
PENURUNAN KADAR pH DENGAN METODE FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR DAN TANAH LIAT PADA WATER TREATMENT PLANT PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA (PPSDM MIGAS) CEPU

Miftakhul Khoiriah*

Universitas Bojonegoro, Indonesia
Email: miftakhulkhoiriah01@gmail.com

Rizky Stighfarrinata

Universitas Bojonegoro, Indonesia
Email: stighfarrinatarizky@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: December 14, 2022

Accepted: December 20, 2022

Published: March 13, 2023

Page: 1-8

Keyword:

clean_water, filtrasi, pH

*Corresponding Author

Miftakhul Khoiriah

Abstract

Water is essential for development and growth, benefiting both humans and other living organisms. Clean water scarcity is a common issue, leading to a crisis as demand grows. Polluted water consumption can cause health problems like diarrhea, cholera, polio, and poisoning. Diarrhea, often linked to water pollution, can lead to dehydration and death, especially in children, while poisoning can cause anemia, hypertension, and nervous system issues. To address this, effective water treatment is necessary, and filtration is an affordable, accessible option. While activated carbon is commonly used, it is expensive. This study shows that sand and clay are effective for treating contaminated water, achieving 95% pH normalization and meeting the required standards.

Air sangat penting untuk perkembangan dan pertumbuhan, baik bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Kekurangan air bersih merupakan masalah umum yang sering dihadapi, yang menyebabkan krisis karena permintaan yang terus meningkat. Konsumsi air yang tercemar dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti diare, kolera, polio, dan keracunan. Diare, yang sering dikaitkan dengan pencemaran air, dapat menyebabkan dehidrasi dan kematian, terutama pada anak-anak, sementara keracunan dapat menyebabkan anemia, hipertensi, dan gangguan sistem saraf. Untuk mengatasi hal ini, pengolahan air yang efektif sangat diperlukan, dengan filtrasi sebagai opsi yang terjangkau dan mudah diakses. Meskipun karbon aktif sering digunakan, harganya cukup mahal. Penelitian ini menunjukkan bahwa pasir dan tanah liat efektif untuk mengolah air yang tercemar, dengan kemampuan menormalkan pH hingga 95% dan memenuhi standar yang ditetapkan.

Copyright © 2023 The authors. JTMSI is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Pendahuluan

Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan dimanfaatkan manusia. Untuk mengkonsumsi air diperlukan instansi kesehatan dan juga persyaratan air sebagai acuan. Karena terdapat resiko pencemaran bakteri *Escherichia Colli* walaupun di masak hingga suhu 100°C. Berbagai syarat dan standar merupakan satu kesatuan yang harus dipenuhi secara keseluruhan. Sehingga bila ada satu syarat yang tidak terpenuhi, dapat di ambil keputusan air tersebut tidak layak untuk di konsumsi. Air permukaan memiliki kualitas berbeda dengan air tanah. Air permukaan yang mengalami kontak secara langsung dengan mineral-mineral yang larut pada saat infiltrasi ke dalam tanah, maka akan terjadi reaksi kimia dan terjadi perubahan pada kualitas air. Oksigen di dalam air menurun digantikan oleh karbondioksida yang diakibatkan oleh kegiatan biologis. Air mempunyai senyawa mineral dengan konsentrasi yang tinggi seperti kalsium (Ca), logam berat seperti Fe dan Mn, Mg akan mengakibatkan kesadahan terhadap air. Umumnya air di alam mengandung Fe dan Mn disebabkan adanya kontak langsung antara air dengan lapisan tanah yang mengandung Fe dan Mn. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 2017, bahwa air bersih adalah air yang digunakan sebagai keperluan sehari-hari dengan kualitas air yang sesuai dengan syarat kesehatan adapun dapat diminum apabila telah dimasak. Syarat-syarat kualitas air yang dikatakan sebagai air bersih harus memenuhi syarat kesehatan. Syarat kesehatan tersebut mencakup syarat-syarat kimia, fisika, radioaktivitas, dan mikrobiologi. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 37/MEN.KES/PER/IX/2017 menetapkan tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Air Bersih

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Kekeruhan	Skala NTU	25
Mn (Mn)	Mg/l	0,5
Kesadahan	Mg/l	500
Keasaman pH	-	6,5 - 9,0

Sesuai dengan ketentuan badan dunia (WHO) ataupun badan setempat (Departemen Kesehatan) serta ketentuan maupun peraturan lain yang berlaku seperti *American Public Health Association* (APHA) atau Asosiasi Kesehatan Masyarakat Amerika Serikat, sesuai tidaknya air untuk kehidupan manusia ditentukan berdasarkan persyaratan kualitas secara fisik, biologis dan kimia. Persyaratan yang telah ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia *World Health Organization* (WHO) telah menentukan standar air bersih yang layak bagi kehidupan seperti, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Pertumbuhan mikroorganisme paling cepat pada media air, oleh sebab itu air yang dimanfaatkan oleh individu harus sesuai dengan syarat kesehatan. Agar memperoleh air yang sesuai persyaratan dapat dilakukan langkah-langkah pengolahan meliputi proses penyimpanan, penyaringan dan klorinasi^[1]. Dari aspek kualitas, air bersih yang layak untuk digunakan harus memenuhi syarat fisik, kimia dan juga mikrobiologi. Syarat fisik, antara lain : air harus bersih dan tidak keruh, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, suhu tidak berbeda lebih dari 30C dari suhu udara dan tidak meninggalkan endapan. Syarat fisik tidak berbau, tidak berasa dan jernih. Sementara syarat kimiawi, antara lain: tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, cukup yodium, pH air antara 6,5-8,5. Syarat mikrobiologi, antara lain: tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.

Persyaratan Fisika

Persyaratan Fisika Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Air yang kualitasnya baik tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan

PENURUNAN KADAR pH DENGAN METODE FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR DAN TANAH LIAT PADA WATER TREATMENT PLANT PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA (PPSDM MIGAS) CEPU

rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap; jumlah padatan terapung air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan yaitu 1000 mg/L; suhu air yang baik mempunyai temperatur normal, 8° dari suhu kamar 27°C. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar, misalnya fenol atau belerang, atau sedang terjadi dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

Persyaratan Kimia

Derajat Keasaman (pH) menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral, pH = 7. Air dengan pH kurang dari 7 bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa. Kandungan bahan kimia organik air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas, maka dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Hal ini terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai menjadi racun berbahaya. Bahan kimia yang termasuk anorganik antara lain garam dan ion-ion logam. Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti Ca^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mg^{2+} . Secara umum, kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

Persyaratan Biologis

Tidak mengandung organisme patogen. Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme patogen yang terdapat dalam air berasal dari go-49 | WARTA PENGABDIAN longan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit. Selain itu, tidak mengandung mikroorganisme non patogen. Mikroorganisme non patogen dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lendir, dan kerak pada pipa. Tujuan dari pengabdian masyarakat ini adalah penjernihan air sumur dengan metode filtrasi dan memberikan manfaat yaitu meningkatnya kualitas air sumur secara bakteriologis, kimia dan fisik. Konsentrasi ion hidrogen merupakan kualitas dari air bersih maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Nilai pH yang baik bagi air bersih sebesar 7 (tujuh) atau netral semakin kecil nilai pH sampel, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam, konsentrasi ion hidrogen dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan^[2]. Sistem pengukuran dalam pH meter menggunakan sistem pengukuran secara potensimetri, pH meter berisi elektroda kerja dan elektroda referensi. Perbedaan potensial antara dua elektroda tersebut sebagai fungsi dari pH dalam larutan yang diukur. Sinyal tegangan yang dihasilkan pada pengukuran dengan elektrode pH berada pada kisaran mV, sehingga perlu diperkuat dengan penguat operasional. Filtrasi merupakan suatu proses untuk mereduksi air yang zat tersuspensi kontaminan melalui media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori, media maka akan membuat air menjadi lebih bersih. Bahan media filter yang sesuai bahkan dapat menghilangkan partikel-partikel kimiawi maupun organik yang terdapat di dalam air seperti

kekeruhan,berwarna,berminyak, berlumpur dan berkarat. Oleh sebab itu, agar mendapatkan hasil air yang bagus dan jernih dengan hasil yang maksimal pada pengolahan air bersih perlu didukung oleh media filter air yang tepat. Karena media filter yang akan menentukan kualitas air yang diharapkan^[3]. Pasir adalah contoh bahan material yang berbentuk butiran. Butiran pada pasir, umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena pasir memiliki rongga-rongga yang cukup besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya. Dan seperti yang kita ketahui pasir juga sangat penting untuk bahan material bangunan bila dicampurkan dengan perekat Semen. Pasir merupakan bahan pokok dalam proses pembangunan.Selain itu, material pasir juga tidak dapat dipisahkan penggunaannya dalam dunia industri. Seringkali dalam dunia industri dibutuhkan material pasir yang telah diproses. Karena untuk proses filtrasi membutuhkan ukuran pasir yang berbeda maka dilakukan pengayakan, Pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan. Proses pengayakan juga digunakan sebagai alat pembersih, pemisah kontaminan yang ukurannya berbeda dengan bahan baku. Pengayakan memudahkan kita untuk mendapatkan pasir dengan ukuran yang seragam. Dengan demikian pengayakan dapat didefinisikan sebagai suatu metoda pemisahan berbagai campuran partikel padat sehingga didapat ukuran partikel yang seragam serta terbebas dari kontaminan yang memiliki ukuran yang berbeda dengan menggunakan alat pengayakan^[4]. Tanah liat (lempung) digunakan sebagai penyerap logam berat karena lempung merupakan bahan berpori serta kandungan kation di dalamnya bersifat dapat bertukar dengan kation dari larutan lain. Lempung terdiri dari unit silika dan alumina. Perbandingan alumina dan silikanya yang bervariasi menunjukkan adanya spesies mineral lempung. Tanah liat, kandungan mineralnya adalah montmorilonit yang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak,bila dibandingkan dengan mineral lainnya,sehinggga tanah mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air dan mengembang. Pada permukaan lempung tersebar muatan-muatan negatif, akibat adanya muatan negatif tersebut, lempung dapat menyerap kation logam dan hidrogen. Apabila kation yang berada di dalam memiliki kuat ikat yang besar maka akan terjadi kesulitan para proses desorpsinya. Sebaliknya untuk kation yang dengan kuat ikat lemah, desorpsi akan mudah terjadi. Potensi pengembangannya sangat erat hubungannya dengan indeks plastisitasnya, sehingga suatu tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu didasarkan indeks plastisitasnya^[5]. Penelitian lain menyebutkan bahwa tanah liat dan pasir terbukti efektif untuk mengolah air kotor menjadi air bersih. Tanah liat memiliki karakteristik ruang antar lapis, gugus silanol dan aluminol yang memungkinkan dapat berfungsi sebagai membrane support untuk produksi membran, yang sebagai salah satu bahan filter untuk menghasilkan air bersih,sedangkan Pasir juga memiliki kemampuan memisahkan flok-flok yang belum sempat mengendap. Media pasir dan tanah liat dimanfaatkan karena selain murah juga mudah didapatkan.kualitas pasir dan tanah liat yang akan digunakan harus baik karena mempengaruhi hasil penyaringan^[6].

Tabel 2. Efektivitas Media Filtrasi

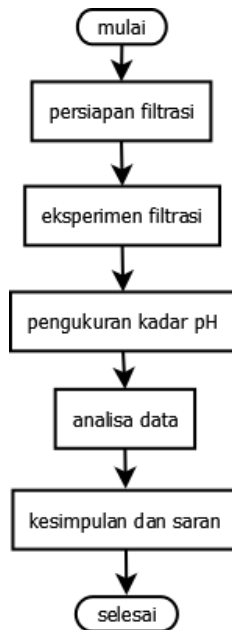
Parameter	Efektivitas (%)
BOD	53 %
COD	54 %
Amonia	63,6 %
Mn	96 %
Fe	99,960 %

PENURUNAN KADAR pH DENGAN METODE FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR DAN TANAH LIAT PADA WATER TREATMENT PLANT PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA (PPSDM MIGAS) CEPU

Tabel 2. Efektivitas Media Filtrasi (lanjutan)

Parameter	Efektivitas (%)
Kesadahan	91,06 %
Kekeruhan	96,88 %
pH	7,34 %
TSS	83,8 %
Seng	95 %
Timbal	52,32 %

Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Sumber: dokumen pribadi

Hasil dan Pembahasan

1. Persiapan Sampel

Pengambilan sampel air akan dilakukan di aliran sungai bengawan solo kurang lebih 2 liter, sedangkan penelitian dilakukan di Laboratorium unit Water Treatment Plant. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Gelas ukur, pH meter dan kertas tisu. Sedangkan bahan tambahn yang digunakan Botol kemasan ukuran 1 lt, kasa, kerikil, pasir kasar, pasir halus dan tanah liat. Semua bahan dicuci sampai bersih untuk menghilangkan partikel-partikel pengotor. Jika sudah dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari selama 1 hari [7].

- Sample air dialirkan melalui filter 1 pasir kasar dengan ketebalan 5 cm. Filtrat yang diperoleh kemudian ditampung untuk di hitung pH.
- Sampel air dialirkan melalui filter 2 pasir halus dengan ketebalan 10 cm hasil dari ayakan pasir kasar. Filtrat yang diperoleh kemudian ditampung untuk di hitung pH.
- Filtrat dari hasil filter pasir kemudian dialirkan ke filter 3 tanah liat dengan ketebalan 15 cm. Filtrat yang diperoleh kemudian ditampung untuk di hitung pH.

Water Treatment Plant (WTP) atau Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air baku (influent) terkontaminasi untuk mendapatkan perawatan kualitas air yang diinginkan sesuai standart mutu atau siap untuk di konsumsi. Water Treatment Plant (WTP) atau Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan sarana yang penting di seluruh dunia yang akan menghasilkan air bersih dan sehat untuk di konsumsi.



Gambar 2. Instalasi Penyaringan Air
Sumber : Olah data

Ketebalan media pada proses filtrasi mempengaruhi hasil proses filtrasi. Semakin tebal media filtrasi maka semakin luas permukaan penahan atau pengikat kontaminan semakin besar dan jarak yang ditempuh air semakin panjang. penggunaan media pasir dan tanah liat mampu menurunkan kontaminan 95 % Hal ini memperkuat teori bahwa, semakin kecil ukuran bulir media filter maka efisiensi removal akan meningkat. Sampel air yang telah dijernihkan kemudian dianalisis di Laboratorium pengujian di unit Water Treatment Plant untuk dilakukan pengujian pH. Pengujian terhadap parameter kualitas air tersebut dilakukan untuk air Bengawan Solo (umpan), air hasil filtrasi pasir dan air hasil filtrasi tanah liat.

2. Pengukuran Parameter pH

Pengukuran pH dari sampel air sungai akan dibaca menggunakan alat pengukur pH meter dapat dilihat pada gambar cara pengukuran pH dijelaskan sesuai dengan (SNI 06-6898.11-2004) sebagai berikut:

- Kertas tisu untuk mengeringkan elektroda,selanjutnya bersihkan menggunakan air suling.
- Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- pH meter dicelupkan kedalam elektroda sehingga menunjukkan pembacaan yang akurat.
- Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan pH meter.

3. Hasil Pengujian

Hasil Pengujian menunjukkan terjadi kenaikan pH air. Kenaikan pH ini dikarenakan pada saat proses pemfilteran, air yang mengalir melalui media filter mengalami tumbukan atau benturan antar molekul air yang mengakibatkan terjadinya gelembung-gelembung udara (air melepaskan oksigen) sehingga terjadi reaksi ion yang mengakibatkan air kelebihan ion H^+ , sehingga pH air meningkat. Ketebalan media pada proses filtrasi mempengaruhi hasil proses filtrasi. Semakin tebal media filtrasi maka semakin luas permukaan penahan atau pengikat kontaminan semakin besar dan jarak yang ditempuh air semakin Panjang.

PENURUNAN KADAR pH DENGAN METODE FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR DAN TANAH LIAT PADA WATER TREATMENT PLANT PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA (PPSDM MIGAS) CEPU

Tabel 2. Hasil Lab Pengujian pH

No. Sampel	Hasil Lab. Sampel Air pH			
	Kontrol (mg/l)	Filter-1 (mg/l)	Filter-2 (mg/l)	Filter-3 (mg/l)
1	5,23	7,49	7,53	7,75
2	5,23	7,41	7,48	7,71
3	5,23	7,39	7,45	7,74
Rerata	5,23	7,43	7,49	7,73

Hasil Pengujian menunjukkan terjadi kenaikan pH air. Kenaikan pH ini dikarenakan pada saat proses pemfilteran, air yang mengalir melalui media filter mengalami tumbukan atau benturan antar molekul air yang mengakibatkan terjadinya gelembung-gelembung udara (air melepaskan oksigen) sehingga terjadi reaksi ion yang mengakibatkan air kelebihan ion H⁺, sehingga pH air meningkat. Dalam lempung memiliki efektivitas besar terhadap ion H⁺ dalam air, sehingga ion H⁺ dalam air sebagai sumber asam akan banyak berikatan dengan gugus silanol dan aluminol dalam tanah liat, mengakibatkan menurunnya konsentrasi ion H⁺ dalam air yang menyebabkan meningkatnya nilai pH. Ketebalan media pada proses filtrasi mempengaruhi hasil proses filtrasi. Semakin tebal media filtrasi maka semakin luas permukaan penahan atau pengikat kontaminan semakin besar dan jarak yang ditempuh air semakin panjang.

Tabel 3. Hasil Kadar pH Pada Tahapan Filter

LAB pH				
Tukey HSD		Subset		
Parameter	N	1	2	3
Kontrol	3	5.2300		
Filter 1	3		7.4300	
Filter 2	3		7.4867	
Filter 3	3			7.7333
Sig.		1.000	.268	1.000

*Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means
The error term is Mean Square(Error) = ,001.*

Setelah melakukan pengujian kadar pH pada setiap filter, dilakukan uji statistik ANNOVA kadar pH yang menghasilkan sebagai berikut:

Tabel 4. Uji Statistika ANNOVA Kadar pH

Test of Between-Subject Effects

Dependent Variable: LAB pH

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.266 ^a	3	4.089	3.3361E3	.000
Intercept	582.971	1	582.971	4.792E5	.000
Pengujian	12.266	3	4.089	3.361E3	.000
Error	.010	8	.001		
Total	595.247	12			
Corrected Total	12.276	11			

R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,999)

Berdasarkan tabel 3 pada kolom pengujian, diperoleh nilai sig sebesar $0.000 < 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa “ada perbedaan hasil pada filtrasi” berdasarkan penggunaan filter tanah liat dan pasir. Sebagai hasil filtrasi, pH air yang awalnya asam yaitu 5 setelah melalui filter tanah liat dan pasir, air Bengawan Solo memiliki rata-rata pH 7. Nilai pH ini memenuhi syarat air bersih yang ditetapkan oleh kementerian kesehatan republik indonesia dalam Permenkes RI No. 907/MENKES/VII/2002 yaitu pH 6,5-9. Jadi berdasarkan nilai pH tanah liat dan pasir berhasil menaikkan pH air Bengawan Solo sebagai sumber air bersih^[8].

Kesimpulan

Filtrasi menggunakan media pasir dan tanah liat mampu menormalkan 95 % pH sebesar 7 sehingga sesuai dengan syarat air bersih menurut Permenkes RI No. 907/MENKES/VII/2002 dengan nilai parameter pH yang sudah ditentukan. Sedangkan untuk saran bagi penelitian selanjutnya yaitu dengan menambahkan parameter pengujian lain agar lebih menyakinkan bahwa media pasir dan tanah liat mampu untuk dijadikan media filtrasi alternatif dan Adanya pengembangan dalam mendesain media filtrasi agar sesuai dengan peraturan kementerian kesehatan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Mashadi, B. Surendro, A. Rakhmawati, and M. Amin, “PENINGKATAN KUALITAS pH, Fe DAN KEKERUHAN DARI AIR SUMUR GALI DENGAN METODE FILTRASI,” *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 2, p. 105, 2018, doi: 10.20961/jrrs.v1i2.20660.
- [2] M. Ngafifuddin, S. Sunarno, and S. Susilo, “PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X,” *J. Sains Dasar*, vol. 6, no. 1, p. 66, 2017, doi: 10.21831/jsd.v6i1.14081.
- [3] R. Coenraad, Wiratno, and Karelius, “Perancangan Filter Penjernih Air Sungai Kahayan Berbasis Pasir Silika Dan Lempung Alam Asal Kalimantan Tengah,” *J. Jejaring Mat. dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 70-76, 2019, doi: 10.36873/jjms.v1i2.213.
- [4] A. Fitriana, T. Mayang Sari, and H. Septina Carolina, “Pengaruh Media Tanam Pasir, Arang Sekam, dan Aplikasi Pupuk LCN terhadap Jumlah Tunas Tanaman Tin (*ficus carica L.*) sebagai sumber belajar biologi,” *Bioeducation*, vol. 7, no. 1, pp. 2-3, 2020.
- [5] F. N. Landangkasiang, O. B. A. Sompie, and J. E. R. Sumampouw, “Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah Gypsum,” *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 2, pp. 197-204, 2020.
- [6] F. Sains Dan, “PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI MENGGUNAKAN MEDIA PASIR BESI TUGAS AKHIR Diajukan Oleh: MUHAMMAD HAZIM MULIA NIM. 160702089 Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Lingkungan.”
- [7] [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan, “PERATURAN MENTERI KELAUTAN DAN PERIKANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 56/PERMEN-KP/2016 TENTANG LARANGAN PENANGKAPAN DAN/ATAU PENGELUARAN LOBSTER (*Panulirus spp.*), KEPITING (*Scylla spp.*), DAN RAJUNGAN (*Portunus spp.*) DARI WILAYAH NEGARA REPUBLIK INDONESIA,” ISSN 2502-3632 ISSN 2356-0304 *J. Online Int. Nas. Vol. 7 No.1, Januari - Juni 2019 Univ. 17 Agustus 1945 Jakarta*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699, 2019, [Online]. Available: www.journal.uta45jakarta.ac.id.
- [8] R. Stighfarrinata and F. Ashari, “Integrasi Servqual, Kano dan QFD untuk Analisis Peningkatan Kualitas Layanan Demi Tercapainya Kepuasan Pelanggan PT. Kharisma Sejahtera Daihatsu Cabang Bojonegoro,” *J. Manaj. dan Inov.*, vol. 5, no. 1, pp. 65-79, 2022, doi: 10.15642/manova.v5i1.765.