

Analisis Risiko Lingkungan (ARL) Pencemaran Air pada Sektor Pertanian

(*Environmental Risk Analysis of Water Pollution in the Agricultural Sector*)

Ririn Agustini¹, M. Afiffudin Sholeh²

¹ Program Studi Magister Administrasi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember

²Dinas Kesehatan Kabupaten Jember

Corresponding author:

name and affiliation: Ririn Agustini (Program Studi Magister Administrasi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember)

E-mail: ririnagustina677@gmail.com

Abstract

Objectives: Groundwater pollution has become an urgent topic in global environmental discussions. One of the sources of water pollution can occur due to agricultural activities. From several potential negative impacts, an assessment of environmental risk is necessary. The purpose of this research is to determine the Environmental Risk Analysis (ERA) of water pollution in the agricultural sector.

Methods: The type of this research article is semi-quantitative using the risk assessment method. The steps of this research begin with data collection, risk identification, risk analysis, and risk evaluation.

Results: Based on the research results, it was found that the components with high risk are chemical factors (ammonia, nitrogen, and phosphate); heavy metal factors (Pb, Cd, Cr, Ni, and Co); and public health factors. Components with moderate risk values are chemical factors (pH, BOD, COD, DDT) and socio-economic factors. Meanwhile, the components with moderate risk values are physical factors (temperature, dissolved residues, suspended residues, color, turbidity); chemical factors (DO); and biological factors (coliform).

Conclusions: The total risk value of water pollution in agriculture falls into the high-risk category, which means it requires detailed control management.

Keywords: Environmental Risk Analysis (ERA), Water Pollution, Agriculture

Received: Jun 1, 2024 Revised: Jul 23, 2024 Accepted: Jul 29, 2024

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kesmasindo Publisher

INTRODUCTION

Pencemaran air tanah telah menjadi topik yang mendesak dalam diskusi lingkungan global. Di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, masalah ini telah mencuat ke permukaan sebagai salah satu isu lingkungan kritis yang mengancam keberlanjutan hidup manusia. Pasalnya, air tanah tidak hanya berfungsi sebagai reservoir alami yang mendukung ekosistem, tetapi juga sebagai sumber daya utama yang memenuhi kebutuhan dasar manusia.

Sebagian besar populasi di Indonesia bergantung pada air tanah sebagai sumber air minum.¹ Pencemaran air menyebabkan kerusakan ekosistem air seperti sungai, danau, dan laut dimana dampak dari pencemaran air ini sangat serius, seperti merugikan keanekaragaman hayati dan mengancam ketersediaan sumber daya air, berdampak pula pada kesehatan manusia mencakup berbagai penyakit yang ditularkan melalui air yang tercemar.²

Salah satu sumber pencemaran air dapat terjadi karena aktivitas pertanian, misalnya penggunaan pestisida yang mengandung logam berat. Paparan Pb terus-menerus dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia. Efek logam berat terhadap kesehatan terutama terhadap sistem haematopoietic (pembentukan sel-sel darah merah), sistem pencernaan, sistem urinaria, ginjal, syaraf pusat, sistem reproduksi, jantung dan sistem endokrin.³ Aktivitas pemupukan pada masa tanam juga dapat menyebabkan pencemaran air. Tingginya kadar nitrit saat pemupukan dapat membahayakan kesehatan. Hal ini dikarenakan nitrit dapat membantu senyawa N-nitroso yang bersifat karsinogenik, teratogenik mutagenik dan menyebabkan metamoglobinemia.⁴ Selain itu, penggunaan bahan kimia DDT untuk pemberantasan hama paling sering terjadi akibat aktivitas pertanian. DDT tidak hanya berdampak pada hama namun juga binatang-binatang lain yang ada di sekitarnya dan bahkan di tempat yang sangat jauh sekalipun akibat proses aliran rantai makanan dari satu hewan ke hewan lainnya yang mengakumulasi zat DDT. Dengan demikian seluruh hewan yang ada pada rantai makanan akan tercemar oleh DDT termasuk pada manusia.⁵

Dari beberapa dampak negatif yang kemungkinan akan terjadi, maka diperlukan suatu penilaian (*assessment*) terhadap risiko lingkungan. Manajemen risiko diterapkan karena akan menghasilkan lebih banyak informasi mengenai risiko organisasi, dan menghasilkan manajemen yang lebih baik, dan pengambilan keputusan yang lebih baik

METHODS

Jenis artikel penelitian yang dilakukan yaitu penelitian yang bersifat semi kuantitatif, yaitu sebuah metode analisis risiko yang menggunakan skala angka dalam perhitungannya. Dimana data bersifat kualitatif yang kemudian diubah menjadi data kuantitatif

berdasarkan pembobotan yang sudah disediakan. Artikel penelitian ini dipusatkan pada penilaian risiko (*Risk Assessment*), yaitu keseluruhan proses identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko. Penilaian risiko menyediakan para pengambil keputusan dan para pihak yang bertanggung jawab dengan suatu pemahaman risiko lebih baik yang dapat mempengaruhi pencapaian sasaran, dan kecukupan serta efektivitas pengendalian yang sudah ada.⁶ Artikel penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penilaian dampak pencemaran air pada sektor pertanian dengan menggunakan teknik penilaian Toksisitas. Teknik ini melibatkan penganalisaan potensi bahaya atau sumber bahaya dan bagaimana hal tersebut mempengaruhi target populasi, dan jalur di mana potensi bahaya dapat mencapai suatu target populasi rentan. Informasi ini kemudian dikombinasikan untuk memberikan perkiraan kemungkinan tingkat dan sifat bahaya berdasarkan ISO 31010. Tahapan penilaian risiko sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tinjauan literatur mengenai manajemen risiko yang ditimbulkan akibat dampak pencemaran air pada sektor pertanian dengan menggunakan standar ISO 31010.

b. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko adalah usaha untuk menemukan atau mengetahui risiko – risiko yang timbul pada proses bisnis suatu organisasi atau industri. Proses identifikasi risiko harus dilakukan secara komprehensif, harus terstruktur berdasarkan faktor-faktor utama agar nantinya risiko dapat dinilai secara sistematis.⁷ Tujuan dari identifikasi risiko adalah untuk mengetahui semua risiko – risiko yang timbul akibat kegiatan pertanian yang menyebabkan beberapa faktor risiko yang terdiri dari risiko fisik, kimia, biologi, sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat. Pada identifikasi risiko yang saya lakukan pada sektor pertanian adalah dengan cara mengidentifikasi risiko yang terjadi dan bagaimana cara mengendalikan risiko lingkungan pencemaran air akibat dari kegiatan pertanian.

c. Analisis Risiko

Analisis risiko dapat memberikan nilai pada risiko agar dapat ditimbang dan dapat dihitung tingkat risikonya. Tingkat risiko pada analisis risiko ini terdiri dari kemungkinan dan dampak yang terjadi.⁸ Hasil data dari proses identifikasi risiko dianalisa menggunakan metode manajemen risiko menggunakan framework ISO 31000 sebagai acuan, akan menghasilkan data kuantitatif berupa intensitas kemungkinan risiko yang muncul dengan parameter harian, mingguan, bulanan bahkan tahunan dan intensitas dampak yang timbul dengan kerugian sebagai parameternya.⁷

d. Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko adalah untuk membantu proses pengambilan keputusan berdasarkan hasil analisis risiko. Proses ini akan menentukan risiko mana yang paling diprioritaskan. Untuk mendukung dalam melakukan pengambilan risiko dibutuhkan sebuah

matriks risiko. Tujuan dari evaluasi risiko adalah untuk menentukan pengendalian risiko dengan membandingkan tingkat risiko dan kriteria risiko, maka dari itu evaluasi risiko yang tersusun dapat memberikan sebuah mitigasi risiko pencemaran air akibat kegiatan pertanian.

RESULTS AND DISCUSSION

Identifikasi Risiko

Berdasarkan hasil penelitian Sumarya et al (2020), menyatakan bahwa daerah yang dekat dengan lahan pertanian mengalami pencemaran air secara fisik yaitu nilai kekeruhan tinggi yang tidak memenuhi persyaratan baku mutu.⁹ Sementara pencemaran secara kimia, lahan yang dekat dengan pertanian memiliki nilai DO, BOD, COD, NO₂, ammonia dan fosfat yang melebihi baku mutu air. Hal tersebut juga didukung penelitian Novita et al, (2020), menyatakan bahwa fluktuasi nilai Indeks Kualitas Air (IKA) disebabkan oleh tingginya nilai parameter-parameter pencemar yang melebihi baku mutu kelas I. Parameter yang melebihi baku mutu kelas I dalam tiga sampai dengan empat periode pengamatan yaitu COD, BOD, sulfida (H₂S), klor (Cl⁻), fosfat (PO₄). Salah satu sumber dari parameter pencemar tersebut berasal dari aktivitas pertanian.¹⁰

Penggunaan pestisida pada pertanian banyak mengandung logam berat. Potensi resiko ekologi berdasarkan nilai *ecological risk assesment* (Er) pada logam Pb, Cr, Co dan Ni termasuk pada kategori potensi resiko ekologi yang rendah. Sementara, logam Cd termasuk pada kategori potensi risiko ekologi yang sangat tinggi pada lahan pertanian di Hulu Citarum.¹¹ Aktivitas pemupukan dengan urea yang kurang tepat penggunaannya juga menjadi penyebab pencemaran air. Hasil pengukuran konsentrasi nitrit di air sumur gali kawasan pertanian Kabupaten Cilacap menunjukkan ada satu sampel konsentrasi nitritnya 0,220 mg/l melebihi nilai ambang batas 0,006 mg/l. Hal ini dikarenakan titik sampel jaraknya dekat dengan area

pertanian yaitu berjarak 53,4 meter sehingga banyak mengandung senyawa senyawa nitrogen yang berasal dari sisa pemupukan.¹²

Pencemaran air juga menyebabkan perubahan warna pada perairan yang ditimbulkan oleh bahan organik dan bahan anorganik. Oksida Besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida Mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan dan kehitaman. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya pH.¹³ Nilai pH air di lahan pertanian sudah melewati kriteria mutu air yang dipersyaratkan sekitar 5–9. Nilai pH air di lahan pertanian dan pH air sumur masyarakat tersebut dikategorikan sudah asam karena berada dibawah pH 6. Nilai pH yang rendah pada air di lahan pertanian kemungkinan disebabkan oleh kandungan asam organik pada air sebagai akibat penggunaan pupuk kandang dan pupuk kimia secara terus menerus pada lahan pertanian. Petani selalu menggunakan pupuk kandang dan pupuk kimia dalam setiap periode tanam.¹⁴

Pencemaran air limbah dari sungai-sungai di desa dan kota dapat berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat.¹⁵ Pencemaran air juga berdampak pada sosial ekonomi pada masyarakat. Individu atau kelompok sering mengeluarkan uang untuk menghindari kerusakan yang disebabkan oleh dampak lingkungan yang merugikan, terdapat pula biaya lain yang timbul akibat rumah tangga masih menggunakan sumber air yang telah tercemar sebagai pemenuhan kebutuhan sehari-hari karena kesulitan untuk memperoleh sumber air bersih lainnya.¹⁶

Analisis Risiko

Analisis Risiko Lingkungan merupakan kegiatan memperkirakan kemungkinan munculnya suatu risiko dari suatu kegiatan dan menentukan dampak dari kegiatan/peristiwa tersebut. Berikut tabel analisis risiko yang terdiri dari frekuensi (F), nilai besaran/pengaruh (S1) dan nilai sensitivitas (S2).

Tabel 2. Matriks Frekuensi (F)

Risiko	Frekuensi	Uraian
Fisik		
Temperatur	1	Ada kemungkinan tidak terjadi perubahan temperatur akibat pencemaran air pada pertanian.
Residu Terlarut (TDS)	1	Residu terlarut ada kemungkinan tidak terjadi pada pencemaran air pada pertanian.
Residu Tersuspensi (TSS)	1	Residu tersuspensi ada kemungkinan tidak terjadi pada pencemaran air pada pertanian.
Warna	2	Perubahan warna akibat pencemaran air pada pertanian frekuensinya kecil.
Kekeruhan	2	Kekeruhan pada air akibat pertanian frekuensinya kecil.
Kimia		
pH	4	Frekuensi risiko kimia sering terjadi dikarenakan penggunaan pupuk yang tidak sesuai aturan pakai dan secara terus menerus pada lahan pertanian.
DO	4	
BOD	4	
COD	4	
Ammonia	4	

Nitrogen	4	
Fosfat	4	
DDT	4	
Logam Berat (tekandung dlm pestisida)		
Pb	4	Frekuensi penggunaan pestisida yang mengandung logam berat sering terjadi pada saat dilakukan pemupukan dan penyemprotan hama.
Cd	4	
Cr	4	
Ni	4	
Co	4	
Biologi		
Coliform	1	Ada kemungkinan tidak terjadi kontaminasi coliform dikarenakan bakteri coliform paling banyak ditemukan pada limbah cair pada rumah tangga.
Sosial Ekonomi	3	Pencemaran air pada pertanian berdampak sosial ekonomi frekuensinya medium.
Kesehatan Masyarakat	5	Frekuensi pencemaran air paada pertanian sangat sering berdampak pada kesehatan masyarakat.
Keterangan: 1 = Ada kemungkinan tidak terjadi; 2 = Kecil; 3 = Medium; 4 = Sering; 5 = Sangat sering terjadi		

Tabel 3. Matriks Nilai Besaran/ Pengaruh (S1)

Risiko	Nilai Besaran	Uraian
Fisik		
Temperatur	1	Tidak ada risiko akibat pencemaran air pada pertanian.
Residu Terlarut (TDS)	1	
Residu Tersuspensi (TSS)	1	
Warna	2	
Kekeruhan	2	
Kimia		
pH	2	pH yang tinggi dapat menyebabkan rasa mual, sakit kepala, dan sulit bernapas pada manusia. Oleh karenanya tidak disarankan untuk mengonsumsi air yang memiliki pH lebih dari 9.0. Selain itu, pH yang tinggi cenderung memiliki rasa yang pahit dan berbau.
DO	1	Semakin banyak jumlah DO (Dissolved oxygen) maka kualitas air semakin baik.jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi.
BOD	3	Tingginya kadar BOD dalam air menandakan tingginya kandungan mikroorganisme. Kelompok coliform, Escherichia coli, Streptococcus, dan Staphylococcus terkandung di dalam BOD dapat menyebabkan terjadinya gangguan pencernaan dan iritasi kulit.
COD	2	COD memiliki dampak pada kesehatan manusia yakni apabila konsentrasi COD yang tinggi dalam badan air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi maka jumlah dari mikroorganisme baik secara patogen dan tidak dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit terhadap manusia.
Ammonia	4	Menghirup konsentrasi yang lebih rendah dapat menyebabkan batuk, serta iritasi hidung dan tenggorokan. Menelan amonia dapat menyebabkan luka bakar pada mulut, tenggorokan, dan perut. Kontak kulit atau mata dengan amonia pekat juga dapat menyebabkan iritasi dan luka bakar.
Nitrogen	4	Potensi dampak kesehatan dari tingginya kadar nitrat dalam air minum termasuk masalah reproduksi, methemoglobinemia, kanker kolorektal, penyakit tiroid dan cacat tabung saraf.
Fosfat	4	Penggunaan air sungai yang banyak terkandung kadar fosfat digunakan sebagai air minum dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal dan bisa juga pada hati. Penyebab dari kerusakan tersebut oleh masuknya fosfat dalam peredaran darah. Fosfat juga dapat mengakibatkan tubuh keracunan.
DDT	4	Masalah-masalah kronis yang timbul akibat DDT adalah kanker dan gangguan reproduksi. Zat kimia ini dapat merusak sel dan juga sistem endokrin.

Logam Berat (tekandung dlm pestisida)		
Pb	4	Pengaruhnya besar karena berdampak pada masalah kesehatan, misal: karsinogen, teratogen, penyakit parkinson, <i>Mild Cognitive Impairment</i> , Asetilkoline sterase dalam darah dan keracunan pestisida yang dapat mengakibatkan kematian.
Cd	4	
Cr	4	
Ni	4	
Co	4	
Biologi		
Coliform	4	Pengaruhnya besar karena dapat menyebabkan penyakit diare, tifus dan disentri basiler.
Sosial Ekonomi		
	3	Pencemaran air pada pertanian berpengaruh sedang terhadap faktor sosial ekonomi.
Kesehatan Masyarakat		
	4	Pencemaran air pada pertanian berpengaruh besar terhadap kesehatan masyarakat karena dapat menimbulkan penyakit yang menyebabkan kematian.

Keterangan : 1 = Risiko tidak ada; 2 = Risiko dan pengaruhnya kecil; 3 = Risiko sedang; 4 = Risiko besar; 5 = Risiko besar sekali (bencana)

Tabel 4. Matriks Nilai Sensitivitas (S2)

Tabel 4. Matriks Nilai Sensitivitas (32)		
Risiko	Nilai Besaran	Uraian
Fisik		
Temperatur	1	Tidak menjadi perhatian masyarakat.
Residu Terlarut (TDS)	1	Tidak menjadi perhatian masyarakat.
Residu Tersuspensi (TSS)	1	Tidak menjadi perhatian masyarakat.
Warna	1	Tidak menjadi perhatian masyarakat.
Kekeruhan	1	Tidak menjadi perhatian masyarakat.
Kimia		
pH	2	Menjadi perhatian kelompok tertentu.
DO	2	Menjadi perhatian kelompok tertentu.
BOD	2	Menjadi perhatian kelompok tertentu.
COD	2	Menjadi perhatian kelompok tertentu.
Ammonia	3	Menjadi perhatian regional/lokal.
Nitrogen	3	Menjadi perhatian regional/lokal.
Fosfat	3	Menjadi perhatian regional/lokal.
DDT	2	Menjadi perhatian kelompok tertentu.
Logam Berat (tekandung dlm pestisida)		
Pb	5	Menjadi perhatian internasional/dunia/media.
Cd	5	
Cr	5	
Ni	5	
Co	5	
Biologi		
Coliform	4	Menjadi perhatian nasional.
Sosial Ekonomi		
	3	Menjadi perhatian regional/lokal.
Kesehatan Masyarakat		
	5	Menjadi perhatian internasional/dunia/media.

Keterangan: 5 = Menjadi perhatian internasional/dunia/media 4 = Menjadi perhatian nasional 3 = Menjadi perhatian regional/lokal 2 = Menjadi perhatian kelompok 1 = Tidak menjadi perhatian masyarakat.

Evaluasi Risiko

Proses ini yaitu pengambilan keputusan yang menggunakan data hasil analisis risiko yang sebelumnya telah disusun, matriks penilaian risiko yang menggabungkan unsur frekuensi, besaran pengaruh, dan sensitifitas untuk mendapatkan tingkat risiko.

Tabel 5. Nilai Risiko (R)

Risiko	(F)	(S1)	(S2)	Nilai Risiko R = Fx(S1+S2)
Fisik				
Temperatur	1	1	1	2
Residu Terlarut (TDS)	1	1	1	2

Residu Tersuspensi (TSS)	1	1	1	2
Warna	2	2	1	6
Kekeruhan	2	2	1	6
Kimia				
pH	4	2	2	16
DO	4	1	2	12
BOD	4	3	2	20
COD	4	3	2	20
Ammonia	4	4	3	28
Nitrogen	4	4	3	28
Fosfat	4	4	3	28
DDT	4	4	2	24
Logam Berat (tekandung dlm pestisida)				
Pb	4	4	5	36
Cd	4	4	5	36
Cr	4	4	5	36
Ni	4	4	5	36
Co	4	4	5	36
Biologi				
Coliform	1	4	4	8
Sosial Ekonomi	3	3	3	18
Kesehatan Masyarakat	5	4	5	45
Total Risiko	445			

Keterangan : 0 – 150 = Risiko rendah, pengelolaan dengan prosedur yang rutin. 151 – 300 = Risiko sedang, memerlukan perhatian manajemen tingkat tinggi. 301 – 450 = Risiko tinggi, memerlukan penelitian dan manajemen terperinci.

Berdasarkan Analisis Risiko Lingkungan (ARL) pencemaran air pada pertanian diketahui nilai risiko pada setiap faktor komponen maupun nilai risiko total. Dari beberapa faktor komponen yang mempunyai nilai risiko lebih dari 25 (tinggi) yaitu: faktor kimia yang terdiri dari ammonia, nitrogen dan fosfat; faktor logam berat yang terdiri dari Pb, Cd, Cr, Ni dan Co; serta faktor kesehatan masyarakat. Untuk nilai risiko antara 15 sampai 25 (sedang) yaitu: faktor kimia yang terdiri dari pH, BOD, COD, DDT; dan faktor sosial ekonomi. Sedangkan yang mempunyai nilai risiko kurang dari 15 (rendah) yaitu: faktor fisik yang terdiri dari temperatur, residu terlarut, residu tersuspensi, warna, kekeruhan; faktor kimia yang terdiri dari DO; dan faktor biologi yang terdiri dari coliform. Adapun secara total nilai risikonya adalah risiko tinggi dengan nilai 445.

CONCLUSION

Kesimpulan dari hasil penelitian di atas dapat dikatakan bahwa komponen yang mempunyai risiko tinggi adalah faktor kimia (ammonia, nitrogen dan fosfat); faktor logam berat (Pb, Cd, Cr, Ni dan Co); dan faktor kesehatan masyarakat. Komponen dengan nilai risiko sedang adalah faktor kimia (pH, BOD, COD, DDT) dan faktor sosial ekonomi. Sedangkan komponen dengan nilai risiko rendah adalah faktor fisik

(temperatur, residu terlarut, residu tersuspensi, warna, kekeruhan); faktor kimia (DO); dan faktor biologi (coliform).

Berkaitan dengan hasil penelitian bahwa pencemaran air pada pertanian memiliki risiko tinggi, maka perlu adanya manajemen risiko untuk mengendalikan atau mengurangi pencemaran air tersebut. Sementara saran untuk penelitian selanjutnya, dapat melanjutkan penelitian dengan memberikan intervensi pada faktor-faktor yang berpotensi risiko tinggi pada sektor pertanian.

REFERENCES

- [1] Pratama, I., N dan Hiayatullah. Strategi Kebijakan Pemerintah Dalam Mengatasi Pencemaran Air Tanah. *Journal of Enviromental Policy and Technology* Vol. 1, No. 2, Oktober 2023, Hal. 105-112 [Internet]. 2023 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://journal.ummat.ac.id/index.php/jeptec/index>.
- [2] Farhan, Afif., et al. Analisis Faktor Pencemaran Air dan Dampak Pola Konsumsi Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Hukum dan HAM Wara Sains* Vol. 02, No. 12, Desember 2023, pp. 1095~1103 [Internet]. 2023 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://wnj.westsciencepress.com/index.php/jhhws/index>.
- [3] Arlinda, S., et al. Analisis Risiko Kandungan Timbal (Pb) Pada Air Sumur Kawasan Pertanian di Kenagarian Simpang Tanjung Nan IV Kabupaten Solok. *Jurnal Sehat Mandiri*, Volume 18 No 2 Desember 2023 [Internet]. 2023 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://jurnal.poltekkespadang.ac.id/ojs/index.php/jsm/issue/archive>.
- [4] Setiowati, S., Roto, R., & Wahyuni ET. Monitoring Kadar Nitrit Dan Nitrat Pada Air Sumur Di Daerah Catur Tunggal Yogyakarta Dengan Metode Spektrofotometri Uv-vis. *J Mns dan Lingkung*. 2016;23(2):143-148.
- [5] Sompotan, D., D dan Sinaga, J. Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Saintekes: Jurnal Sains, Teknologi dan Kesehatan* Volume 1 Nomor 1 (2022): 6-16.
- [6] Alijoyo *et al*. 31 Teknik Penilaian Risiko Berbasis ISO 31010 – penilaian risiko lingkungan. Bandung: CRMS. 2020.
- [7] Ibad dan Putra. Penerapan Manajemen Risiko Pada Pengelolaan Limbah Pabrik Tahu XYZ Menggunakan ISO 31000. *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis (JTBTB)* Vol. 4, No. 1, Maret 2021, page. 18-25 [Internet]. 2021 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.jurnal.poltekxi.ac.id/index.php/jttb/article/download/98/64&ved=2ahUKEwiH6dyt5eGFAXVj2DgGHTS>

[FC9wQFnoECA8QAQ&usg=AOvVaw3aYpbUgpiM_dqcndc5z3qdo](https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i1.1791).

- [8] Ramadhan, D. L., Febriansyah, R., dan Dewi, R. S. Analisis Manajemen Risiko Menggunakan ISO 31000 pada Smart Canteen SMA XYZ. JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer), vol. 7, no. 1, p. 91 [Internet]. 2020 [cited 2024 March 15]. Available from: [10.30865/jurikom.v7i1.1791](https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i1.1791).
- [9] Sumarya, I. M., Juliasih, Ni. K. A., Sudiartawan, I. P. Sumber Pencemar Kualitas dan Tingkat Pencemaran Air Danau Buyan di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng Bali. Ecotrophic Volume 14 Nomor 2 Tahun 2020 [Internet]. 2020 [cited 2024 March 20]. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/view/65177>.
- [10] Novita E., Pradana H. A., Dwija S. P. 2020. Kajian penilaian kualitas air Sungai Bedadung di Kabupaten Jember. Journal of Natural Resources and Environmental Management [Internet]. 2020 [cited 2024 March 25]. Available from: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl>.
- [11] Handayani, C. O., Sukarjo, Dewi, T. Penilaian Tingkat Cemar Logam Berat Pada Lahan Pertanian di Hulu Sungai Citarum, Jawa Barat. Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 20 Issue 3 (2022) : 508-516 [Internet]. 2022 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/44214/0>.
- [12] Sutardi, A., Suprayogi, S., & Adji TN. Kajian Kualitas Air Tanah Bebas antara Sungai Kuning dan Sungai Tepus di Kecamatan Ngemplak, Yogyakarta, Indonesia. Maj Geogr Indones. 2017;31(1):31-38. 2017.
- [13] Sundra, I Ketut. Pengaruh Pertanian Terhadap Penurunan Kualitas dan mutu Perairan Danau Batur, Kecamatan Kintamani Bangli. Laporan online: PENELITIAN HIBAH UNGGULAN PROGRAM STUDI. Bali: Universitas Udayana. 2015.
- [14] Simanjuntak, A., Nurhidayah, T., Nofrizal. Studi Kualitas Air pada Wilayah Pertanian Kota di Kecamatan Marpoyan Damai Kota Pekanbaru. Prosiding Seminar Nasional "Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana" [Internet]. 2016 [cited 2024 March 20]. Available from: <http://repository.unri.ac.id/>.
- [15] Indriyani, A., R. Sudarti, Yushardi. Analisis Limbah Pencemaran Air Sungai di Kota dan Desa. OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika, Vol. 8(1) 2024, hal 28 – 34. 2024.
- [16] Hakim, M., N., dan Nur, A. Analisis Dampak Pencemaran Air Sungai Kahung terhadap Ekonomi Masyarakat Desa Belangian. JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan Vol. 3 No. 2, 2020, hal 342 – 355 [Internet]. 2020 [cited 2024 March 15]. Available from: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jiep/article/view/2538>.