,73	0,61	Sedang
2.	Pengkajian Risiko Dan Perencanaan Terpadu	0,47		
3.	Pengembangan Sistem Informasi, Diklat Dan Logistik	0,68		
4.	Penanganan Tematik Kawasan Rawan Bencana	0,58		
5.	Peningkatan Efektivitas Pencegahan Dan Mitigasi Bencana	0,76		
6.	Perkuatan Kesiapsiagaan Dan Penanganan Darurat Bencana	0,53		
7.	Pengembangan Sistem Pemulihan Bencana	0,55		

Sumber : Analisis Data 2024

Berdasarkan pengukuran indeks kapasitas lokal di Kabupaten Demak diperoleh nilai indeks sebesar 0,61. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan manajemen Demak berada pada tingkat rata-rata. Nilai indeks tersebut diperoleh dari masukan-masukan yang diperlukan yang meliputi penguatan hukum dan kelembagaan, analisis risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem informasi, pelatihan dan persenjataan, pengelolaan wilayah yang terkena bencana, peningkatan efektivitas. pencegahan dan mitigasi bencana, bencana. promosi. Kesiapsiagaan dan manajemen darurat, dan pengembangan sistem pemulihan bencana. Nilai indeks tersebut diperoleh dari masukan-masukan yang diperlukan yang meliputi penguatan hukum dan kelembagaan, analisis risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem informasi, pelatihan dan persenjataan, pengelolaan wilayah yang terkena bencana, peningkatan efektivitas. pencegahan dan mitigasi bencana, bencana. promosi. Kesiapsiagaan dan manajemen darurat, pengembangan sistem pemulihan bencana.

Tabel Kapasitas Kabupaten Demak

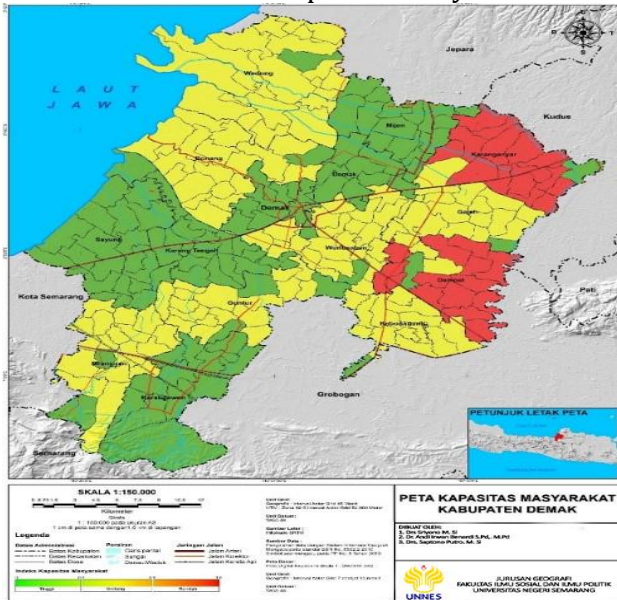
No	Kecamatan	Kapasitas
1.	Mranggen	Tinggi
2.	Karangawen	Tinggi
3.	Guntur	Sedang
4.	Sayung	Tinggi
5.	Karangtengah	Tinggi
6.	Bonang	Sedang
7.	Demak	Tinggi
8.	Wonosalam	Sedang
9.	Dempet	Rendah
10.	Kebonagung	Sedang
11.	Gajah	Sedang
12.	Karanganyar	Rendah
13.	Mijen	Tinggi
14.	Wedung	Sedang

Sumber: Analisis Data 2024

Berdasarkan tabel Indeks Kekuatan Masyarakat Kabupaten Demak menunjukkan rata-rata kekuatan Kabupaten Demak mempunyai kekuatan kelas menengah. Terdapat 5 kabupaten

yang standar kapasitasnya tinggi yaitu kabupaten Karangawen, Sayung, Karangtengah, Demak dan Mijen. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya tampung kelas adalah banyaknya Destana (desa tahan bencana) yang ada di kecamatan tersebut.

Gambar 2. Peta Kapasitas Masyarakat



PENUTUP

Secara umum risiko banjir di Kabupaten Demak termasuk tinggi dengan luas wilayah 92.656,92 ha termasuk dalam kelas tinggi. Berdasarkan pengukuran indeks kapasitas lokal di Kabupaten Demak diperoleh nilai indeks sebesar 0,61. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan manajemen Demak berada pada tingkat rata-rata. Nilai indeks tersebut diperoleh dari masukan-masukan yang diperlukan yang meliputi penguatan hukum dan kelembagaan, analisis risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem informasi, pelatihan dan persenjataan, pengelolaan wilayah yang terkena bencana, peningkatan efektivitas. pencegahan dan mitigasi bencana, bencana. promosi. Kesiapsiagaan dan manajemen darurat, dan pengembangan sistem pemulihan bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A. (2016). Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Banjir bandang di kecamatan welahan kabupaten jepara. *Indonesian Journal of Conservation*, 4(1).
- Annisa, A., & Setyowati, D. L. 2019. Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor di Desa Tempur Kecamatan Keling Kabupaten Jepara Tahun 2018. *Edu Geography*, 7(1), 83-94.
- Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bayuaji, D. G., Nugraha, A. L., & Sukmono, A. (2016). Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Banjarnegara). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 326-335.
- BPBD Provinsi Jawa Tengah. (2019). *Rencana Penanggulangan Bencana (RPB) Provinsi Jawa Tengah 2019 – 2023*. Kota Kabupaten Demak : BPBD Jawa Tengah.
- Collins, R. (2014). *Skills for the 21st Century: teaching higher-order thinking*. *Curriculum & Leadership Journal*, 12(14).
- Faizana, F., Nugraha, A. L., & Yuwono, B. D. (2015). Pemetaan risiko bencana tanah longsor Kota Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 223-234.
- Fakhri, H. (2017). ANALISIS KESIAPSIAGAAN DAN TINGKAT KETAHANAN DAERAH DALAM UPAYA PENGURANGAN RISIKO BENCANA DI KECAMATAN JAYA BARU KOTA BANDA ACEH. *Jurnal Ilmu Kebencanaan: Program Pascasarjana Unsyiah*, 4(3).
- Hayati, R., Benardi, A. I., & Zulfa, A. (2019). Penilaian Pengurangan Risiko Bencana BanjirGunung Merapi Berdasarkan Aspek Kesiapsiagaan Masyarakat di Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 16(2), 105-110.
- Inayati, D., E. Suharini, and S. Sriyono. (2017). *TINGKAT PARTISPASI PENDUDUK DALAM UPAYA PELESTARIAN TANAMAN MANGROVE DIDESA PECAKARAN KABUPATEN PEKALONGAN*. *Edu Geography*, . 5(1): p. 18-24
- Kementerian ESDM Republik Indonesia. (2020). Gunungapi Indonesia: Latar Belakang, Sejarah, Pemantauan Dan Tantangan Ke Depan. Disampaikan dalam *Rakornas BNPB*. Pada Tanggal 3 - 4 Februari 2020.
- Peraturan Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana
- Peraturan Menteri Dalam Negeri No.33 Tahun 2006 tentang Pedoman Umum Mitigasi Bencana
- Prihananto, F. G., & Muta'ali, L. (2013). Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Komunitas (Prbbk) di Desa Wonolelo Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(4).

- Setiawan, H. (2014). Analisis Tingkat Kesiapsiagaan Dan Strategi Coping Masyarakat Lokal Dalam Menghadapi Bencana Longsor-Studi Kasus Di Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1), 29120.
- Suharini, E., F. Hanafi, and W.A.B.N. Sidiq. (2016). *Study of Population Growth and Land Use Change Impact of Intrusion at Pekalongan City*. In *1st International Conference on Geography and Education (ICGE 2016)*. Atlantis Press.
- Suharini, E., D.L. S, and E.K.D.L.S. Edi. (2015). *Pembelajaran Kebencanaan Bagi Masyarakat Di Daerah Rawan Bencana Banjir DAS Beringin Kabupaten Demak*. In *Forum Ilmu Sosial*.
- Trimasukmana, D. J. (2019). UPAYA RESTRUKTURISASI KAWASAN HUTAN GUNUNG LIO KABUPATEN BREBES PASCA BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS KEARIFAN LOKAL MELALUI COMMUNITY DEVELOPMENT. *Indonesian Journal of Conservation*, 7(1).
- Wahyuningtyas, A., et al.,. (2017). *Pengendalian Banjir Sungai Bringin Semarang*. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3): p. 161-171
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana