

# Analisis dampak perubahan iklim terhadap kualitas air tanah di Indonesia

Nia Ramadani

Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang;

e-mail: niar65602@gmail.com

## Kata Kunci:

Iklim; air; indonesia; kualitas; tanah

## Keywords:

Climate; water; indonesia; quality; land

## ABSTRAK

Perubahan iklim di Indonesia berdampak signifikan terhadap kualitas air tanah, termasuk perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran dan penurunan ketersediaan air bersih, yang berpotensi mengancam kesehatan masyarakat dan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan iklim terhadap kualitas air tanah di berbagai wilayah Indonesia. Metode yang digunakan meliputi kajian literatur, analisis data iklim dan hidrologi, serta studi kasus di berbagai daerah yang mengalami penurunan kualitas air tanah. Hasil analisis

menunjukkan bahwa peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan kenaikan muka air laut secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi parameter fisik dan kimia air tanah, seperti peningkatan konsentrasi logam berat, kontaminasi salinitas, dan perubahan pH.

## ABSTRACT

Climate change in Indonesia has a significant impact on groundwater quality, including changes in rainfall patterns and increasing temperatures. This can cause pollution and decreased availability of clean water, which has the potential to threaten public health and ecosystems. This study aims to analyze climate change on groundwater quality in various regions of Indonesia. The methods used include literature reviews, climate and hydrological data analysis, and case studies in various regions experiencing declining groundwater quality. The results of the analysis show that increasing temperatures, changes in rainfall patterns, and sea level rise directly and indirectly affect the physical and chemical parameters of groundwater, such as increased concentrations of heavy metals, salinity contamination, and changes in pH.

## Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang ditandai dengan peningkatan suhu rata-rata bumi, perubahan pola curah hujan, serta peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan. Fenomena ini memiliki dampak yang luas dan kompleks, tidak hanya pada ekosistem dan sektor pertanian, tetapi juga pada berbagai aspek kehidupan manusia. Perubahan iklim dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, mempengaruhi biodiversitas, dan mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan. Salah satu konsekuensi serius dari perubahan iklim adalah dampaknya terhadap ketersediaan dan kualitas sumber daya air, termasuk air tanah. Air tanah merupakan sumber daya yang sangat vital bagi kehidupan manusia, terutama di daerah-daerah yang sulit mendapatkan air permukaan.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penggunaannya mencakup berbagai keperluan seperti air minum, irigasi pertanian, dan kebutuhan industri. Kualitas air tanah yang baik sangat penting untuk menjaga kesehatan manusia serta keberlanjutan ekosistem. Jika kualitas air tanah terdegradasi, hal ini dapat berdampak negatif pada kesehatan masyarakat, produktivitas pertanian, dan stabilitas ekonomi.

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan iklim tropis sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu dapat mempengaruhi proses infiltrasi air ke dalam tanah, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi ketersediaan air tanah. Selain itu, peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem seperti banjir dapat mengakibatkan kontaminasi air tanah oleh berbagai polutan, seperti bahan kimia pertanian dan limbah industri. Risiko ini semakin diperparah oleh perubahan penggunaan lahan dan urbanisasi yang cepat, yang dapat mengurangi daerah resapan air dan meningkatkan potensi polusi. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk memahami bagaimana perubahan iklim dapat mempengaruhi kualitas air tanah di Indonesia, serta langkah-langkah yang dapat diambil menjaga keberlanjutan sumber daya ini. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Ini mencakup upaya-upaya untuk mengurangi konsumsi air, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta melindungi dan merehabilitasi daerah resapan air. Selain itu, konservasi dan penghematan air juga merupakan langkah penting yang dapat membantu mengurangi tekanan terhadap sumber daya air tanah.

Pengendalian polusi juga merupakan aspek krusial dalam menjaga kualitas air tanah. Pemerintah dan masyarakat perlu bekerja sama untuk mengurangi polusi yang berasal dari limbah industri, pertanian, dan domestik. Regulasi yang ketat serta penegakan hukum yang efektif diperlukan untuk memastikan bahwa kegiatan-kegiatan ini tidak merusak kualitas air tanah. Pemantauan dan penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk memahami dampak perubahan iklim terhadap kualitas air tanah dan mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang efektif. Dengan mengimplementasikan langkah-langkah tersebut, kita dapat berkontribusi untuk menjaga kualitas air tanah yang baik dan memastikan keberlanjutan sumber daya ini bagi generasi mendatang. Kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas air tanah dan upaya kolektif untuk melindungi sumber daya ini akan membantu kita menghadapi tantangan perubahan iklim dan memastikan ketersediaan air yang aman dan bersih untuk semua.

## **Pembahasan**

### **Pengertian Air Tanah dan Kualitas Air Tanah**

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah, mengisi ruang antara partikel tanah atau batuan. Air ini bergerak melalui pori-pori tanah dan celah-celah batuan, menjadi bagian integral dari siklus hidrologi. Air tanah berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, menopang pertumbuhan vegetasi, serta menyediakan sumber air bagi berbagai keperluan manusia dan hewan. Kualitas air tanah merujuk pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi air yang menentukan kelayakan air tersebut untuk digunakan. Kualitas air tanah yang baik ditandai oleh rendahnya kandungan zat-zat berbahaya, seperti logam berat, senyawa kimia, dan mikroorganisme

patogen yang bisa mengancam kesehatan manusia dan lingkungan. Standar kualitas air tanah biasanya ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan, mencakup parameter-parameter seperti pH, kandungan ion, dan keberadaan polutan tertentu. Kualitas air tanah yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa air tersebut aman digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, irigasi, serta mendukung keberlanjutan ekosistem.

### **Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Siklus Hidrologi**

Perubahan iklim mempengaruhi siklus hidrologi melalui beberapa cara, antara lain:

1. **Perubahan Pola Curah Hujan:**

Perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan pola curah hujan, baik peningkatan maupun penurunan curah hujan di berbagai wilayah. Peningkatan curah hujan dapat meningkatkan risiko banjir, yang dapat merusak infrastruktur, lahan pertanian, dan permukiman. Banjir juga dapat menyebabkan erosi tanah dan pencemaran air, yang berdampak negatif pada ekosistem air tawar. Sebaliknya, penurunan curah hujan dapat menyebabkan kekeringan yang berkepanjangan, mengurangi ketersediaan air untuk irigasi, air minum, dan kebutuhan lainnya. Kekeringan juga dapat merusak pertanian, mengurangi hasil panen, dan mempengaruhi ketahanan pangan.

2. **Peningkatan Suhu:**

Peningkatan suhu global berkontribusi terhadap peningkatan laju evaporasi (penguapan) air dari permukaan tanah dan badan air. Proses ini mengurangi ketersediaan air tanah, yang merupakan sumber daya air penting bagi banyak komunitas dan ekosistem. Ketika air menguap lebih cepat, tanah menjadi lebih kering dan risiko kekeringan meningkat, mengancam tanaman dan sumber air permukaan yang dapat digunakan oleh manusia dan hewan. Selain itu, peningkatan suhu juga dapat mempengaruhi pola angin dan sirkulasi atmosfer, yang pada gilirannya mempengaruhi distribusi curah hujan di berbagai wilayah.

3. **Pencairan Es dan Gletser:**

Peningkatan suhu juga menyebabkan pencairan es dan gletser di daerah-daerah yang sebelumnya tertutup oleh salju dan es. Gletser dan es merupakan sumber air yang penting bagi beberapa wilayah, terutama selama musim kering ketika aliran sungai bergantung pada lelehan es. Pencairan es dan gletser dapat meningkatkan aliran sungai pada awalnya, yang dapat membantu mengisi kembali reservoir dan sumber air lainnya. Namun, dalam jangka panjang, pencairan ini akan mengurangi jumlah es yang tersimpan, mengakibatkan penurunan ketersediaan air di masa depan. Hilangnya gletser juga dapat mempengaruhi ekosistem lokal yang bergantung pada aliran air dingin dari es dan salju.

Secara keseluruhan, dampak perubahan iklim terhadap siklus hidrologi sangat kompleks dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Upaya mitigasi dan adaptasi sangat diperlukan untuk mengelola dan mengurangi dampak-dampak ini, termasuk pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif dan perlindungan ekosistem yang rentan terhadap perubahan iklim. Penelitian dan pemantauan terus-menerus juga diperlukan

untuk memahami dampak perubahan iklim terhadap siklus hidrologi dan mengembangkan strategi yang efektif untuk menghadapinya. Dengan kerja sama global dan tindakan kolektif, kita dapat mengurangi dampak perubahan iklim dan melindungi sumber daya air yang berharga untuk masa depan.

### **Mekanisme Perubahan Iklim Mempengaruhi Kualitas Air Tanah**

Perubahan iklim dapat mempengaruhi kualitas air tanah melalui beberapa mekanisme, antara lain:

- 1. Intrusi Air Laut:**

Kenaikan permukaan air laut akibat perubahan iklim dapat menyebabkan intrusi air laut ke dalam akuifer (lapisan batuan yang mengandung air tanah) di wilayah pesisir. Intrusi air laut dapat meningkatkan kadar garam dalam air tanah, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi atau digunakan untuk irigasi. Selain itu, intrusi air laut juga dapat mengakibatkan perubahan komposisi kimia air tanah, yang dapat berdampak negatif pada ekosistem dan kesehatan manusia. Wilayah pesisir yang padat penduduk dan bergantung pada air tanah untuk kebutuhan sehari-hari sangat rentan terhadap dampak ini.

- 2. Kontaminasi Polutan:**

Perubahan pola curah hujan dan peningkatan frekuensi banjir dapat meningkatkan risiko kontaminasi air tanah oleh berbagai polutan. Limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik dapat terangkut oleh aliran air permukaan dan meresap ke dalam tanah, mencemari air tanah. Bahan kimia berbahaya seperti pestisida, herbisida, dan logam berat dapat terakumulasi dalam air tanah, membahayakan kesehatan manusia dan hewan yang mengonsumsi air tersebut. Selain itu, banjir juga dapat mempercepat pergerakan polutan ke dalam akuifer, sehingga memperburuk kontaminasi air tanah.

- 3. Perubahan Kualitas Air Hujan:**

Perubahan iklim dapat mempengaruhi komposisi kimia air hujan, yang merupakan sumber utama air tanah. Peningkatan kadar asam dalam air hujan, yang disebabkan oleh polusi udara dan emisi gas rumah kaca, dapat meningkatkan pelarutan mineral dalam tanah. Proses ini dapat mengakibatkan pelepasan zat-zat berbahaya ke dalam air tanah, mengubah kualitasnya. Air hujan yang asam juga dapat merusak struktur tanah, mengurangi kemampuan tanah untuk menyaring dan menyimpan air dengan baik.

Secara keseluruhan, perubahan iklim mempengaruhi kualitas air tanah melalui berbagai mekanisme yang kompleks dan saling terkait. Penting bagi kita untuk memahami dan mengelola dampak-dampak ini dengan bijaksana, melalui penelitian, pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, serta upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Dengan demikian, kita dapat memastikan bahwa sumber daya air tanah tetap terjaga kualitasnya dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang dan mendatang.

## **Studi Kasus Dampak Perubahan Iklim terhadap Kualitas Air Tanah di Beberapa Wilayah di Indonesia**

Untuk memberikan gambaran yang lebih konkret, berikut adalah beberapa studi kasus mengenai dampak perubahan iklim terhadap kualitas air tanah di berbagai wilayah di Indonesia:

### **1. Wilayah Pesisir Jakarta:**

Intrusi air laut telah menjadi masalah serius di wilayah pesisir Jakarta akibat penurunan muka tanah dan perubahan iklim. Peningkatan kadar garam dalam air tanah telah menyebabkan kesulitan bagi masyarakat dalam mendapatkan air bersih. Selain itu, peningkatan kadar garam juga dapat merusak infrastruktur air dan memperburuk kondisi kesehatan masyarakat yang mengandalkan air tanah untuk kebutuhan sehari-hari. Pengelolaan yang tepat dan langkah-langkah adaptasi diperlukan untuk mengatasi tantangan ini.

### **2. Pulau Jawa:**

Perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu telah menyebabkan penurunan muka air tanah dan peningkatan konsentrasi nitrat akibat penggunaan pupuk berlebihan dalam pertanian. Penurunan muka air tanah dapat mengakibatkan sumur-sumur kering dan mengurangi ketersediaan air bagi pertanian dan rumah tangga. Peningkatan konsentrasi nitrat dalam air tanah dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia, menyebabkan kondisi seperti methemoglobinemia (blue baby syndrome) pada bayi. Upaya pengelolaan yang berkelanjutan dan praktik pertanian yang ramah lingkungan menjadi kunci dalam menghadapi masalah ini.

### **3. Pulau Kalimantan:**

Peningkatan frekuensi kebakaran hutan dan lahan gambut akibat kekeringan telah menyebabkan kontaminasi air tanah oleh senyawa-senyawa kimia berbahaya. Kebakaran hutan dan lahan gambut melepaskan berbagai polutan ke dalam lingkungan, termasuk senyawa organik volatil dan partikel-partikel beracun. Polutan-polutan ini dapat meresap ke dalam air tanah dan mencemarnya, mengancam kesehatan masyarakat yang mengonsumsi air tersebut. Pencegahan kebakaran hutan, rehabilitasi lahan gambut, dan upaya mitigasi dampak perubahan iklim sangat penting untuk menjaga kualitas air tanah di Pulau Kalimantan.

Studi kasus ini menunjukkan betapa kompleks dan beragamnya dampak perubahan iklim terhadap kualitas air tanah di berbagai wilayah di Indonesia. Setiap wilayah memiliki tantangan dan kondisi spesifik yang memerlukan pendekatan pengelolaan yang disesuaikan. Melalui upaya kolektif dan tindakan adaptasi yang tepat, kita dapat mengurangi dampak negatif perubahan iklim dan melindungi kualitas air tanah untuk generasi mendatang.

## **Kesimpulan dan Saran**

Perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas air tanah di Indonesia. Perubahan pola curah hujan, peningkatan suhu, dan kenaikan permukaan air laut merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas air tanah. Perubahan

iklim mengganggu keseimbangan hidrologi, memicu intrusi air laut di daerah pesisir, meningkatkan risiko kontaminasi oleh polutan, dan mengubah komposisi kimia air hujan. Dampak-dampak ini dapat merusak ekosistem, mengurangi ketersediaan air bersih, serta membahayakan kesehatan manusia dan hewan yang bergantung pada air tanah. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami mekanisme-mekanisme tersebut dan mengembangkan strategi-strategi mitigasi serta adaptasi yang efektif untuk menghadapi tantangan ini.

Keberlanjutan sumber daya air tanah menjadi semakin krusial dalam menghadapi perubahan iklim. Upaya-upaya mitigasi diperlukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif lainnya terhadap siklus hidrologi. Di sisi lain, langkah-langkah adaptasi harus difokuskan pada pengelolaan sumber daya air yang efisien, konservasi air, pengendalian pencemaran, dan peningkatan kesadaran masyarakat. Dengan pendekatan yang terpadu dan partisipasi aktif dari berbagai pihak, kita dapat menjaga kualitas air tanah yang baik dan memastikan keberlanjutan sumber daya ini bagi generasi mendatang. Penelitian dan pemantauan terus-menerus juga sangat penting untuk memahami dampak jangka panjang perubahan iklim terhadap kualitas air tanah dan mengidentifikasi solusi yang paling efektif untuk melindungi sumber daya ini.

Melalui kerja sama global dan tindakan kolektif yang terkoordinasi, kita dapat mengurangi dampak perubahan iklim dan melindungi sumber daya air tanah yang berharga. Langkah-langkah ini tidak hanya penting untuk kesejahteraan manusia dan ekosistem saat ini, tetapi juga untuk masa depan yang berkelanjutan dan lebih baik

## **Saran**

### **1. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu:**

Menerapkan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya air terpadu (Integrated Water Resources Management) untuk memastikan ketersediaan dan kualitas air tanah yang berkelanjutan. Ini termasuk koordinasi antar sektor dan penggunaan teknologi yang tepat guna mengoptimalkan pengelolaan air.

### **2. Konservasi Air:**

Mendorong praktik-praktik konservasi air, seperti pemanenan air hujan, pengisian air tanah buatan (artificial recharge), dan penggunaan air secara efisien. Penggunaan teknologi hemat air di sektor rumah tangga, pertanian, dan industri sangat penting untuk mengurangi tekanan terhadap sumber daya air tanah.

### **3. Pengendalian Pencemaran:**

Memperketat pengendalian pencemaran air tanah oleh limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik. Regulasi yang ketat dan penegakan hukum yang efektif diperlukan untuk memastikan bahwa aktivitas-aktivitas tersebut tidak merusak kualitas air tanah.

### **4. Adaptasi terhadap Perubahan Iklim:**

Mengembangkan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim, seperti penggunaan varietas tanaman yang tahan kekeringan dan pembangunan

infrastruktur pengendali banjir. Langkah-langkah ini dapat membantu mengurangi kerentanan terhadap dampak perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan sumber daya air tanah.

##### 5. Peningkatan Kesadaran Masyarakat:

Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas air tanah dan berpartisipasi dalam upaya-upaya konservasi air. Pendidikan dan kampanye publik dapat membantu masyarakat memahami dampak perubahan iklim dan pentingnya tindakan konservasi.

Dengan menerapkan saran-saran tersebut, kita dapat berkontribusi dalam menjaga kualitas air tanah di Indonesia dan memastikan keberlanjutan sumber daya ini bagi generasi mendatang. Keberhasilan upaya-upaya ini sangat bergantung pada kerjasama antara pemerintah, masyarakat, dan berbagai pemangku kepentingan.

### Daftar Pustaka

- Ac, O. M. V. (2024). *Variasi Iklim dan Paleoklimat*.
- Aisyah Noor, I. (2023). Peran Keanekaragaman Hayati Di Indonesia Dalam Mengatasi Perubahan Iklim Global. *Semnas Bio*, 2809–8447.
- Alamsyah, A., & Sumarni, L. (2024). Kampanye Public Relations ( Edukasi dan Kolaborasi ) dalam Tingkat Kesadaran Masyarakat Akan Penggunaan Air Bersih ( Studi Deskriptif Kualitatif Pada Sobat Air Jakarta ) Azzahra Alamsyah kehidupannya . Air sangat berperan dalam berbagai kebutuhan dan pema. *Harmoni: Jurnal Ilmu Komunikasi Dan Sosial*, 2(3), 331–345.
- Damayanti, A. D., & Notodarmodjo, S. (2021). Metode G-ALDIT dan G-ALDITLcR untuk Evaluasi Kerentanan Air Tanah Dangkal Akibat Pengaruh Intrusi Air Laut (Studi Kasus: Air Tanah Dangkal Kawasan Pesisir Bagian Utara dan Selatan Kota Makassar). *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 12(2), 107. <https://doi.org/10.34126/jlbg.v12i2.368>
- Darmawan, M. J. (2024). *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati : Tantangan Dan Program Studi Teknik Mesin*. 4(2), 113–119.
- Embongbulan, A., Parinding, C., Sharies, E., Sherryl S. Ema, Pademme, S., & Ambali, D. P. (2023). Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air Di Rumah. *Journal Dynamic Saint*, 6(2), 35–40. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v6i2.1440>
- Gusrina. (2011). *Manajemen Kualitas Air | Akuakultur*.
- Hariyanto, M. T. (2023). Pemanfaatan Teknologi Greenhouse dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim di Desa Dlanggu. *Prosiding Patriot Mengabdi*, 2(1), 298–304.
- Hildawati, N., Meliyana, M., Selviana, R. E., & ... (2021). Edukasi Masyarakat Peduli Air Bersih Dalam Upaya Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Tentang Cara Pengelolaan Air Minum Di .... *Selaparang ...*, 8(3), 416–424.
- Kusmana, C. (2015). *Keanekaragaman hayati (biodiversitas) sebagai elemen kunci ekosistem kota hijau*. January. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/mo10801>
- Notohadiprawiro, T. (2006). *Tanah dan Lingkungan*. *Repro: Ilmu Tanah Universitas*

- Gadjah Mada*, 1–22.
- Nuzulia, A. (1967). Kajian teori dan kerangka pemikiran. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2012, 5–24.
- Popi, R. (2014). Dampak Perubahan Iklim terhadap Sumberdaya Air: Identifikasi, Simulasi, dan Rencana Aksi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1), 1–15.
- Qamariyanti, Y., Usman, R., & Rahmawati, D. (2023). Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Lahan Gambut dan Hutan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 132–142. <https://doi.org/10.14710/jil.21.1.132-142>
- Rafly Aufa Thoriq, Vani Rahma Sari, & Ichsan Fauzi Rachman. (2024). Menuju Masa Depan Yang Berkelanjutan : Mengoptimalkan Media Sosial Untuk Meningkatkan Kesadaran SDGs 2030. *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan Dan Bahasa*, 3(2), 162–175. <https://doi.org/10.58192/insdun.v3i2.2109>
- Rusmayadi, G., Eddy, S., Abidin, Z., Anripa, N., Rubijantoro, S., & Wilson, J. S. (2024). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Tanaman Pangan. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 9488–9495.
- Saputra, A. H. (2023). Tanggul Laut Sebagai Solusi Penanganan Banjir Rob Di Daerah Pesisir Jakarta. *Fakultas Teknik Sipil Universitas Pancasila*, October, 1–10.
- Tangga, R., Solusi, S., Lingkungan, R., & Sidoarjo, C. (2024). HOUSEHOLD WASTE AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY. 4(2), 360–367.
- Wardani, A. M., Pratama, B., Herlianna, C. D., Pratama, D. O., Janah, H. N. M., Tamara, L. A., Soliha, M., & Faizah, U. N. (2021). Konservasi Sumber Daya Air Guna Terjaganya Kualitas Serta Entitas Air Baku. *Proceeding of Integrative Science Education Seminar (PISCES)*, 1(65), 441–448.