

PERBANDINGAN VARIASI MEDIA FILTER NON ALAMI PADA PENJERNIH AIR SARANG TAWON TERHADAP pH DAN TDS**Devi Anggraeni**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: anggraeni.devigbu@gmail.com

Allan Restu Jaya

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: alanrestujaya@eng.upr.ac.id

Dwi Anung Nindito

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail: dwi_anungnindito@eng.upr.ac.id

Abstract: Water is a variety of needs in everyday life. Raw water in Palangka Raya City is still influenced by peat water which has a low pH, while river water has quite high turbidity due to sedimentation. For residential areas that are far from the reach of PDAM, it will be difficult to get clean water and there is no fast technology to handle the decrease in acidity. An alternative innovation that can be used by people who are far from the reach of PDAM is to use appropriate technology tools for wasp nest water purifiers. The purpose of the study was to obtain a comparison of water treatment results from several variations of non-natural filter media in wasp nest water purifiers against pH and TDS. The method used in this experimental test was to test short, medium, and high wasp nest water purifiers with a filtration hole size of 0.25 cm and a distance between holes of 0.5 cm. The volume of non-natural filter media in various sizes of wasp nest water purifiers was conditioned the same in each experiment. The filtration process uses 4 pumps with a pump discharge of 45 l/minute each. The results obtained indicate that the filtration type water purifier functions well and is able to increase pH. There is an increase in the TDS parameter because during the water circulation process there is uncontrolled mixing of the filter media.

Keywords: filter media, non natural, pH, TDS

Abstrak: Air menjadi ragam kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari. Air baku di Kota Palangka Raya masih dipengaruhi oleh air gambut yang memiliki pH rendah, sedangkan air sungai memiliki kekeruhan yang cukup tinggi akibat sedimentasi. Bagi perumahan warga yang jauh dari jangkauan PDAM maka akan sulit untuk mendapatkan air bersih dan belum ada teknologi yang cepat untuk menangani penurunan keasaman. Alternatif inovasi yang bisa digunakan masyarakat yang jauh dari jangkauan PDAM adalah menggunakan alat teknologi tepat guna penjernih air sarang tawon. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan perbandingan hasil pengolahan air dari beberapa variasi media filter non alami pada penjernih air sarang tawon terhadap pH dan TDS. Metode yang dilakukan dalam uji eksperimen ini adalah dengan melakukan uji alat penjernih air sarang tawon berbentuk pendek, sedang, tinggi dengan ukuran lubang filtrasi 0,25 cm dan jarak antara lubang 0,5 cm. Volume media filter non alami pada berbagai ukuran penjernih air sarang tawon dikondisikan sama pada setiap percobaan. Proses filtrasi menggunakan 4 pompa dengan debit pompa masing-masing sebesar 45 l/menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa alat penjernih air berjenis filtrasi berfungsi dengan baik dan mampu menaikkan pH. Terjadi kenaikan parameter TDS karena pada saat proses sirkulasi air terjadi pencampuran media filter yang tidak terkendali.

Kata kunci: : media filter, non alami, pH, TDS

PENDAHULUAN

Pengolahan air merupakan proses pemisahan air dari pengotornya secara fisik, kimia dan biologi. Tujuan utama dari pengolahan ini adalah untuk mendapatkan air yang memenuhi standar mutu sehingga dapat digunakan sebagai air minum. Pemenuhan kebutuhan air bersih merupakan suatu hal yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia, karena keberadaan air mutlak diperlukan sebab kehidupan di bumi tidak dapat berlangsung tanpa adanya air (Sunarsih, 2012). Masyarakat Palangka Raya jarang yang memanfaatkan sumber daya air yang berasal dari Sungai Kahayan dan air tanah di lahan gambut, karena keadaan air bakunya terlihat tidak layak untuk digunakan sebagai air minum dan memasak (Saputra et al., 2023). Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Kualitas air sumur bor yang berasal dari tanah berpasir, tanah gambut, tanah berlumpur berbeda-beda (Jaya & Nindito., 2022) dan dipengaruhi jarak kontaminan dari *septictank* terutama di daerah perkotaan (Jaya & Nindito, 2022). Pelayanan jaringan air bersih oleh PDAM masih kurang menjangkau daerah terpencil (Jaya, 2003) terutama untuk memenuhi ketersediaan air bersih di kawasan perdesaan (Marlina et al., 2023). Sehingga diperlukan evaluasi kemampuan PDAM untuk memenuhi kebutuhan kuantitas air bersih (Haezer et al., 2023), memprediksi kebutuhan air bersih (Priyanto et al., 2021) dan merencanakan kebutuhan air bersih dan jaringan pipa induk yang dapat menjangkau daerah terpencil oleh PDAM (Apriliana et al., 2022) serta perlu adanya pipa transmisi *intake* sebagai penyedia air baku (Jaya et al., 2018). Salah satu teknologi tepat guna alat penjernih air yang dikenal adalah alat penyaring air serbaguna bio-multi filter model sarang tawon. Sistem penyaring air bersih ini mampu menangani pengolahan air bersih dengan volume air dalam waktu singkat (Jaya et al., 2021). Saringan pasir cepat (*slow sand filter*) adalah ujung tombak pengolahan air. Proses filtrasi inovasi ini terjadi dengan melewati air olahan melalui media berporous tertentu. Aliran air per satuan luas filter ini sangat kecil (Perlindungan, 2016). Menurut Siringoringo (2019), faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi proses filtrasi yaitu debit filtrasi yang terlalu besar yang menyebabkan tidak

berfungsinya filter secara efisien. Konsentrasi kekeruhan air baku yang sangat tinggi akan menyebabkan tersumbatnya lubang pori dari media atau akan terjadi *clogging*. Pada saringan pasir cepat, biasanya digunakan pasir sebagai medium tetapi prosesnya berbeda dengan pasir lambat. Menurut Nurjanah (2017), hal ini disebabkan karena digunakan butiran pasir yang lebih besar/kasar, dengan ukuran efektif butiran berkisar antara 0,4-1,2 mm dan kecepatan filtrasi lebih tinggi biasanya 5-15 m³/m²/jam (129-360 m³/m²). Untuk meningkatkan kualitas air dapat juga menggunakan media biofilter yang sangat efektif dalam penjernihan air seperti serat batang pisang awak (Adak, 2021), dapat pula dengan memanfaatkan pengaruh lubang filtrasi (Radha'ah et al., 2024) dan media filter alami lainnya (Kristina et al., 2024). Ketersediaan air di dunia ini tidak pernah berkurang, bahkan dapat dikatakan berlimpah, tetapi yang dapat dikonsumsi oleh manusia hanya sekitar 5% saja, sedangkan dengan tingginya tingkat modernisasi menyebabkan menurunnya kualitas air yang 5% tadi sehingga makin sedikitlah jumlah air yang dapat dikonsumsi. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi alamiah. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu dengan upaya memelihara fungsi air sehingga kualitas air memenuhi baku mutu. Sungai adalah salah satu dari sumber daya alam yang bersifat mengalir (*flowing resources*), sehingga pemanfaatan air di hulu akan menghilangkan peluang di hilir. Hal ini berakibat selama bertahun-tahun kondisi lingkungan hidup cenderung menurun. Selain krisis air, negeri ini juga menjadi langganan bencana alam. Untuk menghindari adanya kerusakan lingkungan maka diadakan penelitian air pada lokasi setempat. Kelangkaan air bersih ini pastilah berdampak negatif terutama di bidang kesehatan. Sistem penyediaan air bersih di daerah perkotaan dianjurkan diperbanyak, tetapi hal demikian sangatlah banyak kendalanya, antara lain cakupan pelayanan yang rendah, tingkat pendidikan masyarakat yang rendah pula dan yang terutama kepedulian masyarakat akan kebersihan lingkungan yang semakin hari semakin tidak peduli. Secara umum, di Kalimantan Tengah air sungai maupun air gambut memiliki pH yang rendah, berwarna dan bersedimen. Permasalahan air di Kota Palangka

Raya memiliki tingkat keasaman dan kekeruhan cenderung tinggi dan selama ini mampu ditangani PDAM. Namun, jika perumahan warga jauh dari jangkauan PDAM maka akan sulit untuk penanganannya dan belum ada teknologi yang cepat untuk menangani penurunan keasaman pada air tersebut. Alternatif jika masyarakat jauh dari jangkauan PDAM bisa digunakan inovasi menggunakan alat teknologi tepat guna (Nindito et al., 2021), seperti alat penjernih air dengan menggunakan filter non alami untuk meningkatkan pH, penggunaan inovasi yang lebih mudah dan cepat, serta terjangkau di kalangan masyarakat yang selama ini sulit dilakukan. Contoh penjernih air yang menggunakan media filter adalah penjernih air sarang tawon seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alat penjernih air

pH atau *power of Hydrogen* merupakan nilai atau ukuran yang digunakan untuk menilai derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Lebih tepatnya, pH air minum digunakan untuk mengukur kadar relatif dari ion hidrogen bebas serta ion hidroksil di dalam air. Apabila ion hidrogen bebasnya tinggi, air tersebut berarti memiliki sifat asam, begitu pula sebaliknya. Nilai pH ini menggunakan angka dengan skala 1 sampai 14. Air yang bersifat asam akan memiliki pH rendah, yaitu di bawah 7, dan menandakan bahwa air tersebut telah terkontaminasi oleh polutan. Sedangkan, air yang bersifat basa atau alkali akan memiliki nilai pH di atas 7. Nilai pH dalam air merupakan faktor yang

penting dalam menentukan sifat air menjadi bersifat asam atau basa yang akan mempengaruhi kehidupan biologi di dalam air. Perubahan keasaman air, baik ke arah alkali maupun asam, akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya. Kisaran pH yang cocok bagi organisme akuatik tidak sama tergantung pada jenis organisme tersebut (Cech, 2005). Besarnya nilai persentase kenaikan dari hasil penjernihan air dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{pH_{in} - pH_{out}}{pH_{in}} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan :

η	:	Efisiensi (%)
pH_{in}	:	Kadar pH masuk
pH_{out}	:	Kadar pH keluar

TDS adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid di dalam air (WHO, 2003). Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Makin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar konduktivitas listrik larutan tersebut. Sementara konsentrasi TDS juga dipengaruhi oleh temperatur (Bevilacqua, 1998). Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan karena dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ginjal. Menurut WHO (*World Health Organization*, 2003), air minum yang layak dikonsumsi memiliki kadar TDS < 300 ppm (*parts per million*). Besarnya nilai persentase kenaikan dari hasil penjernihan air dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{TDS_{in} - TDS_{out}}{TDS_{in}} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan :

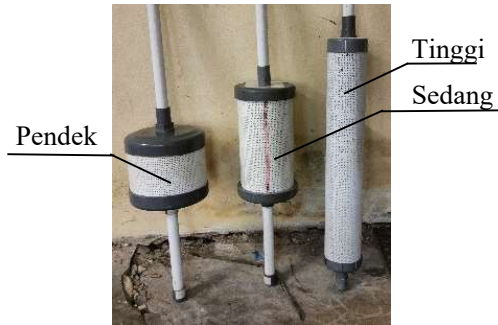
η	:	Efisiensi (%)
TDS_{in}	:	Kadar TDS masuk (<i>part per milion/ ppm</i>)
TDS_{out}	:	Kadar TDS keluar (<i>part per milion/ ppm</i>)

Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan hasil pengolahan air dari penjernih air sarang tawon berdasarkan

beberapa variasi media filter non alami terhadap pH dan TDS.

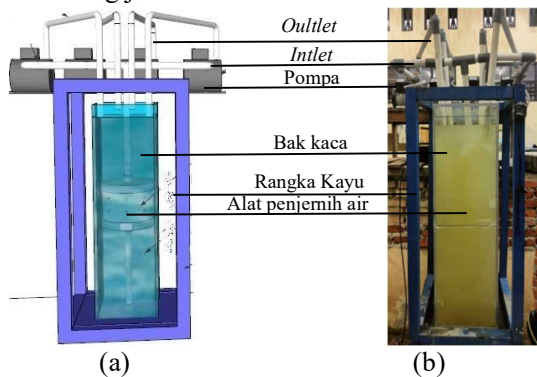
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan alat penjernih air seperti yang tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat penjernih air berjenis filtrasi sarang tawon


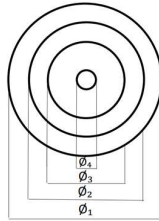


Metode yang digunakan adalah dengan melakukan uji penelitian pada alat penjernih air berjenis filtrasi berbentuk pendek, sedang, tinggi dengan berukuran lubang 0,25 cm dengan jarak tiap lubang 0,5 cm menggunakan pompa air berjumlah 4 dengan debit pompa 45 l/menit, bertujuan untuk mengetahui fungsi dari bentuk alat yang berbeda namun dengan volume yang sama. Uji eksperimental menggunakan media filter non alami, yang merupakan media filter yang dapat meningkatkan pH, seperti kapas, masker baru, busa kasur, dakron bantal dan kain perca. Gambar 3. menunjukkan skema pelaksanaan pengujian alat penjernih air yang digunakan dalam penggunaan media filter non alami serta media filter batu zeolite dan karang jahe.

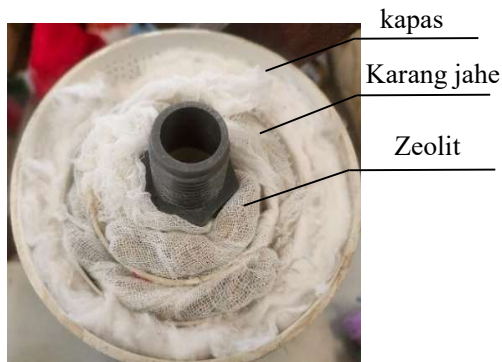


Gambar 3. (a) Desain instalasi dan (b) perwujudan alat penjernih air

Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali variasi *running* dengan kode parameter *running* dan data desain media pengisi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

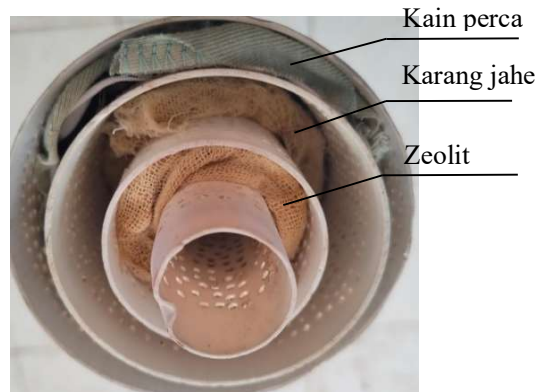
Tabel 1. Data parameter desain alat

Kode <i>running</i> dan media filter yang digunakan	Parameter	
	Deskripsi alat	Desain
PNA1 (Pendek; Kapas)		Tinggi = 17 cm
PNA2 (Pendek; Masker)		$\text{Ø}_1 = 8$ inchi
PNA3 (Pendek; Busa Kasur)		$\text{Ø}_2 = 6$ inchi
PNA4 (Pendek; Dakron Bantal)		$\text{Ø}_3 = 4$ inchi
PNA5 (Pendek; Kain Perca)		$\text{Ø}_4 = 1$ inchi
		
SNA1 (Sedang; Kapas)		Tinggi = 30 cm
SNA2 (Sedang; Masker)		$\text{Ø}_1 = 6$ inchi
SNA3 (Sedang; Busa Kasur)		$\text{Ø}_2 = 4$ inchi
SNA4 (Sedang; Dakron Bantal)		$\text{Ø}_3 = 3$ inchi
SNA5 (Sedang; Kain Perca)		$\text{Ø}_4 = 1$ inchi
TNA1 (Tinggi; Kapas)		Tinggi = 68 cm
TNA2 (Tinggi; Masker)		$\text{Ø}_1 = 4$ inchi
TNA3 (Tinggi; Busa Kasur)		$\text{Ø}_2 = 3$ inchi
TNA4 (Tinggi; Dakron Bantal)		$\text{Ø}_3 = 2$ inchi
TNA5 (Tinggi; Kain Perca)		$\text{Ø}_4 = 1$ inchi
PNA1 (Pendek; Kapas)		

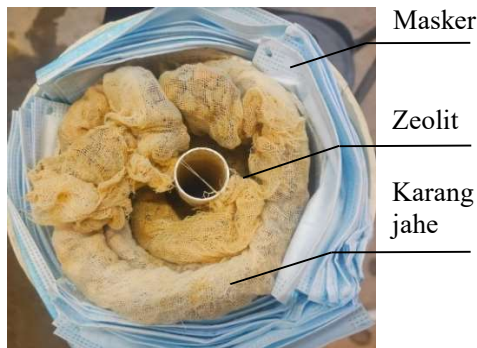


Gambar 4. Media filter non alami (kapas, karang jahe, zeolit)

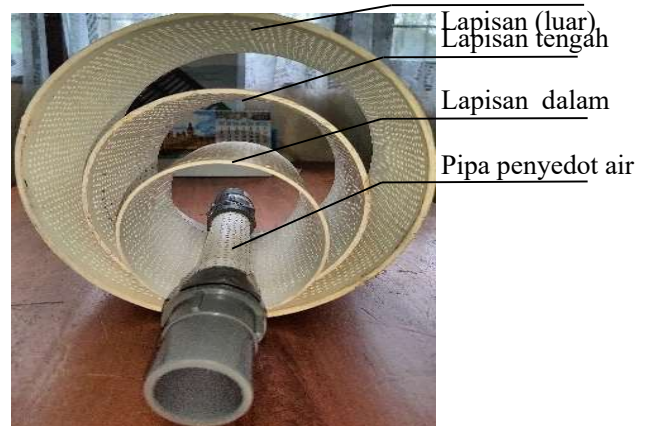
Gambar 7. Media filter non alami (dakron bantal, karang jahe, zeolit)



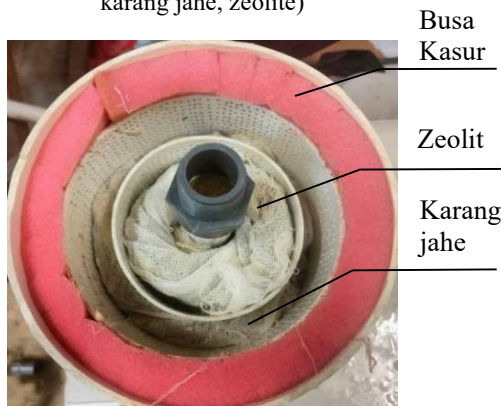
Gambar 8. Media filter non alami (kain perca, karang jahe, zeolit)



Gambar 5. media filter non alami (masker baru, karang jahe, zeolite)



Gambar 9. (a) Bagian lapisan luar, (b) lapisan tengah, (c) lapisan dalam dan (d) pipa penyedot air



Gambar 6. media filter non alam (busa kasur, karang jahe, zeolite)

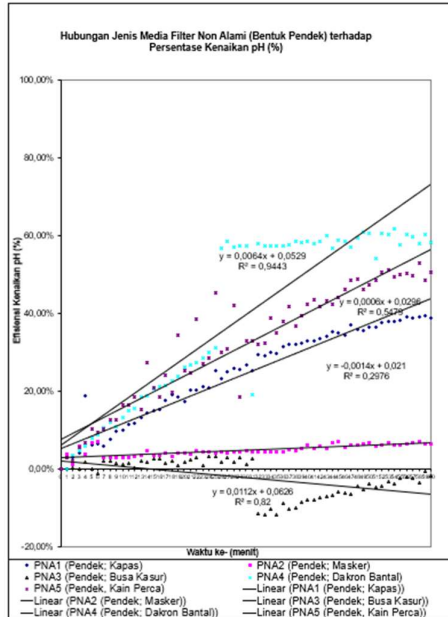


Gambar 10. Alat pengukur parameter air yang digunakan dalam uji eksperimental yang memiliki kemampuan mengukur parameter kualitas air berupa EC, ppm, CF, pH orp, temperatur, humidity

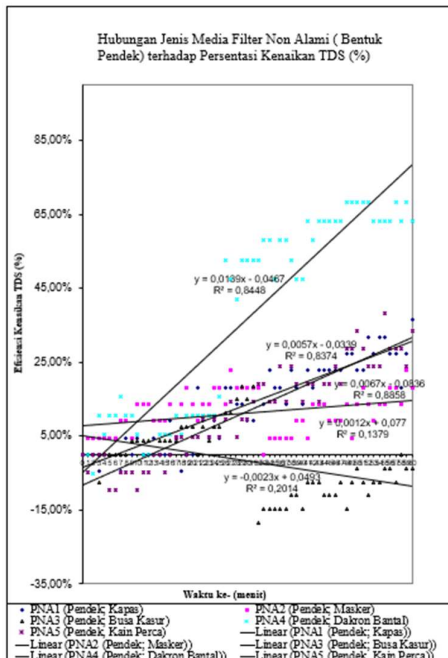
Gambar 10. menunjukkan alat ukur parameter air yang digunakan dalam uji eksperimental yang memiliki kemampuan mengukur parameter kualitas air berupa EC, ppm, CF, pH orp, temperatur dan humidity. Analisis data adalah dengan pembuatan

grafik hubungan antara jenis media filter non alami terhadap persentase kenaikan pH, dan persentase kenaikan TDS.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 11. Hubungan Jenis Media Filter Non Alami (Bentuk Pendek) terhadap Persentase Kenaikan pH



Gambar 12. Hubungan Jenis Media Filter Non Alami (Bentuk Pendek) terhadap Persentase Kenaikan TDS (*Total Dissolved Solids*)

Gambar 11. menunjukkan hubungan jenis media filter non alami (bentuk pendek) terhadap persentase kenaikan pH. Hasil yang diperoleh dari grafik Gambar 11 menunjukkan bahwa alat penjernih air bentuk pendek terhadap media filter non alami yaitu dakron bantal lebih bagus menaikkan pH dibandingkan filter non alami kapas, masker, busa kasur dan kain perca.

Grafik pada Gambar 12. menunjukkan hubungan jenis media filter non alami (bentuk pendek) terhadap persentase kenaikan TDS (*Total Dissolved Solids*) menghasilkan TSD yang tertinggi yaitu dakron bantal.

KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan hasil uji terhadap beberapa variasi media filter non alami pada alat penjernih air sarang tawon, untuk pengamatan dalam rentang waktu 60 menit selang interval 1 menit, alat mampu menjernihkan dan menaikkan pH. Gradien perubahan waktu terhadap pH dan TDS yang tertinggi diperoleh dari alat penjernih air yang berbentuk pendek dengan menggunakan media filter non alami dakron bantal.

SARAN

Penelitian lanjut dapat dilakukan dengan bervariasi pemasangan urutan media filter dan penambahan varian jumlah lapisan alat penjernih air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Hidrologi dan Hidrolika, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya yang telah menyediakan tempat dan alat laboratorium sebagai penunjang dalam melaksanakan penelitian. Terima kasih kepada Laboratorium kesehatan Provinsi Kalimantan Tengah yang telah membantu menguji sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Adak, H.P., 2021. Pengaruh Penambahan Media Biofilter Serat Batang Pisang Awak Pada Metode Teknik Filtrasi Slow Sand Filter Guna Meningkatkan Kualitas Air (Studi Kasus: Sampel Air Sungai Kalanaman). Skripsi Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.

- Apriliana, E.N., Yupi, H.M & Jaya, A.R., 2022. Perencanaan Kebutuhan Air Bersih dan Jaringan Pipa Induk di Wilayah Kerja IKK Ampah. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, April 2022, (5)2, 21-29
- Bevilacqua, A.C., 1998. The standard fo Resistivity Measurements of Ultrapure Water. *Semiconductor Pure Water and Chemicals Conference*, Massachusetts.
- Cech TV. 2005. Principles of Water Resources: History, Development, Management, and Policy. Ed ke-2. Hoboken:John Wiley & Sons.
- Haezer, B. R., Saputra, R. H., & Jaya, A. R. (2023). Evaluasi Kemampuan PDAM Kota Palangka Raya untuk Memenuhi Kebutuhan Kuantitas Air Bersih Tahun 2022-2032. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2).
- Jaya, A.R. & Nindito, D.A., 2022. Perbandingan Kualitas Air Bersih yang Berasal dari Sumur Bor Pada Tanah Berpasir, Tanah Gambut dan Tanah Berlumpur di Kota Palangka Raya. Penelitian Mandiri Dosen Universitas Palangka Raya.
- Jaya, A.R., Kamiana, I.M., Suyanto, H., Yupi, H.M., Nindito, D.A., Saputra, R.H & Nomeritae., 2021. Penggunaan Penyaring Air Serbaguna Bio-Multi Filter Model Sarang Tawon Sebagai Penjernih Air di Desa Bukit Rawi Kecamatan Kahayan Tengah Kabupaten Pulang Pisau. *Jurnal Pengabdian Kampus: Jurnal Informasi Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat*, (Vol. 8 ,pp. 6-10).
- Jaya, A.R. & Nindito, D.A., 2022. Perbandingan Kualitas Air Bersih dari Sumur Bor dengan Jarak yang Bervariasi Terhadap Septictank di Kota Palangka Raya. Penelitian Mandiri Dosen Universitas Palangka Raya.
- Jaya, A.R. & Nindito, D.A., 2023. Pengaruh Sedimentasi Sungai Kahayan Terhadap Kualitas Air di Kawasan Permukiman Penduduk Mendawai Kota Palangka Raya. Penelitian Mandiri Dosen Universitas Palangka Raya.
- Jaya, A. R. (2003). Analisis Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (*tesis on, program Pascasarjana Universitas Diponegoro*).
- Jaya, A. R., Suyanto, H., & Krisony, H. (2018). studi perhitungan epanet pipa tranmisi intake penyediaan air baku di samuda. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 1(2), 78-85.
- Kristina, M. Y., Jaya, A. R., & Nindito, D. A. Pengaruh Jenis Media Filter Alami Alat Penjernih Air Bio-Multifilter Terhadap Perubahan pH dan TDS. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 10(2).
- Marlina, M., Jaya, A. R., & Yupi, H. M. (2023). analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di kota buntok kabupaten barito selatan: analysis of clean water need and availability in buntok city, barito selatan regency. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Transukma*, 5(2), 105-118.
- Nindito, D.A., Nuswantoro, Waluyo., Garib, T.W & Hamidah, N.,2021. Rancangan Bangun Wastafel I-Wash (Sebuah Prototype Wastafel Antiseptik Sistem Celup Semprot yang Higienis dan Hemat Air. Penelitian Terapan Inovatif.
- Nindito, D. A., Radha'ah, F., & Jaya, A. R. (2024). Pengaruh Perbedaan Luas Permukaan Lubang Filtrasi Alat Penjernih Air Bio-Multifilter Terhadap pH dan TDS. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 11(1), 25-36.
- Nurjanah, R.A., (2017). Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Pasir Vulkanik Sebagai Media Filtrasi Untuk Perbaikan Kadar Fe, Mn dan Kekeruhan Air Sumur Gali. Karya Tulis Ilmiah Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
- Priyanto, A., Jaya, A. R., & Suyanto, H. (2021). prediksi kebutuhan air bersih pdam pusat pulang pisau dan unit desa mantaren i tahun 2029: *prediction of clean water need for pulang Pisau Center And Unit of Village Mantaren I In 2029. Spektrum Sipil*, 8(2), 128-137.
- Perlindungan, R., 2017. Perencanaan Instalasi Penjernih Air Sistem Spiral (Pastral). Tugas Akhir Universitas Palangka Raya. Palangka Raya
- Saputra, R.H., Jaya, A.R., Kamiana, I.M., Suyanto, H., Yupi, H.M., Nindito, D.A & Nomeritae., 2023. Sosialisasi Air Bersih dan Air Minum pada Lahan Gambut di SMAN 10 Palangka Raya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik*.
- Sunarsih, E.S., (2012). “Air Bersih Untuk Masyarakat Miskin Dengan Sumur Bor”. *Journal of Rural and Development* (Vol. 3, pp.113-123).
- Saputra, R.H., Nindito, D.A & Putra, H.A.,2014. Pengaruh Variasi Tabung Udara (Air Chamber) Terhadap Efisiensi Kerja Hydraulic Ram Pump. *Jurnal Proteksi*.
- WHO, 2003. Total dissolved solids in Drinkingwater. Geneva Switzerland: World Health Organizatio