



Studi Literatur Penyebaran Logam Berat Pada Air Permukaan Dan Air Tanah Di Sekitar TPA Batu Layang Pontianak

Ahmad Imaduddin ^{a,*}, Dian Rahayu Jati ^a, Aini Sulastrri ^a,

^a Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

^a Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

^a Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

* Alamat email penulis korespondensi: aimaduddinponti@gmail.com

Abstrak

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang berada di Batu Layang berjarak sangat dekat (± 300 m) dengan pemukiman penduduk sehingga dikhawatirkan mencemari air tanah yang di gunakan sebagai sumber air oleh masyarakat sekitar TPA. Banyak penelitian yang dilakukan di sekitar TPA Batu Layang Pontianak untuk membuktikan adanya logam berat dalam konsentrasi besar yang dihasilkan oleh TPA. Penduduk sekitar TPA masih memanfaatkan air tanah dangkal (sumur gali) sebagai sumber air minum, mandi, cuci, dan kakus (MCK). Studi literatur ini bertujuan untuk merangkum hasil penelitian yang menunjukkan adanya kandungan logam berat dari TPA Batu Layang, dan memberikan saran bagi pengelola TPA Batu Layang berdasar hasil penelitian tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan literatur jurnal dari internet, yang disusun secara sistematis dan dibahas. Jurnal didapat dari Google Scholar. Berdasarkan hasil dan pembahasan literatur jurnal tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pencemaran logam berat, terutama logam berat mangan (Mn), timbal (Pb), dan cadmium (Cd), yang bisa memengaruhi kondisi air tanah dan air permukaan sekitar TPA. Sebaran lindi harus diatasi karena jika dibiarkan akan mencemari tanah dan air tanah di sekitar TPA. Solusinya dapat dengan menggunakan lapisan kedap air disekeliling dan dasar sel TPA, menggunakan pipa-pipa penyalur lindi, buffer zone, dan mengubah sistem pengolahan.

Kata kunci: Studi Literatur, TPA, Logam Berat, Air Permukaan, Air Tanah.

Abstract

The Final Processing Site (TPA) in Batu Layang is close to residential areas, so it is feared that it will contaminate ground water which is used as a water source by the community around the TPA. Many studies have been carried out around the TPA Batu Layang Pontianak to prove the presence of heavy metals in large concentrations produced by TPA. Residents around the TPA still use ground water (wells) as a source of drinking water, bathing, washing, and latrines (MCK). This literature study aims to summarize the results of research showing the presence of heavy metals from the TPA Batu Layang, and to provide suggestions for the TPA Batu Layang managements based on the results of this study. The method used in this research is collecting journal from internet, which is systematically compiled and discussed. Journal obtained from Google Scholar. Based on the results and discussion of the journal, it can be concluded that there is heavy metal pollution, especially manganese (Mn), lead (Pb), and cadmium (Cd), which can affect groundwater and surface water conditions around the landfill. The leachate distribution must be controlled because if left unchecked it will contaminate the soil and groundwater around the TPA. The solution could be to use a waterproofing layer around the perimeter and bottom of the landfill cell, use leachate delivery pipes, buffer zones, and change the treatment system.

Keyword: Literature Study, WTP, Heavy Metal, Surface Water, Ground Water

1. Pendahuluan

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang berada di Batu Layang berjarak sangat dekat (± 300 m) dengan pemukiman penduduk sehingga dikhawatirkan mencemari air dangkal di sekitarnya yang di gunakan sebagai sumber air oleh masyarakat di sekitar TPA (Imaduddin, 2022). Sebagian penduduk yang berada di sekitar TPA masih memanfaatkan air tanah dangkal (sumur gali) sebagai sumber air minum, mandi, cuci, dan kakus (MCK), dan sebagainya. Menurut warga RT01/RW019 Gang Badai, warga memanfaatkan parit Gang Badai sebagai sumber air MCK dan kegiatan rekreasi, seperti berenang. Kandungan sampah yang beranekaragam di TPA Sampah Batu Layang Pontianak berpotensi besar dalam pencemaran terhadap lingkungan. Hal ini bisa terjadi karena sampah yang terdekomposisi akan menghasilkan lindi (*leachate*). Lindi mengandung bahan organik maupun anorganik serta berbagai mineral dan logam seperti Timbal (Pb) (Pertiwi, 2016).

Menurut Wahyudi (2017), sistem *open dumping* untuk Tempat Pemrosesan Sampah Akhir (TPA) sudah dilarang oleh pemerintah, dengan mengeluarkan Undang-Undang No 18 Tahun 2008 Tentang Persampahan yang mengatakan bahwa lima tahun setelah undang-undang ini diterbitkan, setiap kota/kabupaten sudah harus menyediakan tempat pemrosesan sampah sesuai dengan peraturan yang diterbitkan. Namun, sampai sekarang setelah 8 tahun undang-undang telah diterbitkan, masih banyak dijumpai kota dan kabupaten menggunakan *open dumping*. Hal ini menjadikan perhatian besar karena selain merupakan arahan undang – undang, sistem *open dumping* juga mengancam kesehatan masyarakat dan juga penurunan kualitas lingkungan. TPA Batu Layang jika dilihat dari tipologi TPA merupakan TPA sampah lama yang memiliki sistem lahan urug terbuka dan belum memiliki penyangga. Dari tipologi ini maka kawasan sekitar TPA Batu Layang diarahkan untuk menyusun kawasan subzona penyangga dan subzona budidaya terbatas. Berbeda dengan TPA yang sudah memiliki sistem lahan urug saniter (*sanitary landfill*), maka hanya dibutuhkan subzona penyangga saja tanpa subzona budidaya terbatas.

Sudah banyak penelitian yang dilakukan di sekitar TPA Batu Layang Pontianak untuk membuktikan adanya logam berat dalam konsentrasi besar yang dihasilkan oleh TPA Batu Layang Pontianak. Penelitian-penelitian ini mencakup air permukaan dan air tanah yang digunakan oleh sebagian besar masyarakat untuk keperluan sehari-hari. Studi literatur ini bertujuan untuk merangkum hasil-hasil penelitian yang menunjukkan adanya kandungan logam berat dari TPA Batu Layang menjadi sebuah studi literatur, dan

memberikan saran bagi pengelola TPA Batu Layang berdasar hasil penelitian tersebut. Hasil studi literatur ini diharapkan dapat memberi kesimpulan tentang potensi pencemaran dari TPA Batu Layang pada air permukaan dan air tanah di sekitarnya, serta menghasilkan solusi untuk menanggulangi potensi pencemaran tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Instrumentasi dan Bahan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat laptop yang diperlengkapi internet, dengan search engine Scholar Google. Untuk mencari literatur jurnal digunakan beberapa keyword seperti Logam Berat, Konsentrasi, Air Permukaan, Air Tanah, TPA, dan Air Lindi.

2.2. Prosedur

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan literatur jurnal dari internet, yang disusun secara sistematis dan dibahas. Jurnal didapat terutama dari Google Scholar. Adapun beberapa keyword yang digunakan adalah: Logam Berat, Konsentrasi, Air Permukaan, Air Tanah, TPA, dan Air Lindi. Penelitian ini menggunakan 20 buah jurnal dan publikasi lainnya yang terbit paling lama pada tahun 2006.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Hasil dari jurnal-jurnal yang dikumpulkan untuk studi literatur ini mengungkapkan bahwa pencemaran logam berat dari TPA Batu Layang dapat mencemari dua jenis sumber air yang terdapat di sekitar TPA, yaitu air permukaan seperti air parit dan drainase, dan air tanah.

Menurut Hasan dkk (2013), jalur yang paling umum bagi penyebaran lindi ke lingkungan adalah dari dasar TPA melalui lapisan tanah tak jenuh ke air tanah, kemudian dari air tanah melalui celah ke air permukaan. Namun, pencemaran juga dapat terjadi akibat pembuangan lindi melalui instalasi pengolahan atau pembuangan langsung lindi yang tidak diolah atau diolah sebagian. Faktor utama yang mempengaruhi potensi pencemaran dari lindi adalah (Hasan dkk, 2013):

1. Konsentrasi dan aliran lindi.
2. Tempat pembuangan sampah, yaitu pengaturan hidrogeologis dan tingkat perlindungan yang diberikan.
3. Kualitas dasar, volume, dan kepekaan air tanah penerima dan air permukaan

Menurut Pertiwi (2016), terdapat kandungan logam berat timbal (Pb) pada air lindi TPA Batu Layang sebesar 0,182 ppm pada jarak 50 meter dari sel TPA, dan sebesar 0,125 ppm pada jarak 100 meter dari sel TPA. Kandungan timbal lebih besar dari 0,1 ppm atau sama dengan 0,1 mg/L melebihi standar baku mutu PermenLHK No. 5 Tahun 2014 Lampiran XLVII tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha/Kegiatan yang belum memiliki Baku Mutu Air Limbah yang ditetapkan. Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa terdapat akumulasi timbal pada tanaman kangkung yang ada di tepian parit sekitar TPA Batu Layang, dengan kandungan melebihi 4 mg/kg pada batang dan daunnya. Kandungan timbal dalam kangkung ini melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan.

Menurut Anjelina (2021), tanah pada Area TPA Batu Layang telah terkontaminasi logam berat Pb dan Cd karena konsentrasi Cd dan Pb yang terdapat di tanah area TPA Batu Layang sudah melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh Keputusan Standar Nasional Indonesia 06-6992-3-2004 yaitu 0,005 mg/L tentang logam berat Pb dan Standar Nasional Indonesia yaitu kadar Cd pada tanah harus <0,003 mg/L. Kontaminasi logam berat tersebut, Menurut Dong dkk (2009) umumnya karena adanya migrasi lindi dari TPA yang merembes ke dalam tanah kemudian menyebar mengikuti aliran air tanah.

Penelitian yang dilakukan oleh Anjelina (2021) menguatkan pendapat dari Aswan (2014), yang menyatakan aliran lindi di sel TPA diperkirakan mengalir ke arah Selatan dengan melewati jalan dan parit. Aswan juga menyatakan bahwa terdapat akumulasi lindi dengan konsentrasi tinggi. Berdasarkan dari penyelidikan dengan metode EM-Conductivity diketahui bahwa arah rembesan lindi mengalir dari Utara ke arah Selatan sejauh 74 meter dari titik awal penelitian. Sebaran lindi ini diduga berakumulasi di sekitar koordinat UTM 49 N; X:313300-313420, Y:2680-2700 (arah Selatan).

Misno (2016) menjelaskan bahwa tumpukan sampah di TPA Batu Layang mengeluarkan air lindi yang menimbulkan bau tak sedap. Pengumpulan air lindi dilakukan menggunakan saluran atau parit disekeliling sel sampah. Apabila sistem drainase ini kurang dikelola

dan dikontrol dengan baik, maka beberapa bagian drainase akan tersumbat / terhalang oleh sampah terutama pada musim hujan. Air lindi akan tumpah dan masuk ke dalam parit buatan di dekat TPA, sehingga air lindi tersebut dapat mempengaruhi kualitas air yang digunakan oleh masyarakat di sekitar TPA. Berdasarkan hasil penelitian Misno (2016) tersebut, air tanah TPA konsentrasi mangan (Mn) sebelum hujan tertinggi yaitu 0,025 mg/L, terendah yaitu 0,010 mg/L dan sesudah hujan tertinggi yaitu 0,075 mg/L terendah yaitu 0,003 mg/L, sedangkan untuk konsentrasi timbal (Pb) sebelum hujan tertinggi yaitu 0,0172 mg/L, terendah yaitu 0,0111 mg/L dan sesudah hujan tertinggi yaitu 0,0352 mg/L, terendah yaitu 0,0015 mg/L. Penelitian Misno ini dikhususkan untuk melihat konsentrasi Mangan dan Timbal sebelum dan sesudah hujan di TPA Batu Layang.

Penelitian yang dilakukan Apriasti (2016) menunjukkan pada lintasan 1 yang terletak pada sel TPA Batu Layang yang sudah tidak aktif lagi ditemukan adanya dugaan rembesan lindi yang menyebar secara horizontal dan vertikal dengan nilai resistivitas semuanya berada dibawah 10 ohm. Sebaran lindi pada lintasan 1 ini diduga karena adanya limpasan air hujan (*run off*) yang masuk melalui tanah penutup diatas sel sehingga melarutkan zat organik dan anorganik. infiltrasi air hujan dapat membawa kontaminan dari tumpukan sampah dan memberikan kelembaban yang dibutuhkan bagi proses penguraian biologis dalam pembentukan air lindi. Meskipun sumber dari kelembabannya mungkin dibawa oleh sampah masukannya, tetapi sumber utama dari pembentukan air lindi ini adalah adanya infiltrasi air hujan. Jumlah hujan yang tinggi dan sifat timbunan yang tidak solid akan mempercepat pembentukan dan meningkatkan kuantitas air lindi yang dihasilkan.

Aliran lindi yang ada di permukaan maupun di dalam tanah mencemari air permukaan dan air tanah yang dipakai penduduk sekitar TPA. Proses penimbunan sampah secara terus-menerus di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menghasilkan pencemar berupa air lindi (*leachate*) sebagai hasil infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam timbunan sampah. Air lindi mengandung bahan-bahan organik yang membusuk dan bahan-bahan logam berat. Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi yaitu timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu), dan besi (Fe) (Langmore, 1998 dalam Maramis dkk, 2006).

Menurut Himmah dkk (2009) Sampah yang menghasilkan limbah timbal (Pb) yaitu cat, kaleng, dan baterai. Sampah yang menghasilkan limbah kadmium (Cd) yaitu baterai. Sampah yang menghasilkan limbah tembaga (Cu) yaitu alat-alat listrik, dan sampah yang

menghasilkan limbah besi (Fe) yaitu alat-alat yang berbahan dasar besi. Air lindi merupakan suatu jenis bahan pencemar yang memiliki potensi tinggi untuk mencemari lingkungan, seperti tercemarnya air permukaan. Menurut Novianti (2018) timbal dapat memasuki perairan melalui air hujan yang turun. Penggunaan timbal terbesar lainnya adalah dalam produksi baterai penyimpanan untuk mobil. Selain itu timbal juga digunakan untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, bahan kimia dan pewarna. Timbal juga digunakan sebagai pigmen timbal dalam cat.

Penelitian Nur (2018) menyatakan bahwa sumur gali penduduk setempat dengan jarak antara 0-350 meter semuanya tidak memenuhi syarat kesehatan ditinjau dari Permenkes Nomer : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan logam berat Pb masih tinggi disetiap sumur gali milik masyarakat disekitar TPA Sampah Batu Layang, dengan konsentrasi tertinggi sebesar 4,945 mg/l dan konsentrasi terendah sebesar 0,462 mg/l.

3.2. Pembahasan

Berdasarkan karakteristik warna, pH dan kandungan air tanah dan air permukaan TPA, air yang berada di sekitar TPA merupakan air gambut. Menurut A'idah dkk (2018), air gambut menjadi sumber daya air yang melimpah di pulau Kalimantan. Terbentuknya lahan gambut ini akibat terbenamnya daratan, dimana tumbuhan tropis yang terbenam mengalami proses dekomposisi tidak sempurna karena kegiatan bakteri anaerobik. Air ini masih banyak dimanfaatkan masyarakat dalam kegiatan sehari-hari. Keberadaan air ini sangat berpengaruh terhadap komposisi tanah gambut dan aktivitas masyarakat sekitar, sehingga air gambut ini juga memiliki karakteristik yang berbeda di setiap tempat.

Menurut Khatulistiwa (2016), kondisi TPA Batu Layang Kota Pontianak umumnya bisa dikatakan basah baik karena air hujan di saat musim hujan ataupun karena komposisinya 81,43% berupa sampah yang mudah terurai. Kondisi ini akan memperbanyak volume air lindi yang dihasilkan TPA Batu Layang. Menurut Anjelina (2021) umumnya migrasi lindi dari TPA berpotensi mencemari air tanah karena lindi akan merembes dalam tanah kemudian menyebar mengikuti aliran air tanah. Selain itu, air lindi juga bisa mengalir melalui permukaan tanah melalui saluran alami maupun buatan, dan juga bisa mengikuti aliran limpasan hujan saat hujan tiba. Musim hujan akan memberi pengaruh yang besar terhadap lindi. Fungsi air hujan adalah sebagai pengencer, sehingga lindi akan

mudah terangkut bersama-sama dengan limpasan air hujan dan dapat merembes masuk ke badan air mengalir secara gravitasi mengikuti topografi daerah tersebut.

Air lindi TPA yang merembes dalam tanah akan mencemari air tanah, dan menyebar mengikuti aliran air tanah. Air tanah, terbentuk dari sebagian dari air hujan yang jatuh ke permukaan dan sebagian meresap ke dalam tanah melalui pori-pori/celah-celah dan akar tanaman serta bertahan pada lapisan tanah membentuk lapisan yang mengandung air tanah (aquifer), air tanah yang disebut air tanah dalam atau artesis, artinya air tanah yang letaknya pada dua lapisan tanah yang kedap air, ada yang sifatnya tertekan dan yang tidak tertekan. Air tanah dangkal artinya terletak pada aquifer yang dekat dengan permukaan tanah dan fluktuasi volumenya sangat dipengaruhi oleh adanya curah hujan (Maleteng, 2018).

Sebaran lindi harus dapat diatasi karena jika dibiarkan akan mencemari tanah dan air tanah dangkal di sekitar TPA Batu Layang yang akan berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Untuk itu diberikan upaya untuk mengatasi sebaran lindi berupa rekomendasi kepada pengelola TPA, menggunakan lapisan kedap air disekeliling dan dasar sel TPA, menggunakan pipa-pipa penyalur lindi, buffer zone, dan mengubah system pengelolaan TPA Batu Layang dari open dumping menjadi *sanitary landfill*. Menggunakan lapisan kedap air di sekeliling TPA, hal ini bertujuan untuk memperkecil kemungkinan air lindi akan merembes keluar. Pembangunan pipa-pipa penyalur lindi ini bertujuan untuk agar lindi yang dihasilkan tidak bergabung dengan air hujan didalam drainase. Karena jika bergabung terjadi pengenceran serta kapasitas drainase menjadi berkurang. Pipa-pipa lindi ini berada didasar sel diatur dengan kemiringan tertentu agar lindi dapat mengalir menuju kolam pengolahan (Anjelina, 2021).

Selain menambahkan pipa saluran lindi menuju kolam pengolahan lindi, air lindi yang bercampur dengan limpasan hujan dalam drainase juga bisa dialirkan ke arah kolam pengolahan lindi tersebut. Pihak pengelola TPA perlu menambahkan pengolahan tambahan pada IPAL nya untuk mengurangi konsentrasi besi maupun logam lainnya. Penambahan adsorben seperti zeolit atau karbon aktif bisa dilakukan untuk melengkapi bak sedimentasi yang sudah ada (Imaduddin, 2022).

Menurut Oviauka dkk (2021), kandungan cadmium (Cd) yang mencemari tanah dan air tanah dapat direduksi dengan menggunakan teknik *vermiremediasi*. *Vermiremediasi* adalah teknik remediasi lahan dengan

menggunakan bantuan cacing tanah. Cacing tanah yang digunakan adalah cacing tanah dengan genus *megascolex*, yang menurut Darmawan (2014) banyak terdapat di TPA Batu Layang Pontianak. Berdasarkan penelitian ini didapatkan hasil cacing tanah genus *megascolex* mampu membantu turunnya konsentrasi Cd dalam tanah dari 0,625 mg/kg menjadi <0.050 mg/kg, dengan pengecualian satu variasi (1A) yang hanya turun dari 0.625 mg/kg menjadi 0,224 mg/kg.

Menurut Indra (2017), TPA Batu Layang Pontianak memiliki kondisi tanah berjenis gambut, yang menyebabkan mudahnya penyebaran polutan dari air lindi ke tanah, sehingga dibutuhkan lapisan kedap untuk mengatasinya. Penelitian Indra menggunakan penghalang lempung (clay barrier), sebagai lapisan kedap penahan kontaminasi polutan agar tidak mencemari air tanah dan tanah berdasarkan sifat konduktivitas hidrolik. Penggunaan tanah lempung bisa mengurangi porositas tanah TPA untuk menahan laju rembesan lindi yang ada di TPA Batu Layang Pontianak.

Berdasarkan data dari Apriasti (2016), luas lahan TPA Batu Layang sebesar 26,6 ha dan sisa lahan yang belum digunakan sebesar 5 ha. Menurut Jakarius (2021) luas lahan TPA yang terpakai berubah menjadi 30,6 ha. Lahan yang tersisa ini bisa ditanami tumbuhan pelindung dengan ketebalan berkisar antara 20 m sampai dengan 50 m dari batas luar daerah operasional TPA yang didukung dengan penanaman jenis pohon yang cepat tumbuh dalam waktu 1 tahun mencapai 4 m, dan tidak mudah patah akibat pengaruh angin misalnya sengon, mahoni, tanjung dan lain-lain dengan kerapatan/jarak antar pohon 2 m. Lahan yang ditanami pohon pelindung dengan kriteria seperti yang dijelaskan bisa menjadi zona penyangga yang memisahkan TPA Batu Layang dengan warga sekitar, dan diharapkan juga mampu mengurangi konsentrasi air lindi yang merembes ke air permukaan dan air tanah sekitar TPA Batu Layang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan literatur-literatur jurnal di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pencemaran logam berat, terutama logam berat mangan (Mn), timbal (Pb), dan cadmium (Cd), yang bisa memengaruhi kondisi air tanah dan air permukaan sekitar TPA Batu Layang. Semua logam berat tersebut dikategorikan sebagai bahan yang beracun, dan dapat membahayakan manusia maupun lingkungan jika terakumulasi dalam jumlah tertentu. Sumber utama pencemaran logam berat adalah air lindi TPA yang merupakan air hujan yang bercampur dengan air dari tumpukan sampah TPA, yang menghasilkan air

lindi dengan konsentrasi zat organik jmaupun non-organik yang pekat.

Sebaran lindi harus dapat diatasi karena jika dibiarkan akan mencemari tanah dan air tanah dangkal di sekitar TPA Batu Layang. Hal ini dapat diatasi dengan adanya rekomendasi kepada pengelola TPA, menggunakan lapisan kedap air disekeliling dan dasar sel TPA, menggunakan pipa-pipa penyalur lindi, buffer zone, dan mengubah sistem pengolahan.

Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah, saya berterimakasih pertama pada Allah SWT, yang telah mengizinkan saya menyelesaikan jurnal ini. Tak lupa pula saya ucapkan terimakasihnya pada kedua orangtua saya, Ayah saya Husin, SP dan ibu saya Wahdina, S.Si, M.Si atas dorongannya untuk menyelesaikan penulisan jurnal ini. Terimakasih juga kepada kedua dosen pembimbing saya Ibu Dian Rahayu Jati S.T., M.T. dan Ibu Aini Sulastrri, S.Si., M.Si. yang mengarahkan saya dalam menuliskan jurnal ini dan kawan-kawan TL '16 yang tak dapat saya sebutkan satu-persatu. Saya harap jurnal yang saya tulis ini bisa bermanfaat dan menjadi rujukan bagi penelitian-penelitian berikutnya.

References

- A'idah, E., Destiarti, L., & Indriawati, N (2018) Penentuan Karakteristik Air Gambut Di Kota Pontianak Dan Kabupaten Kuburaya. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), hlm. 91-96.
- Anjelina, M. (2021) Kontaminasi Logam Berat Pb Dan Cd Pada Tanah Di Area TPA Sampah Kelurahan Batu Layang Kota Pontianak. Universitas Tanjungpura: Pontianak
- Apriasti, E.R. (2016) Pola Sebaran Air Lindi Di TPA Batu Layang Pontianak Dengan Metode Geolistrik Wenner-Schlumberger. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 4(1)
- Aswan, M., Sampurno, J. dan Putra, Y.S. (2014) Studi Rembesan Polutan Sampah Berdasarkan Metode Konduktivitas Elektromagnetik di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kota Pontianak. *Jurnal PRISMA FISIKA*, 2(1) hlm. 23-26
- Darmawan, A.; Setyawati, T. R. dan Yanti, A. H. 2014. Keanekaragaman Cacing Tanah (Kelas Oligochaeta) di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. Pontianak. *Jurnal Protobiont* 2014 Vol 3 (2). Hlm. 171 - 176.
- Dong, S., Z. Tang, dan Lui, B. (2009) Numerical Modeling of Environmental impact of Landfill Leachate Leakage on Groundwater Quality- A field Application. Dalam *International Conference on Environmental Science Prosiding Konferensi internasional, ESIAT 2009*, hlm. 565-568. Tunis:ESIAT
- Himmah, N., Aminudi, dan Milala, F. 2009. Potensi Limbah Air Lindi oleh *Pseudomonas fluorescens* sebagai Prebiotik Tanaman. Program Kreativitas Mahasiswa. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Imaduddin, A. (2022) Analisis Penyebaran Pb Dan Fe Pada Air Permukaan Dengan Metode Interpolasi Sig Di TPA Kota Pontianak. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Indra, W. (2017) Studi Parameter Penghalang Lempung (Clay Barrier) Sebagai Penghambat Sebaran Zat Organik dan Timbal (Pb) dalam Air Lindi (Leachate). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1).
- Islam, M. R., Al Razi, K. A., Hasan, M. R., Hasan, M. H., & Alam, S. (2013). Effect of leachate on surrounding surface water: Case study in Rajbandh sanitary landfill site in Khulna City, Bangladesh. *Global Journal of Research In Engineering* Vol. 13 (2). Hlm. 11-18
- Jakarius, J., Muliadi, M., & Zulfian, Z. Studi Sifat Fisika Pada Tanah Gambut di TPA Batu Layang Berdasarkan Tingkat Kematangan Tanah Gambut. *PRISMA FISIKA*, 9(2), hlm. 166-171.
- Khatulistiwa, M.R., Jati, D.R., dan Fitria, L. (2016) Inventarisasi Emisi CH₄ Di TPA Batu Layang Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 4(1)
- Maleteng, F. (2018), Analisis Kandungan Logam Berat pada Air Permukaan dan Limpasan Permukaan serta Potensi Penyebarannya di TPA Gunung Tugel Banyumas, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Maramis, A. A., Kristijanto, A. I., & Notoedarmo, S. (2006). Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisiko-Kimiawi di Sungai Kreo, Dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang. *Akta Kimindo*, 1(2), 93-98.
- Misno, Nirmala, A. dan Winardi, (2016) Kajian Penyebaran Limbah Logam Berat Mangan (Mn) Dan Timbal (Pb) Pada Air Tanah Bebas Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah di Batu Layang Kota Pontianak, *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 1(1).
- Nur, W. A. (2018). Gambaran Spasial Kandungan Logam Berat Timbal Pada Sumur Gali Milik Masyarakat Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Batu Layang Pontianak Utara (Doctoral dissertation). Pontianak: Universitas Muhammadiyah Pontianak
- Novianti, D. (2018). Analisis Spasial Kualitas Air Tanah dan Air Permukaan Akibat Aktivitas di Sekitar TPA Sampah Terjun Kota Medan. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Ovianka, G., Fitrianiingsih, Y., & Sulastri, A. Reduksi Pencemar Cadmium (Cd) Pada Tanah Gambut Di Sekitar Tpa Menggunakan Vermiremediasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 5(1).
- Pertiwi, P.C., Winardi, dan Jati, D.R. (2016) Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatica*) Yang Tumbuh Di TPA Sampah Batu Layang Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN* 1(1)
- Wahyudi, R., Damanhuri, E. dan Widyarsana, I.M.W. (2017) Kajian Evaluasi Dan Arahan Zonasi TPA Batu Layang Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 23(2), hlm. 83-93

Biografi Penulis

Nama Ahmad Imaduddin. Lahir di Pontianak, 1 Mei 1998.