

ANALISIS KINERJA FILTRASI ARANG DAN IJUK PADA INSTALASI PEMANENAN AIR HUJAN (IPAH) KOMUNAL SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN AKSES AIR BERSIH DI DESA TIHINGAN, KABUPATEN KLUNGKUNG, BALI

**Febryan Aristarchus Rajagukguk, Ida Bagus Made Baskara Andika*,
Cokorda Istri Niti Laksmi Dewi, Rahma Swari Ramadhani, Fanni Ibrahim
Sholeh Siregar, Michael Hesy Kurnia**

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia

**Email: ibmbaskara@unud.ac.id*

ABSTRAK

Penurunan ruang terbuka hijau dan distribusi air yang tidak merata menyebabkan keterbatasan akses air bersih di Desa Tihingan, Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung, Bali. Hal ini menimbulkan masalah pemenuhan kebutuhan dasar masyarakat, khususnya untuk higiene sanitasi. Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) diusulkan sebagai alternatif strategis, namun air hujan mentah belum memenuhi standar sehingga diperlukan filtrasi efektif dan terjangkau. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja media filtrasi arang dan ijuk sebagai salah satu teknologi tepat guna dalam meningkatkan kualitas air hujan pada IPAH komunal agar memenuhi standar air bersih kelas I. Metode deskriptif komparatif dengan pendekatan eksperimental laboratorium digunakan. Sampel air hujan diambil sebelum (influen) dan sesudah filtrasi (effluen). Parameter uji meliputi pH, *Escherichia coli*, Total Suspended Solid (TSS), dan amoniak (NH_3). Media filtrasi terdiri dari kombinasi arang dan ijuk lokal. Hasil menunjukkan filtrasi efektif menurunkan TSS, mengurangi *E. coli* hingga standar baku mutu, serta menurunkan amoniak ke tingkat aman, dengan perbaikan nilai pH. Kualitas air hasil filtrasi memenuhi standar air bersih kelas I dan layak untuk higiene sanitasi. Sistem ini efektif, murah, ramah lingkungan, serta mendukung keberlanjutan penyediaan air bersih sekaligus memberi manfaat ekonomi lokal. Filtrasi dengan media arang dan ijuk dapat dijadikan model praktis dan replikatif untuk memperluas akses air bersih di wilayah serupa.

Kata kunci: *Pemanenan Air Hujan, Media Filtrasi, Arang dan Ijuk, Peningkatan Kualitas Air, Teknologi Tepat Guna*

PERFORMANCE ANALYSIS OF CHARCOAL AND FIBER FILTRATION IN COMMUNAL RAINWATER HARVESTING INSTALLATIONS AS AN EFFORT TO IMPROVE ACCESS TO CLEAN WATER IN TIHINGAN VILLAGE KLUNGKUNG REGENCY ENVIRONMENT

ABSTRACT

The decline of green open space and uneven water distribution resulted in limited access to clean water in Tihingan Village, Banjarangkan District, Klungkung Regency. This condition poses challenges for fulfilling the community's basic needs for consumption and hygiene-sanitation. Communal Rainwater Harvesting Installation (Instalasi Pemanenan Air Hujan/IPAH) is proposed as a strategic alternative of appropriate technology in clean water provision. Raw rainwater often does not meet clean water standards, thus requiring an effective and affordable filtration process. This study aims to analyze the performance of charcoal and palm fiber filtration media in improving the quality of harvested rainwater in communal IPAH to meet Class I clean water standards. A descriptive-comparative method with an experimental laboratory approach was employed. Rainwater samples were collected before (influent) and after filtration (effluent). Tested parameters included pH, *Escherichia coli* content, Total Suspended Solids (TSS), and ammonia (NH_3). The filtration media consisted of a combination of locally sourced charcoal and palm fiber. Results showed that the filtration effectively reduced TSS, decreased *E. coli* content to meet quality standards, and lowered ammonia to safe levels, with improved pH levels. The water quality after filtration complied with Class I clean water standards and was suitable for hygiene and sanitation purposes. This system proved effective, inexpensive, environmentally friendly, and supported sustainable clean

water provision while providing local economic benefits. Filtration using charcoal and palm fiber media can be a practical and replicable model to provide clean water in similar regions.

Keywords: Rainwater Harvesting, Filtration Media, Charcoal and Palm Fiber, Water Quality Improvement, Appropriate Technology

1 PENDAHULUAN

Berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) secara langsung memengaruhi siklus hidrologi suatu wilayah. Hilangnya fungsi resapan air menyebabkan dua permasalahan utama, yaitu kekeringan pada musim kemarau dan banjir pada musim penghujan. RTH berfungsi menjaga keseimbangan antara kepadatan bangunan perkotaan dengan lingkungan alami, terutama dalam menjaga kualitas udara serta kemampuan tanah menyerap air (Harahap, 2021). Ketika fungsi ini berkurang, kemampuan tanah dalam menampung air hujan menurun drastis. Akibatnya, cadangan air tanah semakin terbatas saat musim kemarau sehingga akses masyarakat terhadap air bersih terganggu. Sebaliknya, ketika intensitas hujan tinggi, air yang tidak terserap tanah berpotensi meluap menjadi banjir, menimbulkan kerusakan lingkungan, serta kerugian sosial dan ekonomi.

Fenomena ini nyata dirasakan oleh masyarakat Desa Adat Tihingan, Klungkung, Bali, khususnya di kawasan dataran tinggi. Walaupun desa memiliki Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang dikelola secara mandiri, kondisi topografi yang tidak rata menyebabkan distribusi air tidak merata. Hal ini berdampak pada pasokan air ke rumah warga yang sering kali kecil bahkan tidak mengalir sama sekali. Padahal, sektor rumah tangga merupakan sektor yang paling terdampak oleh krisis air bersih akibat kekeringan (Nareswari *et al.*, 2024). Untuk menjawab tantangan tersebut, masyarakat diperkenalkan dengan Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) sebagai solusi alternatif yang berkelanjutan. Sebuah IPAH komunal telah dibangun di Balai Desa Adat Tihingan sebagai model percontohan yang dapat direplikasi pada skala rumah tangga. Pemanenan air hujan berperan penting dalam menyimpan dan mengelola air secara bijak. Sistem ini tidak hanya membantu menyediakan cadangan air bersih saat kekeringan, tetapi juga berfungsi mengurangi limpasan air hujan yang berpotensi menimbulkan banjir saat musim hujan.

Keunggulan utama IPAH tidak hanya terletak pada kemampuannya menampung air, melainkan juga pada sistem filtrasi yang menyertainya. Menurut Nareswari *et al.* (2024), IPAH merupakan instalasi yang bekerja dengan konsep menampung air hujan dari atap bangunan yang kemudian dialirkan ke tandon atau toren untuk digunakan lebih lanjut. Penerapannya fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat. Agar air hujan layak digunakan, sistem filtrasi menjadi bagian esensial untuk menurunkan kontaminan fisik, kimia, maupun mikrobiologis. Dalam konteks IPAH, penggunaan teknologi tepat guna sangat diperlukan. Wahidin (2021) menjelaskan bahwa teknologi tepat guna adalah teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, mudah diaplikasikan, tidak mahal, sederhana dalam pemeliharaan, serta mempertimbangkan aspek sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan. Dengan demikian, pemanfaatan material lokal seperti arang dan ijuk sebagai media filtrasi menjadi solusi strategis. Material ini murah, mudah diperoleh, ramah lingkungan, dan efektif dalam memperbaiki kualitas air.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kualitas air hujan sebelum dan sesudah proses filtrasi pada IPAH komunal menggunakan media arang dan ijuk, menguji efektivitas filtrasi terhadap parameter *Total Dissolved Solid* (TDS), pH, *Escherichia coli*, *Total Suspended Solid* (TSS), dan amoniak (NH_3), serta mengevaluasi kesesuaian hasil filtrasi dengan standar baku mutu air bersih kelas I untuk kebutuhan konsumsi dan higiene sanitasi. Arang tersedia melimpah di Desa Adat Tihingan karena aktivitas masyarakat sebagai pengrajin gamelan yang menggunakan arang sebagai bahan bakar, sedangkan ijuk banyak digunakan sebagai material atap alami pada bangunan-bangunan di Bali. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendorong penerapan teknologi tepat guna berbasis material lokal sebagai solusi praktis, terjangkau, dan berkelanjutan dalam meningkatkan kemandirian masyarakat serta memperluas akses air bersih, khususnya di Desa Adat Tihingan dan wilayah lain dengan permasalahan serupa.

2 DASAR-DASAR PENGOLAHAN AIR HUJAN DAN PARAMETER KUALITAS

2.1 Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting*) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih (Wigati *et al.*, 2022). Pemanfaatan air hujan adalah strategi konservasi air yang menjawab berbagai tantangan. Di tengah peningkatan kebutuhan air yang memicu eksploitasi berlebihan dan menipisnya cadangan air tanah, pemanenan air hujan hadir sebagai solusi alternatif yang bermanfaat. Selain itu, metode ini dapat mengatasi masalah fluktuasi ketersediaan air di danau dan sungai, dengan menyediakan cadangan vital untuk menghadapi defisit saat musim kemarau. Pada tingkat rumah tangga,

pengumpulan air hujan secara mandiri juga meningkatkan kemudahan akses terhadap air bersih, yang pada gilirannya berdampak positif bagi kesehatan dan membantu menekan penyebaran penyakit.

2.2 Filtrasi Air

Proses filtrasi adalah sebuah metode pemisahan dan pembersihan partikel padat dari suatu zat cair dengan melewatkannya pada suatu atau beberapa media penyaringan (Sari *et al.*, 2023). Prinsip dasarnya adalah melewatkan air yang terkontaminasi melewati media filter tertentu sehingga partikel tersuspensi, lumpur halus, maupun zat-zat pengotor lainnya dapat tertahan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air, kualitas air bersih harus memenuhi persyaratan tertentu agar aman dan layak digunakan untuk aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, lapisan filter air perlu disesuaikan dengan karakteristik dan kualitas air baku agar hasil filtrasi dapat memenuhi standar kualitas air bersih.

2.3 Karakteristik Media Filter

Efektivitas IPAH sangat bergantung pada ketepatan pemilihan media filternya. Pemanfaatan material yang bersumber dari lokal tidak hanya dapat menekan biaya investasi dan operasional, tetapi juga memastikan keberlanjutan sistem melalui kemudahan akses bahan baku. Namun, selain faktor ekonomis, karakteristik material filter wajib disesuaikan dengan kualitas dan kandungan air baku untuk mencapai hasil pengolahan yang optimal.

2.3.1 Busa Filter

Busa merupakan media filter serbaguna yang bekerja secara mekanis dan biologis. Secara mekanis, struktur fisiknya yang berpori-pori berfungsi sebagai saringan efektif untuk menangkap partikel. Proses penyaringan fisik ini secara langsung mengurangi tingkat kekeruhan air, menjadikannya tampak lebih jernih. Namun, fungsi utamanya tidak berhenti di situ, melainkan pada perannya sebagai rumah bagi mikroorganisme yang menguntungkan. Busa merupakan jenis dari fisik yang berfungsi sebagai filter biologis dikarenakan memiliki pori-pori kecil yang membuat sisa metabolisme dapat tersaring secara optimal (Arnando, Taqwa and Yonarta, 2024). Busa mampu menyaring sisa kotoran dan feses yang menjadi penyumbang nilai kekeruhan air (Arnando, Taqwa and Yonarta, 2024).

2.3.2 Arang

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Dewi, Azhari and Nofriadi, 2020). Arang mengandung karbon yang dapat mengurangi bau dan rasa. Arang dapat mempengaruhi kandungan kualitas air baik nitrit atau amoniak (NH_3) (Matondang, Irawan and Yulianto, 2021). Arang adalah adsorben yang sangat efektif untuk mengikat berbagai senyawa organik volatil yang menjadi penyebab munculnya bau dan rasa dalam medium cair. Mekanisme reduksi bersifat multifaset, meliputi adsorpsi fisik pada permukaan pori, interaksi kimiawi dengan gugus fungsi yang terdapat pada permukaan karbon, serta perannya sebagai medium atau substrat yang kondusif untuk imobilisasi dan pertumbuhan biomassa mikroorganisme nitrifikasi yang secara biologis mengkonversi amoniak.

2.3.3 Ijuk

Menurut Kumalsari dan Satoso (2014) dalam Xaverius *et al.* (2023), ijuk memiliki kelenturan sekaligus kepadatan sehingga mudah menyaring kotoran pada air, ijuk memiliki sifat tahan lama. Menurut hasil penelitian oleh Xaverius *et al.* (2023), penggunaan ijuk dapat menurunkan amoniak meskipun tidak signifikan. Selain itu, fungsi penting ijuk adalah untuk meratakan aliran air ke seluruh permukaan media filter (seperti arang). Hal ini tidak hanya mengoptimalkan proses penyaringan, tetapi juga menjaga struktur filter agar tidak rusak akibat derasannya aliran air.

2.4 Parameter Kualitas Air Keperluan Higiene dan Mutu Air Kelas I

Air untuk keperluan higiene sanitasi digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, mutu air kelas I adalah air yang peruntukannya dapat

digunakan sebagai air minum, dan peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Parameter kualitas air keperluan higiene sanitasi diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun 2023. Tabel parameter kualitas air yang akan diuji pada penelitian tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Keperluan Hiegene Sanitasi dan Mutu Air Kelas I yang Akan diuji

Parameter	Satuan	Baku Mutu	
		Permenkes 02/2023 ^{*)}	P 22/2021 ^{**)}
Bau	-	Tidak Berbau	-
<i>Escherichia coli</i>	CFU/100 ml	0	-
pH		6,5 – 8,5	6 – 9
TSS	mg/L	-	40
Amoniak	mg/L	-	0,1

Keterangan:

^{*)} Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun 2023

^{**)} Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

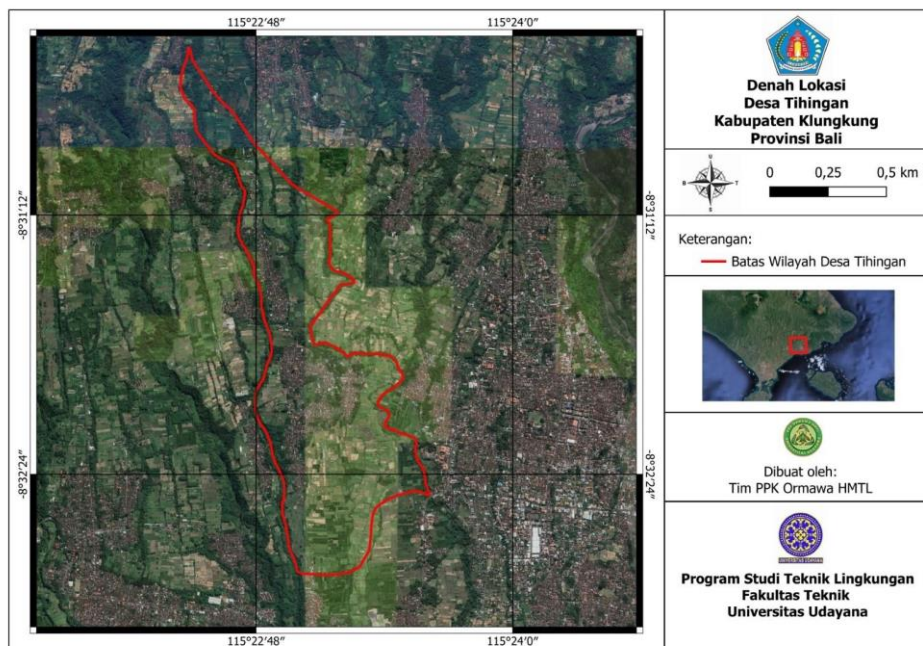
3 METODE

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan komparatif. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi dan kualitas air hujan sebelum dan sesudah melewati unit filtrasi. Pendekatan komparatif diterapkan dengan membandingkan hasil pengukuran parameter kualitas air antara sampel sebelum perlakuan (influen) dan sesudah perlakuan (efluen) untuk mengetahui efektivitas sistem filter yang digunakan.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

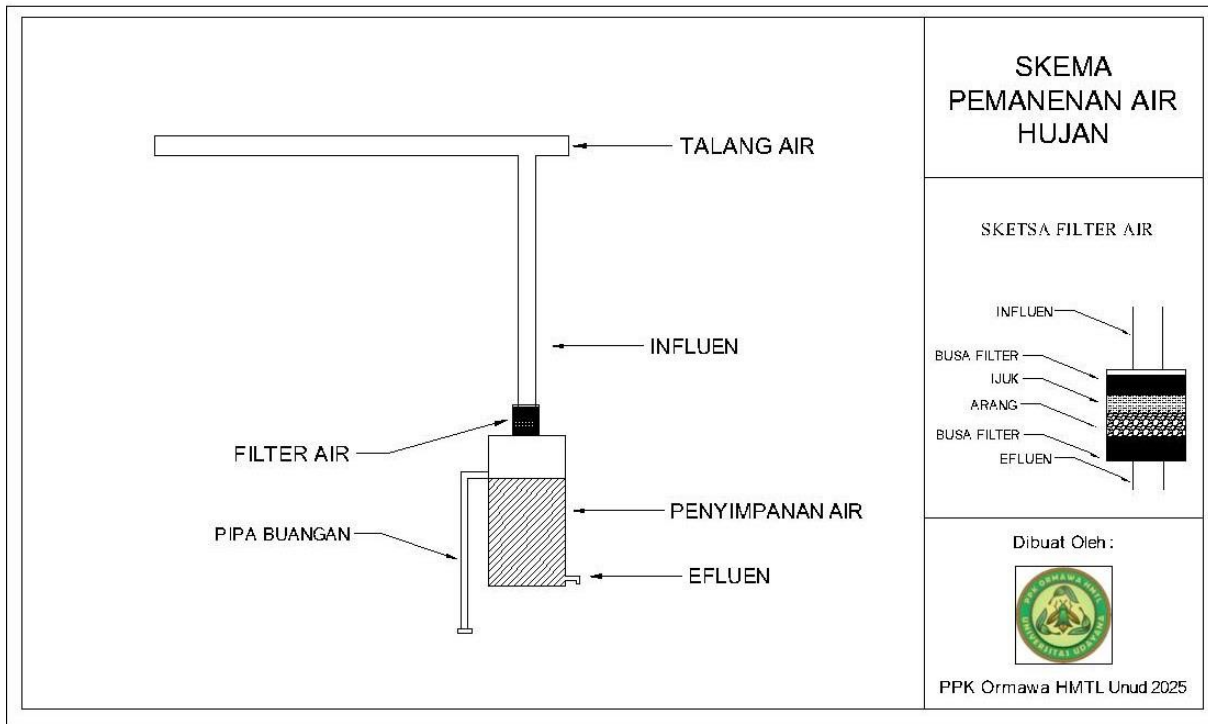
Penelitian dilaksanakan di Balai Desa Adat Tihingan. Sampel air hujan diambil setelah pemasangan unit IPA dan filter, yang merupakan bagian dari program PPK Ormawa HMTL Universitas Udayana tahun 2025. Pengambilan sampel dilakukan secara spesifik saat hujan turun untuk mendapatkan data akurat yang sesuai dengan kondisi lapangan. Lokasi desa tempat penelitian disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Desa Tempat Penelitian
Diolah dari Quantum GIS (2025)

3.3 Objek Penelitian

Fokus objek penelitian ini adalah kinerja unit filtrasi pada sebuah model percontohan IPAH komunal. Instalasi tersebut dipasang oleh Tim Program Penguatan Kapasitas Organisasi Mahasiswa (PPK Ormawa) Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) Universitas Udayana di lokasi penelitian. Skema pemanenan air hujan dan sketsa unit filter tersaji dalam Gambar 2. Tampak objek setelah pemasangan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 2. Skema Pemanenan Air Hujan



Gambar 3a. Tampak Keseluruhan Instalasi



Gambar 3b. Tampak Talang Air Terpasang

Gambar 3. IPAH di Balai Desa Adat Tihingan

3.4 Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel pertama berupa air hujan sebelum proses penyaringan (influen) yang diambil dari aliran limpasan langsung air hujan dari talang air sebelum memasuki filtrasi, sedangkan sampel kedua berupa air hujan setelah proses penyaringan (efluen) yang diperoleh dari keran *output* setelah melewati seluruh lapisan unit filtrasi. Kedua sampel tersebut kemudian ditempatkan dalam wadah steril yang telah disiapkan untuk segera dilakukan pengujian dan analisis lebih lanjut.

3.5 Parameter dan Metode Penelitian

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi aspek fisika, kimia, dan biologi. Pengujian untuk parameter *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan secara langsung di lokasi penelitian sesaat setelah sampel diambil dengan menggunakan alat TDS meter. Sementara itu, untuk pengujian parameter lanjutan, kedua sampel (influen dan efluén) dibawa ke UPTD. Balai Laboratorium Kesehatan Kertih Bali Sadhajiwa Provinsi Bali. Parameter yang diuji di laboratorium mencakup *Escherichia coli*, derajat keasaman (pH), *Total Suspended Solid* (TSS), dan amoniak (NH₃).

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis komparatif. Data hasil pengujian untuk sampel influen dan efluén akan ditabulasikan dan dibandingkan. Perbedaan nilai pada setiap parameter sebelum dan sesudah filtrasi dianalisis secara deskriptif untuk menyimpulkan tingkat kinerja dan efektivitas unit filter sederhana dalam memperbaiki kualitas air hujan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Air IPA H

Pengujian kualitas air dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas proses pengolahan di IPA H. Pengukuran dilakukan terhadap beberapa parameter kunci pada titik air masuk (influen) dan air hasil olahan (efluén). Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu yang relevan, yaitu Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun 2023 dan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Rincian hasil pengukuran dan analisis kesesuaiannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter	Satuan	Baku Mutu		Hasil Pengukuran Kualitas Air		Keseuaian Kualitas Air
		Permenkes 02/2023 ^{*)}	PP 22/2021 ^{**)}	Influen	Efluén	
Bau	-	Tidak Berbau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Sesuai
TDS	mg/L	< 300	-	18	15	Sesuai
<i>E. coli</i>	CFU/100 ml	0	-	> 2420	210	Tidak Sesuai
pH		6,5 – 8,5	6 - 9	6,35	6,15	Tidak Sesuai Permenkes Namun Sesuai PP
TSS	mg/L	-	40	1	1	Sesuai
Amoniak	mg/L	-	0,1	0,027	0,007	Sesuai

Keterangan:

^{*)} Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun 2023

^{**)} Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

4.2 Efektivitas Kinerja Filter

Hasil evaluasi kualitas air pasca-filtrasi (efluén) menunjukkan bahwa sebagian besar parameter uji, yaitu Bau, Total Dissolved Solids (TDS), Total Suspended Solids (TSS), dan Amoniak, telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan, sedangkan dua parameter kritis belum mencapai standar yang dipersyaratkan untuk air hiegene menurut Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes). Konsentrasi *Escherichia coli* terdeteksi sebesar 210 CFU/100 ml, angka yang secara signifikan melebihi ambang batas mutlak 0 CFU/100 ml. Maryani *et al.* (2014) dalam Laily

et al. (2022) mengungkapkan bahwa semakin tebal media filter yang digunakan maka penurunan bakteri semakin besar pula. Meski begitu, penurunan bakteri *Escherichia coli* yang tidak mencapai angka 0 CFU/100 ml juga dapat disebabkan oleh ukuran pori filter yang masih kurang memadai untuk menahan mikroorganisme *Escherichia coli*.

Nilai pH efluen (6,15) berada di bawah rentang standar Permenkes (6,5–8,5), meskipun masih berada dalam rentang Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 (6–9). Terjadinya kontak antara karbon dan sampel air akan berpengaruh pada penurunan nilai pH. Menurut Sappewali *et al.* (2024), karbon dioksida memicu naiknya konsentrasi ion hidrogen yang membuat kadar pH air menurun, artinya ketika karbon dioksida tinggi secara otomatis pH air akan menjadi asam. Konsentrasi karbon dioksida (CO₂) yang terlarut dalam air menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pH.

Analisis efisiensi reduksi polutan menunjukkan bahwa sistem filtrasi memiliki kinerja yang sangat baik. Proses ini berhasil menurunkan konsentrasi *E. coli* secara drastis dari >2420 CFU/100 ml menjadi 210 CFU/100 ml, dengan efisiensi penyisihan lebih dari 91%. Penurunan signifikan juga teramati pada parameter Amoniak, yang berkurang sebesar 74% dari 0,027 mg/L menjadi 0,007 mg/L. Menurut Wardani (2021) dalam Faradila, Huboyo and Syakur (2023), penyisihan amonia dengan proses adsorpsi dengan rata-rata nilai penyisihannya mencapai 52%. Hal ini didukung dengan adanya adsorpsi dari karbon dalam arang di filter. Temuan ini mengindikasikan efektivitas media filter dalam menyerap kontaminan biologis dan kimia.

Secara keseluruhan, sistem filtrasi ini terbukti efektif sebagai unit pengolahan pendahuluan (*pre-treatment*), namun belum memadai untuk menghasilkan air yang memenuhi standar baku mutu air minum. Tingginya efisiensi penyisihan *E. coli* dan amoniak mengkonfirmasi potensi media adsorben yang digunakan. Akan tetapi, keberadaan sisa *E. coli* dan tingkat pH yang tidak sesuai standar Permenkes mengimplikasikan perlunya unit pengolahan lanjutan, seperti desinfeksi (misalnya, klorinasi atau iradiasi UV) dan unit koreksi pH, untuk memastikan air aman dan layak dikonsumsi. Dilansir dari penelitian Akaahimbe and Nwifo (2022), kualitas dan kemurnian air yang lebih baik diperoleh dari filter ketika air membutuhkan waktu lebih lama untuk mengalir melalui lapisan filter. Temuan ini menjadi perhatian penting jika dikaitkan dengan skema filter air yang digunakan pada IPAH di Balai Desa Adat Tihingan. Filter tersebut diketahui memiliki laju aliran yang tinggi, suatu kondisi yang berpotensi mengakibatkan rendahnya efisiensi penyaringan.

4.3 Implikasi Keberlanjutan dan Pemanfaatan Bahan Lokal dalam Sistem Filtrasi

Pemanfaatan media filtrasi berupa arang dan ijuk dalam Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) komunal di Balai Desa Adat Tihingan memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan sistem. Arang dipilih karena ketersediaannya melimpah, seiring dengan aktivitas masyarakat sebagai pengrajin gamelan (*perapen*) yang menggunakan arang sebagai bahan bakar dalam proses pembentukan logam. Sementara itu, Ijuk yang mayoritas digunakan sebagai material atap alami pada bangunan-bangunan yang ada di Bali (Putrasusila, 2021) membuat ketersediaan ijuk yang melimpah tersedia di Bali. Ijuk memiliki sifat mekanis dan ketahanan tinggi yang tidak hanya menekan biaya investasi serta operasional, tetapi juga menjamin ketersediaan bahan baku secara berkelanjutan, mengingat penggunaannya yang umum dalam kehidupan masyarakat Bali.

Kombinasi arang, ijuk, dan busa filter memberikan manfaat ekologis. Arang dan ijuk merupakan bahan yang mudah didapat oleh masyarakat, ramah lingkungan, dan mudah untuk mengaplikasikannya (Dentry *et al.*, 2023). Arang dan ijuk bersifat ramah lingkungan serta mudah terurai, sedangkan busa filter dapat digunakan berulang kali melalui pencucian. Integrasi ketiga media filtrasi tersebut mendukung prinsip teknologi tepat guna yang diterapkan dalam IPAH, yaitu sederhana, terjangkau, serta mudah dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat, sehingga memperkuat potensi keberlanjutan sistem dalam jangka panjang.

5 KESIMPULAN

Desa Adat Tihingan, Kabupaten Klungkung, Bali mengalami keterbatasan akses air bersih akibat penurunan ruang terbuka hijau dan distribusi yang tidak merata. Sistem filtrasi dengan media arang dan ijuk pada Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) komunal terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air hujan. Proses filtrasi berhasil mengurangi cemaran *Escherichia coli* secara drastis dari > 2420 CFU/100 mL menjadi 210 CFU/100 mL dengan efisiensi penyisihan lebih dari 91%, serta menurunkan konsentrasi amoniak (NH₃) dari 0,027 mg/L menjadi 0,007 mg/L dengan efisiensi 74% sehingga memenuhi standar baku mutu ($\leq 0,1$ mg/L). Parameter Total Dissolved Solid (TDS) juga mengalami perbaikan dari 18 mg/L menjadi 15 mg/L, jauh di bawah batas maksimum 300 mg/L yang dipersyaratkan untuk air keperluan higiene sanitasi. Meskipun demikian, beberapa parameter masih memerlukan perhatian khusus. Nilai pH air hasil filtrasi (6,15) berada di bawah rentang standar Peraturan Menteri Kesehatan No. 02 Tahun 2023 (6,5–8,5), meskipun masih memenuhi standar Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 (6–9). Hal ini disebabkan oleh kontak antara karbon dalam arang dengan air yang menghasilkan karbon dioksida dan meningkatkan konsentrasi ion hidrogen, sehingga menurunkan pH air. Selain itu, konsentrasi *E. coli* pada air hasil filtrasi (210 CFU/100 mL) masih melebihi ambang batas mutlak 0 CFU/100 mL yang dipersyaratkan, yang dapat disebabkan oleh ukuran pori filter yang belum memadai untuk menahan

mikroorganisme *E. coli* secara sempurna. Pemanfaatan material lokal dalam sistem filtrasi ini memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan dan kemandirian masyarakat. Arang tersedia melimpah di kawasan penelitian karena aktivitas masyarakat sebagai pengrajin gamelan yang menggunakan arang sebagai bahan bakar, sedangkan ijuk banyak digunakan sebagai material atap alami pada bangunan-bangunan di Bali. Kombinasi media filtrasi berupa arang, ijuk, dan busa filter tidak hanya menekan biaya investasi dan operasional, tetapi juga ramah lingkungan, mudah terurai, dan dapat digunakan berulang kali melalui pencucian. Karakteristik ini mendukung prinsip teknologi tepat guna yang sederhana, terjangkau, serta mudah dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat, sehingga memperkuat potensi keberlanjutan sistem dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, sistem filtrasi IPAH berbasis media lokal ini berhasil menghasilkan air yang memenuhi sebagian besar standar air bersih kelas I dan layak untuk keperluan higiene sanitasi. Meskipun masih memerlukan unit pengolahan lanjutan seperti desinfeksi untuk mengatasi sisa *E. coli* dan koreksi pH untuk mencapai standar air minum yang sempurna, sistem ini telah membuktikan efektivitasnya sebagai solusi praktis, terjangkau, dan berkelanjutan. Model IPAH komunal ini dapat direplikasi sebagai teknologi tepat guna untuk memperluas akses air bersih, meningkatkan kemandirian masyarakat, dan mengatasi permasalahan keterbatasan distribusi air di Desa Adat Tihingan serta wilayah lain dengan kondisi serupa, khususnya dalam menghadapi tantangan berkurangnya ruang terbuka hijau dan perubahan siklus hidrologi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyelenggaraan kegiatan ini dapat berjalan lancar berkat dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih yang kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, di bawah naungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan pendanaan melalui Program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK Ormawa) tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Akaahimbe, A. and Nwifo, B. (2022) 'A Water Purification System using Locally Sourced Materials and Removal of Total Petroleum Hydrocarbon in Contaminated Water', *Journal of Computational Mechanics, Power System and Control*, 5(1), pp. 5–14. Available at: <https://doi.org/10.46253/jcmps.v5i1.a2>.
- Arnando, E., Taqwa, F.H. and Yonarta, D. (2024) 'Aplikasi Arang Aktif Batok Kelapa Dan Zeolit Dengan Filter Fisik Busa Berbeda Untuk Manajemen Kualitas Air Media Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)', *Jurnal Riset Akuakultur*, 19(3), pp. 229–242. Available at: <https://doi.org/http://doi.org/10.15578/jra.19.3.2024.229-242>.
- Dentry, D. et al. (2023) 'Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Bersih Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Timbal (Pb) Melalui Filter Pipa Bersusun Berbasis Adsorben Alami', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), pp. 564–570. Available at: <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i2.64280>.
- Dewi, R., Azhari and Nofriadi, I. (2020) 'Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), pp. 12–22.
- Faradila, R., Huboyo, H.S. and Syakur, A. (2023) 'Rekayasa Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Metode Kombinasi Filtrasi Untuk Menurunkan Tingkat Polutan Air', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), pp. 342–350. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.342-350>.
- Harahap, I.H. (2021) 'Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dan Dampaknya Bagi Warga Kota DKI Jakarta', *Journal of Entrepreneurship, Management, and Industry (JEMI)*, 4(1), pp. 18–24. Available at: <https://doi.org/10.36782/jemi.v4i1.2134>.
- Kementerian Kesehatan (2023) 'Permenkes No. 2 Tahun 2023', *Kemenkes Republik Indonesia*, (55), pp. 1–175.
- Laily, N.F. et al. (2022) 'Peningkatan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dengan filter arang aktif', *Jurnal Penelitian Saintek*, 1(1), pp. 12–23. Available at: <https://journal.uny.ac.id/index.php/saintek/article/view/48195>.
- Matondang, M.A.Z., Irawan, H. and Yulianto, T. (2021) 'Pengaruh Berat Pecahan Arang Kelapa yang berbeda sebagai Filter dalam Mempertahankan Kualitas Air pada Pemeliharaan Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)', *Intek Akuakultur*, 5(2), pp. 100–112.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2017) 'Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017'.
- Nareswari, A. et al. (2024) 'Perancangan dan Penerapan Instalasi Permanen Air Hujan (IPAH) Sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air di Desa Jetak, Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur', *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, dan Teknologi Tepat Guna (Jurnal Parikesit)*, 2(2), pp. 358–368. Available at: <https://doi.org/http://doi.org/10.22146/parikesit.v2i2.9615>.
- Pemerintah Republik Indonesia (2021) 'Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup', *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), pp. 1–483. Available at: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- Putrasusila, I. (2021) 'Penggunaan ijuk sebagai material atap alami', *Jurnal Vastukara*, 1(1).

- Sappewali *et al.* (2024) 'Pengaruh Variasi Ketebalan Media Filtrasi Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali', *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 15(2), pp. 33–42. Available at: <file:///C:/Users/ACER/Downloads/fahrudin84,+5.+Sappewali+dkk+33-42.pdf>.
- Sari, A.R. *et al.* (2023) 'Sosialisasi Filtrasi Air Sederhana Sebagai Upaya Meningkatkan Sadar Sanitasi di SDN Lemahkembar', *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(3), pp. 1801–1806. Available at: <https://doi.org/http://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i3>.
- Standar Nasional Indonesia (2008) 'SNI 6774:2008 tentang Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air'.
- Wahidin, A. (2021) *Teknologi Tepat Guna*. 1st edn. Edited by W. Bakri. Pare Pare: IAIN Parepare Nusantara Press. Available at: https://repository.iainpare.ac.id/id/eprint/8958/1/Buku_Teknologi_Tepat_Guna.pdf.
- Wigati, R. *et al.* (2022) 'Implementasi Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Kota Serang', *Dharmakarya*, 11(1), p. 78. Available at: <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v11i1.37903>.
- Xaverius, F. *et al.* (2023) 'Efisiensi Penggunaan Filter Ijuk, Bioball, dan Arang Terhadap Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) Sistem Resirkulasi', *Jurnal Vokasi Ilmu-ilmu Perikanan*, 4(2), pp. 230–239. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35726/jvip.v4i2.7201>.