

## Desain Sistem Penjernihan Air Berbasis Tenaga Surya untuk Pengolahan Air Bersih

Imaniah Sriwijayasih<sup>1</sup>  
Aang Wahidin<sup>2</sup>  
Priyambodo Nur Ardi Nugroho<sup>3</sup>  
Dika Rahayu Widiana<sup>4</sup>  
Sumardiono<sup>5</sup>  
Boedi Herijono<sup>6</sup>  
Rikky Leonard<sup>7</sup>  
Septaviola Dini Utami<sup>8</sup>  
Masaril Fatahilah<sup>9</sup>  
Cindy Putri Maharani<sup>10</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10</sup>Department of Marine Engineering, Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111

<sup>1</sup>Korespondensi penulis: [imaniah.sriwijayasih@ppns.ac.id](mailto:imaniah.sriwijayasih@ppns.ac.id)

**Article Info:** Received: February 17, 2025 Accepted: March 17, 2025 Available online: April 15, 2025

**DOI:** 10.30588/jeemm.v9i1.2149

**Abstrak:** Saringan pasir lambat adalah sistem penyaringan air alami yang menggunakan pasir halus kaya kuarsa sebagai media filter. Proses penyaringan berjalan secara gravitasi dengan kecepatan yang lambat dan merata di seluruh permukaan pasir, yang melibatkan proses fisis, biokimia, dan biologis secara bersamaan. Untuk mencapai kualitas air yang diinginkan, sistem penyaringan dirancang menggunakan pipa PVC 8". Tujuan utama perancangan ini adalah untuk mematangkan media pasir penyaring dan membentuk lapisan kulit saringan yang efektif, sehingga proses biokimia dan biologis dapat berlangsung dengan optimal. Dalam perancangan ini, media pasir silika dan kerikil digunakan untuk proses fisik dan kimia, sedangkan lampu ultraviolet digunakan untuk menghilangkan bakteri *E.Coli* dalam proses biologis. Hasil perancangan menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar PERMENKES No.16 Tahun 2005. Penyinaran menggunakan Lampu UV selama satu jam menunjukkan penurunan bakteri *E.Coli* sebesar 29/100 ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama penyinaran, semakin berkurang bakteri yang terkandung dalam air sungai. Sistem ini dapat beroperasi selama 5 jam dengan bantuan panel surya 100 Wp, aki 12 volt 18 Ah, dan pompa DC 50 watt, bahkan hanya dengan sinar matahari. Efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sehingga semakin tinggi intensitas matahari, semakin tinggi pula efisiensi yang dihasilkan.

**Kata kunci:** filtrasi, saringan pasir lambat, solar cell, pasir silika

**Abstract:** A slow sand filter is a natural water filtration system that uses fine quartz-rich sand as a filter medium. The filtration process runs by gravity at a slow and even speed over the entire surface of the sand, involving physical, biochemical and biological processes simultaneously. To achieve the desired water quality, the filtration system was designed using 8" PVC pipes. The main aim of this design is to mature the filter sand media and form an effective filter skin layer, so that biochemical and biological processes can take place optimally. In this design, silica sand and gravel media are used for physical and chemical processes, while ultraviolet lamps are used to eliminate *E.Coli* bacteria in biological processes. The design results show that the resulting product meets the standards of PERMENKES No. 16 of 2005. Irradiation using a UV lamp for one hour shows a reduction in *E. Coli* bacteria by 29/100 ml. This shows that the longer the exposure, the less bacteria contained in river water. This system can operate for 5 hours with the help of a 100 Wp solar panel, 12 volt 18 Ah battery, and 50 watt DC pump, even just with sunlight. The efficiency of solar panels is greatly influenced by the intensity of sunlight, so the higher the intensity of the sun, the higher the efficiency produced.

**Keywords:** filtration, slow sand filter, solar cell, silica sand

## 1. Pendahuluan

Sungai Musi merupakan sungai terpanjang kedua di Sumatera, setelah Sungai Batanghari. Aktivitas manusia dan alam di sekitar Sungai Musi, seperti pertambangan, perkebunan, dan pertanian, berdampak signifikan pada kehidupan biota air dan kesehatan masyarakat sekitar. Aktivitas tersebut juga menyebabkan pencemaran logam berat seperti merkuri. Parameter kualitas lingkungan dan air dapat dibagi menjadi dua kategori: primer dan sekunder. Parameter primer mencakup senyawa kimia yang tidak bereaksi dengan senyawa lain, seperti pestisida dan logam berat. Sementara itu, parameter sekunder merupakan hasil interaksi atau reaksi kimia antara parameter primer yang membentuk senyawa baru. Untuk memantau kualitas perairan, beberapa parameter seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi anion dan kation biasanya diamati (Insani et al., 2022). Selain itu, keberadaan *Escherichia coli* dalam air juga dianggap sebagai indikator keberadaan patogen lainnya. Berbagai upaya telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dasar air, salah satunya dengan mengolah air sungai menjadi air bersih. Teknologi pengolahan air menggunakan media butiran pasir merupakan salah satu metode yang dikembangkan. Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan keefektifan metode ini dalam menghasilkan air bersih yang berkualitas. Teknologi saringan pasir lambat dianggap mudah dan tidak memerlukan biaya yang besar, sehingga dapat dibuat dalam skala rumah tangga (Fitriani et al., 2022). Teknologi ini memanfaatkan bak saringan dengan media pasir halus yang kaya akan kuarsa. Proses penyaringan berjalan secara gravitasi dan bersamaan di seluruh permukaan mediasehingga sangat efektif dalam menghilangkan kekeruhan dan total coliform dari air sungai. Model sand filter merupakan bagian dari sistem saringan yang menggunakan media pasir untuk air bersih yang berkualitas. Sistem Saringan Pasir Lambat (SPL) dibagi menjadi dua jenis berdasarkan arah aliran air, yaitu upflow dan downflow. Perbedaan antara upflow dan downflow terletak pada arah aliran air, yaitu upflow dari bawah ke atas dan downflow dari atas ke bawah (ARDIATMA, 2021). Desain yang dihasilkan adalah sistem filtrasi Saringan Pasir Lambat (SPL) berbasis energi surya dengan menggunakan teknologi solar cell. Berdasarkan deskripsi diatas peneliti berupaya merancang penelitian tentang sistem Saringan Pasir Lambat (SPL) jenis downflow skala kecil yang efektif dalam menghasilkan air bersih, dengan menganalisis sifat fisik, kimia, dan biologis air yang dihasilkan. Penelitian ini juga akan memvariasikan ketebalan pasir untuk menemukan sistem SPL yang paling efektif dan dapat dijadikan rekomendasi untuk penggunaan skala rumah tangga. Dengan menggunakan saringan pasir lambat downflow, pengolahan air dapat mengatasi masalah air yang keruh dan bermasalah, sehingga kualitas air menjadi lebih baik dan aman digunakan oleh masyarakat sekitarnya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menciptakan air bersih melalui sistem Saringan Pasir Lambat (SPL) jenis downflow skala kecil yang efektif dan mengedukasi masyarakat agar dapat mengolah air secara mandiri serta mendapat air bersih layak dipergunakan.

## II. Bahan dan Metode

### 2.1 Saringan Pasir Lambat

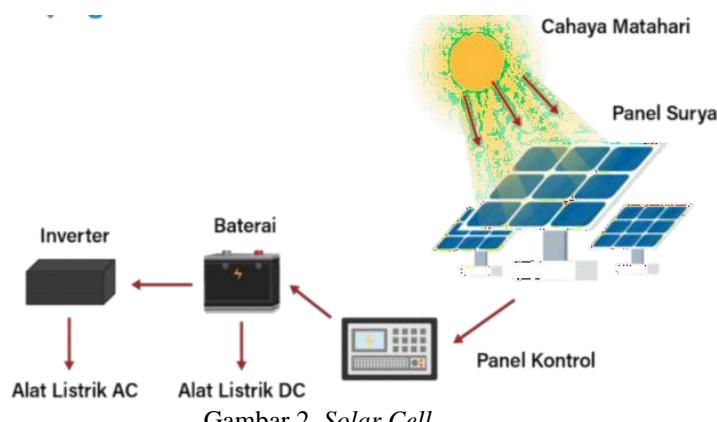
Konsep saringan pasir lambat dan ultraviolet bertenaga surya merupakan solusi efektif untuk mengatasi dampak lingkungan. Saringan pasir lambat (SPL) menggunakan bak saringan dengan pasir sebagai media filter untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan dari air. Proses penyaringan SPL melibatkan kombinasi proses fisis, biokimia, dan biologis. Bangunan SPL terbuat dari beton, ferosemen, atau fiber glass, dan dilengkapi dengan sistem saluran dan bak pengontrol. Pasir silika dengan ukuran butiran kecil dan kandungan kuarsa tinggi digunakan sebagai media penyaring utama. Penambahan kerikil dapat memperbaiki proses penyaringan dengan menyediakan oksigen untuk sistem biofiltrasi. Kerikil penyaring dipilih untuk mencegah pasir masuk ke dalam rongga penampung air. Diameter kerikil yang digunakan bervariasi, dengan ketebalan lapisan 50-70 cm.



Gambar 1. Saringan Pasir Lambat

## 2.2 Solar Cell

Sinar UV adalah radiasi yang efektif dalam menghancurkan mikroorganisme seperti kuman dan virus. Sumber sinar UV tidak hanya berasal dari cahaya matahari, tetapi juga dapat dihasilkan oleh lampu yang memiliki panjang gelombang rendah dan mengandung merkuri dengan tekanan rendah. Kemampuan sinar radiasi tersebut disebabkan jenis sinar UV memiliki panjang gelombang 4nm-400nm dimana bentuk organisme akan mati bila terpapar oleh sinar radiasi pada rentang 365 nm. Penyinaran UV selama 1 menit terbukti efektif membunuh mikroorganisme hingga 80%. Sinar ultraviolet (UV) merupakan metode efektif untuk membunuh bakteri. Umur lampu UV biasanya 2-3 tahun (9000 jam), tergantung pada frekuensi penggunaan. Kemampuan sterilisasi lampu UV ditentukan oleh intensitas dan lamanya penyinaran. Kemampuan sterilisasi lampu UV ditentukan oleh kapasitasnya dalam galon per menit (GPM). Semakin tinggi intensitas GPM, maka semakin tinggi pula daya lampu UV yang diperlukan. Contohnya, untuk kapasitas 12 GPM, dibutuhkan lampu UV 40 watt. Dosis sinar UV dihitung dengan mengalikan intensitas cahaya dengan waktu pemaparan, dengan satuan  $\text{mJ/cm}^2$ . Dalam pengolahan menggunakan UV dikenal D10 yang didefinisikan sebagai dosis yang dibutuhkan untuk mengurangi mikroorganisme hingga 90% dari total mikroorganisme dalam air yang diolah. Lampu UV yang menghasilkan sinar UV memiliki prinsip kerja yang mirip dengan lampu fluorescent. Tabung lampu UV diisi dengan gas inert seperti argon dan merkuri dalam jumlah terbatas. Untuk menghemat biaya listrik, sistem sinar UV berskala besar dapat digantikan dengan panel surya atau photovoltaic cell yang disalurkan ke alat sinar UV.

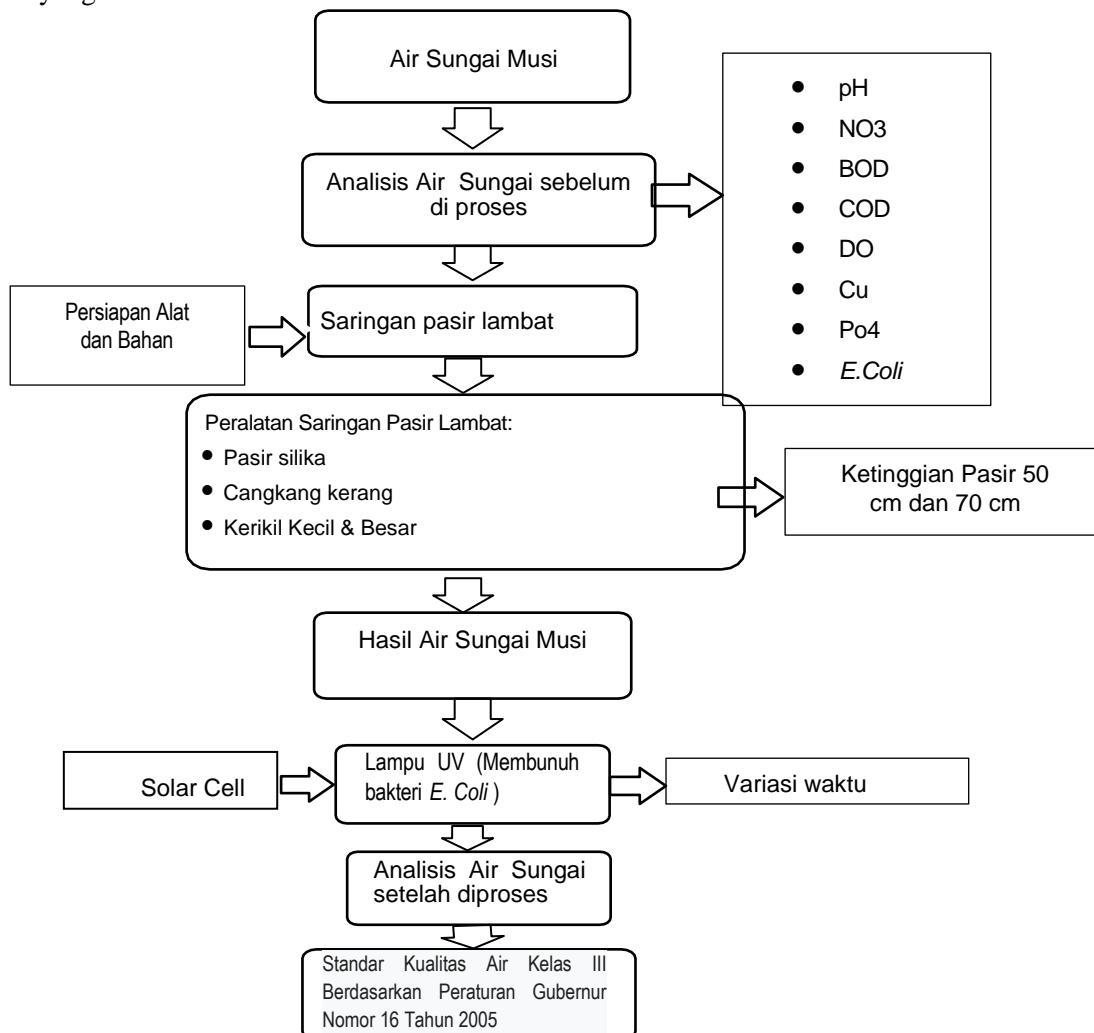


Gambar 2. Solar Cell

Prinsip kerja alat penjernih air tenaga surya berdasarkan pada tiga cara perpindahan panas, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Panas disalurkan melalui pelat penyerap dan dinding saluran secara konduktif, kemudian dipindahkan ke air melalui konveksi dan radiasi. Proses penjernihan air menggunakan energi surya terjadi melalui beberapa tahap. Pertama, radiasi matahari diserap oleh kolektor dan diubah menjadi panas. Panas ini kemudian dikonduksikan ke pipa berisi air, sehingga air menjadi panas dan bergerak ke atas. Air panas ini kemudian menguap dan menempel pada kaca penampung uap air, lalu mengembun dan mengalir ke talang. Akhirnya, air hasil olahan ini terkumpul di bak penampungan dan siap digunakan.

### 2.3 Prosedur Kerja

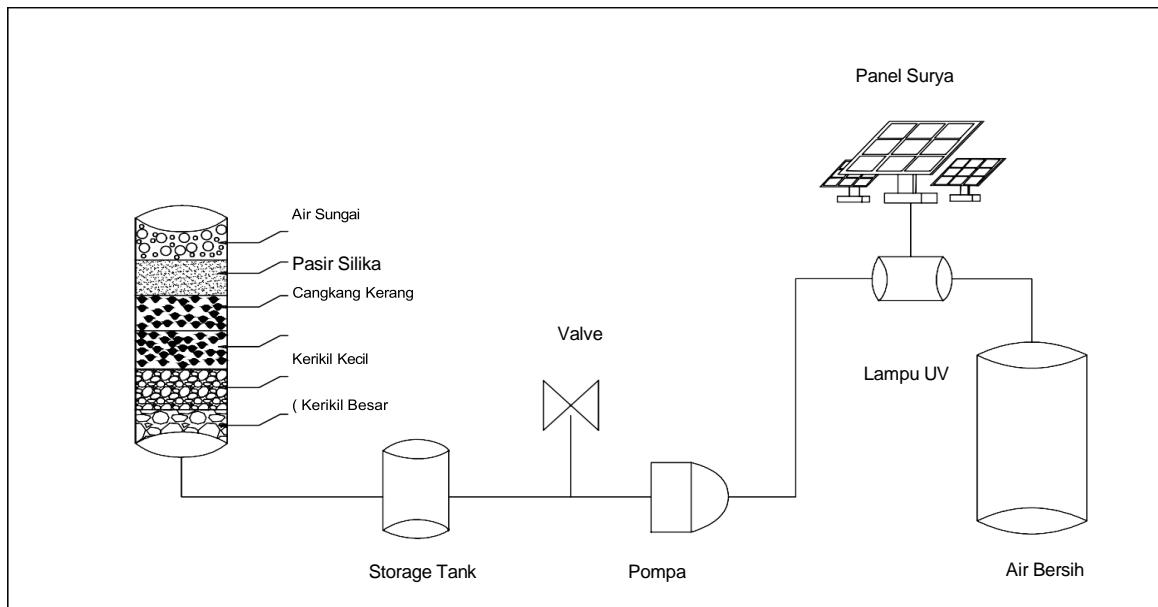
Sistem filter air anaerobik pada gambar 3 memerlukan beberapa lapis saringan yang terbuat dari berbagai bahan. Limbah cangkang kerang merupakan salah satu bahan yang efektif karena mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang dapat memisahkan air dari logam-logam berat. Proses pembuatan media filter dari limbah cangkang kerang melibatkan beberapa tahap yaitu cangkang kerang disikat untuk menghilangkan kotoran kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari, dihancurkan menggunakan alat penumbuk atau mill grinder kemudian dipilah menggunakan mesin pengayak. Setelah proses tersebut, limbah cangkang kerang dapat digunakan sebagai media filter dalam proses filtrasi air. Hasil output dari proses filtrasi ini kemudian diuji untuk menentukan parameter-parameter yang sesuai.



Gambar 3. Diagram Alir Saringan Pasir Lambat dan *Solar Cell*

### III. Hasil dan Pembahasan

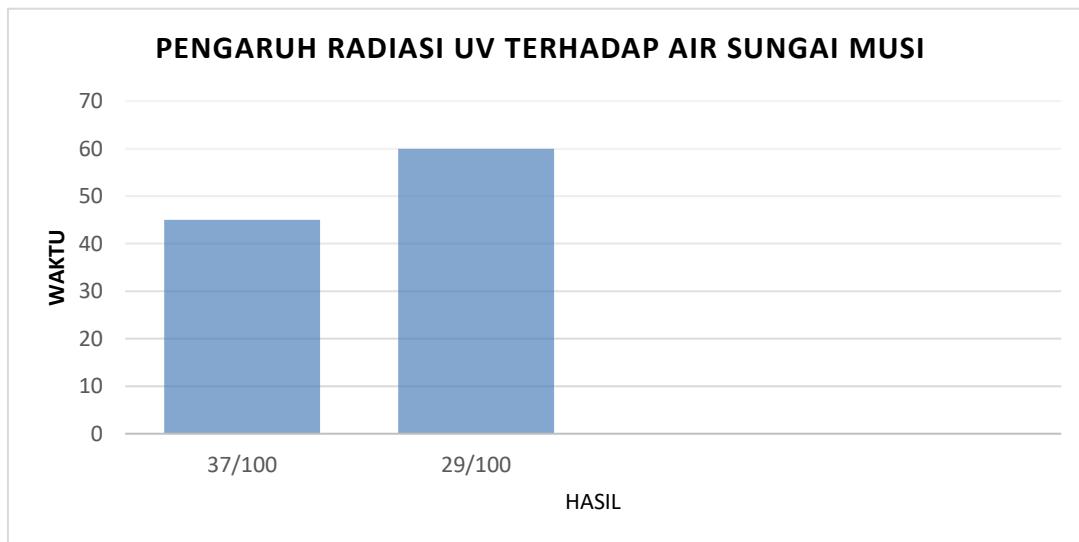
Sistem filtrasi air ini menggunakan 5 tabung yang terbuat dari galon dengan volume 19 liter, disusun secara bertumpuk dengan ketinggian 150 cm. Setiap tabung berisi beberapa lapisan media filtrasi, meliputi pasir silika, cangkang kerang, kerikil kecil, dan kerikil besar. Detail penyusunan media filtrasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Seperangkat Alat Saringan Pasir Lambat dan *Solar Cell*

Gambar 4 menampilkan alat saringan pasir lambat berbasis tenaga surya. Kekeruhan air ditentukan oleh jumlah partikel-partikel zat yang tergenang di dalam air, seperti tanah liat, lumpur, zat organik, dan plankton mikroskopis. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekeruhan air meliputi benda-benda halus yang disuspensi, jasad-jasad renik seperti plankton, dan warna air itu sendiri yang disebabkan oleh zat-zat koloid. Semakin kuat intensitas sinar, semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan warna pada air. Untuk mengukur tingkat kekeruhan pada air baku, dapat digunakan alat yang disebut Turbidity Meter. Penggunaan alat Turbidity Meter memungkinkan analisis kualitas fisik air yang lebih akurat. Untuk mengatasi kekeruhan air sungai, telah dikembangkan berbagai metode pengolahan, termasuk teknik penyaringan yang sederhana, efektif, dan ramah lingkungan, sehingga dapat diterima dan dilaksanakan oleh masyarakat dengan biaya yang terjangkau. Menurut Budiman et al (2017), ada tiga metode pengolahan air yaitu pengolahan air secara fisik menggunakan teknik filtrasi dan sedimentasi untuk memisahkan partikel padat dari cairan, pengolahan air secara kimiawi menggunakan penambahan bahan kimia atau proses kimiawi untuk menghilangkan kontaminan dalam air, pengolahan air secara biologi bertujuan untuk menghilangkan organisme berbahaya dalam air dengan menggunakan proses biologis. Pengolahan air bertujuan untuk memisahkan zat-zat pengotor dari air mentah, yang terdiri dari padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Proses pengolahan air melibatkan tiga tahapan, yaitu pengendapan alami, penjernihan, dan penyaringan. Penjernihan dibagi menjadi tiga tahap, yaitu koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*) adalah suatu sistem penyaringan air yang menggunakan pasir sebagai media penyaring dengan ukuran butiran yang sangat halus dan kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan pada Saringan Pasir Lambat berlangsung secara gravitasi dengan kecepatan yang sangat lambat dan terjadi secara simultan pada seluruh permukaan media. Proses ini merupakan kombinasi dari proses fisis (filtrasi, sedimentasi, dan adsorpsi), proses biokimia,

dan proses biologis. Saringan pasir lambat lebih cocok mengolah air baku, yang mempunyai kekeruhan sedang sampai rendah, dan konsentrasi oksigen terlarut (dissolved oxygen) sedang sampai tinggi. Penggunaan *solar cell* memungkinkan konversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi listrik ini kemudian digunakan untuk mengaktifkan lampu ultraviolet, yang membunuh bakteri *E.Coli* selama proses penjernihan air secara biologis pada gambar 5



Gambar 5. Grafik Pengaruh Radiasi Sinar Ultraviolet



Gambar 6. Lampu Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) merupakan metode sterilisasi yang efektif karena dapat membunuh bakteri dan mikroorganisme. Sinar UV dengan panjang gelombang 253,7 nm memiliki kekuatan mematikan yang sangat efektif. Efektivitas sinar UV dalam membunuh bakteri bergantung pada beberapa faktor, seperti luas ruangan, jenis bakteri, dan jenis mikroorganisme. Prinsip kerja sterilisasi UV melibatkan reaksi antara uap merkuri dan listrik untuk menghasilkan energi yang membunuh virus, bakteri, dan fungi dengan panjang gelombang 253,7 nm. Jumlah bakteri di udara dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kadar debu, suhu, dan kelembaban. Suhu tinggi di dalam ruangan seringkali diikuti oleh kelembaban yang tinggi, sehingga memicu pertumbuhan mikroba di udara. Sinar ultraviolet mempunyai kemampuan untuk menonaktifkan bakteri tanpa mempengaruhi komposisi air. Oleh karena itu, sinar ultraviolet dapat digunakan sebagai disinfektan tetapi perlu dilakukan sterilisasi (Trisatya dkk et al., 2019). Lampu UV yang digunakan dalam penelitian ini adalah lampu UVC 10 watt dengan panjang gelombang 254 nm. Reaktor yang digunakan terbuat dari pipa berwarna abu-abu

yang dilengkapi dengan komponen internal. lampu UV bertujuan agar sinar ultraviolet dalam alat tersebut tidak terpancar keluar, karena dapat mempengaruhi efisiensi pemaparan sinar ultra violet dalam menyisihkan *E.coli*. Dalam hal ini digunakan pipa paralon dengan diameter 8 cm dan panjang 40 cm kemudian didalam pipa paralon dihubungkan *sprinkler* dengan diameter 1.27 cm dan panjang 4-5 meter.

#### IV. Kesimpulan

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas alat yang dirancang dengan membandingkan kualitas air sungai sebelum dan sesudah pengolahan. Pengujian laboratorium dilakukan untuk menganalisis parameter fisika, kimia, dan biologi air. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa desain reaktor filtrasi air yang digunakan sangat efektif dalam meningkatkan kualitas air dan menunjukkan perubahan signifikan pada parameter kimia, fisika, dan biologis air sebelum dan setelah proses filtrasi. Selain itu, penelitian ini juga menemukan bahwa efisiensi panel surya berpengaruh langsung pada intensitas radiasi sinar UV dari lampu ultraviolet. Waktu penyinaran lampu UV yang paling efektif untuk mengurangi jumlah bakteri di air sungai adalah 1 jam, dengan hasil pengurangan bakteri *E.Coli* sebesar 29/100 ml. Semakin lama waktu penyinaran lampu UV, maka semakin banyak bakteri *E.Coli* yang dapat dihilangkan dari air sungai.

#### Daftar Pustaka

- ARDIATMA, D. (2021). Pengaruh Diameter Media Filtrasi Zeolit Terhadap Turbidity, Total Disolved Solids Dan Total Suspended Solids Pada Reaktor Filter. *Pelita Teknologi*, 15(2), 95–105. <https://doi.org/10.37366/pelitekno.v15i2.311>
- Chandra, D. P. A. (2021). *PENINGKATAN KUALITAS AIR SUNGAI MELALUI SISTEM SARINGAN PASIR LAMBAT (SPL) ALIRAN DOWNFLOW*. Universitas PGRI Adi Buana.
- Ekadewi, C. Y. (2018). *STUDI KINERJA SLOW SAND FILTER DENGAN BANTUAN LAMPU LIGHT EMITTING-DIODE (LED) PUTIH*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Elisa Rinihapsari, Arнета Syafrinety Fita Putri, & Bernadeta Hesti Widyaningrati. (2021). Waktu Dan Jarak Efektif Penyinaran Sinar Ultraviolet Pada Mikroba Udara Laboratorium. *Jurnal Sains Dan Kesehatan (JUSIKA)*, 5(1), 66–77.
- Fitriani, N., Ni'matuzahroh, O'Marga, T. T. N., Mohamed, R. M. S. R., Wahyudianto, F. E., Imron, M. F., Isnadina, D. R. M., & Soedjono, E. S. (2022). Optimization of Slow Sand Filtration for the Raw Municipal Wastewater Treatment by Using the Blood Cockle (*Anadara granosa*) Shell as an Alternative Filter Media through the Response Surface Methodology. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 100–111. <https://doi.org/10.12911/22998993/147833>
- Herri Purwanto, O., Firdaus, M., Alzahri, S., Setiobudi, A., Kurniawan, R., & Usman, F. (2023). SOSIALISASI PEMANFAATAN METODE SPL (SARINGAN PASIR LAMBAT) SISTEM DOWN FLOW DALAM PENJERNIHAN AIR SUNGAI. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2). <http://bajangjurnal.com/index.php/J-ABDI>
- Insani, S. A., Akbardiansyah, A., Fuadi, A., Isbah, F., & Hamidi, H. (2022). Parameter Primer Dan Sekunder Oksidasi Pada Kombinasi Minyak Hati Ikan Cucut (*Centrophorus sp.*) Dan Minyak Ikan Sarden (*Sardinella sp.*). *Jurnal Perikanan Terpadu*, 3(1).
- Ivana Lintarsari. (2025). *KARAKTERISTIK ALAT PENJERNIH AIR TENAGA SURYA DENGAN KOLEKTOR PLAT GELOMBANG*. [www.walhi.or.id](http://www.walhi.or.id)

- Maulana, P. R., & Gunawan, S. (2021). PERANCANGAN LAMPU UVc UNTUK DISINFEKTAN RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 6(1), 82–87.
- Rakkito, D., & Yayok, S. (2015). PENYISIHAN E.coli AIR SUMUR MENGGUNAKAN RADIASI SINAR ULTRA VIOLET. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2).
- Sariman, S., Swandi, A., Ratnawati, R., Buraerah, Muh. F., & Dipalaya, T. (2023). Desain Prototipe Filter Air Bersih Berbasis Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2), 414–422. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i2.2877>
- Windusari, Y., & Sari Nettaa Permata. (2015). Water Quality of Musi River at Palembang City South Sumatera. *Bioeskperimen*, 1(1).
- Yulianyo, T. B., Taufiq, A. J., & Suyadi, A. (2019). Rancang Bangun Pengaturan Intensitas Sinar Uv (Ultraviolet) Dengan Mikrokontroler PIC Untuk Tanaman. *JURNAL RISET REKAYASA ELEKTRO*, 1(1), 54–70. <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>