

PEMANFAATAN AIR HUJAN TERNETRALKAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) PADA AIR PESISIR DENGAN INTRUSI RINGAN

Susilawati¹, Abid Farhan²

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email : susilawati@uinsu.ac.id¹, abidfarhan641@gmail.com²

ABSTRAK

Wilayah pesisir dengan tingkat intrusi air laut ringan berpotensi mengalami penurunan kualitas air, salah satunya ditandai dengan peningkatan kadar Total Dissolved Solids (TDS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pemanfaatan air hujan yang telah dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) dalam menurunkan kadar TDS air pesisir. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan perlakuan pencampuran air pesisir dan air hujan netralisasi pada beberapa rasio, yaitu P_0 (100% air pesisir), P_1 (75% : 25%), P_2 (50% : 50%), dan P_3 (25% : 75%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar TDS awal air pesisir sebesar 148 mg/L dan air hujan sebesar 9 mg/L. Setelah perlakuan, kadar TDS menurun menjadi 122 mg/L pada P_1 , 76 mg/L pada P_2 , dan 37 mg/L pada P_3 . Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan kadar TDS antar perlakuan ($p < 0,05$). Penelitian ini menunjukkan bahwa air hujan netralisasi berpotensi dimanfaatkan sebagai teknologi sederhana untuk menurunkan kadar TDS air pesisir dengan intrusi ringan, khususnya untuk keperluan non-konsumsi.

Kata Kunci: Air Hujan, Total Dissolved Solids, Air Pesisir, Intrusi Air Laut Ringan, Teknologi Tepat Guna.

ABSTRACT

Coastal areas experiencing mild seawater intrusion are prone to gradual degradation of water quality, one of which is indicated by increased Total Dissolved Solids (TDS) levels. This study aimed to analyze the effectiveness of utilizing rainwater neutralized with agricultural lime (CaCO_3) in reducing TDS levels in coastal water. An experimental method was applied by mixing coastal water and neutralized rainwater at different ratios, namely P_0 (100% coastal water), P_1 (75%: 25%), P_2 (50%: 50%), and P_3 (25%: 75%). The results showed that the initial TDS levels of coastal water and rainwater were 148 mg/L and 9 mg/L, respectively. After treatment, TDS levels decreased to 122 mg/L in P_1 , 76 mg/L in P_2 , and 37 mg/L in P_3 . One Way ANOVA analysis indicated a significant difference in TDS levels among treatments ($p < 0.05$). This study demonstrates that neutralized rainwater has the potential to be utilized as a simple and appropriate technology for reducing TDS levels in coastal water affected by mild seawater intrusion, particularly for non-consumptive purposes.

Keywords: Rainwater, Total Dissolved Solids, Coastal Water, Mild Seawater Intrusion, Appropriate Technology.

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang rentan mengalami perubahan kualitas sumber air akibat pengaruh intrusi air laut. Intrusi air laut tidak selalu terjadi dalam bentuk air asin ekstrem, tetapi sering muncul secara bertahap dan ringan, yang ditandai dengan meningkatnya kandungan zat terlarut dalam air tanah maupun air permukaan (Bear et al., 1999). Kondisi ini kerap tidak disadari karena nilai parameter kualitas air masih berada pada kisaran rendah hingga sedang, namun tetap dapat memengaruhi pemanfaatan air untuk kebutuhan domestik.

Salah satu parameter yang umum digunakan untuk menggambarkan kandungan zat terlarut dalam air adalah Total Dissolved Solids (TDS). TDS merepresentasikan jumlah ion

anorganik dan senyawa terlarut lainnya, seperti natrium, klorida, kalsium, dan magnesium, yang berasal dari proses alami maupun pengaruh lingkungan pesisir (Sawyer et al., 2003). World Health Organization (WHO, 2022) menyatakan bahwa peningkatan kadar TDS, meskipun tidak selalu menimbulkan dampak kesehatan langsung, dapat memengaruhi rasa air, efisiensi penggunaan sabun, serta kenyamanan pemanfaatan air untuk keperluan rumah tangga non-konsumsi.

Pengelolaan kualitas air di wilayah pesisir umumnya diarahkan pada penerapan teknologi pengolahan air yang bersifat kompleks dan berbiaya tinggi, seperti desalinasi atau filtrasi lanjutan. Namun, pendekatan tersebut sering kali kurang sesuai untuk diterapkan pada skala rumah tangga atau komunitas pesisir dengan keterbatasan sumber daya, khususnya pada kondisi intrusi air laut ringan (Prasetyo & Lestari, 2021). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengelolaan air yang lebih sederhana, kontekstual, dan sesuai dengan tingkat permasalahan yang dihadapi.

Air hujan merupakan sumber air alternatif yang secara alami memiliki kadar Total Dissolved Solids yang rendah. Putra (2020) melaporkan bahwa air hujan umumnya memiliki nilai TDS di bawah 50 mg/L karena terbentuk dari proses kondensasi uap air di atmosfer. Namun demikian, air hujan sering bersifat asam akibat pengaruh gas-gas atmosfer, sehingga memerlukan proses netralisasi sebelum dapat dimanfaatkan. Netralisasi menggunakan kalsium karbonat (CaCO_3) diketahui efektif dalam menstabilkan pH air tanpa meningkatkan kadar zat terlarut secara signifikan (Brown et al., 2018).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan air hujan yang telah dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) sebagai media pencampur untuk menurunkan kadar Total Dissolved Solids (TDS) air pesisir dengan tingkat intrusi ringan. Pendekatan yang digunakan adalah pencampuran air pesisir dan air hujan netralisasi pada beberapa variasi rasio untuk mengevaluasi perubahan kadar TDS yang dihasilkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai potensi teknologi sederhana berbasis sumber daya lokal dalam meningkatkan kualitas air pesisir, khususnya untuk keperluan non-konsumsi.

METODE

A. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan air hujan ternetralkan terhadap penurunan kadar Total Dissolved Solids (TDS) air pesisir. Desain penelitian menggunakan perlakuan pencampuran antara air pesisir dan air hujan ternetralkan pada beberapa variasi rasio, sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan dalam proposal penelitian.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir sesuai dengan lokasi pengambilan sampel yang tercantum dalam proposal penelitian. Pengambilan sampel dan pelaksanaan perlakuan dilakukan dalam rentang waktu yang telah direncanakan, dengan mempertimbangkan ketersediaan air hujan dan kondisi lingkungan setempat.

C. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air pesisir sebagai objek penelitian, air hujan sebagai bahan perlakuan, serta kapur pertanian (CaCO_3) yang digunakan untuk proses netralisasi air hujan. Alat yang digunakan meliputi wadah pencampuran, gelas ukur, pH meter, dan alat ukur Total Dissolved Solids (TDS meter).

D. Prosedur Penelitian

Air hujan yang dikumpulkan terlebih dahulu dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) hingga mencapai pH mendekati netral. Proses netralisasi dilakukan secara bertahap dengan pengadukan hingga nilai pH berada pada kisaran netral, sesuai dengan ketentuan dalam proposal penelitian. Air pesisir dan air hujan ternetralkan kemudian dicampurkan dengan beberapa variasi rasio perlakuan, yaitu P_0 (100% air pesisir), P_1 (75% air pesisir: 25% air hujan ternetralkan), P_2 (50% air pesisir: 50% air hujan ternetralkan), dan P_3 (25% air pesisir: 75% air hujan ternetralkan). Setiap perlakuan dilakukan secara terpisah menggunakan volume air yang sama. Pengukuran kadar TDS pada setiap perlakuan dilakukan secara berulang untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif sebelum dilakukan analisis statistik.

Setelah proses pencampuran, sampel air dihomogenkan dan dilakukan pengukuran kadar TDS menggunakan TDS meter. Pengukuran dilakukan sesuai dengan prosedur pengoperasian alat dan dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang representatif.

E. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rasio pencampuran air hujan ternetralkan dan air pesisir. Variabel terikat adalah kadar Total Dissolved Solids (TDS) air hasil pencampuran. Variabel yang dikendalikan meliputi volume sampel, alat ukur yang digunakan, serta kondisi pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Awal Sampel Air

Pengukuran awal dilakukan terhadap sampel air pesisir dan air hujan sebelum perlakuan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa air pesisir memiliki kadar Total Dissolved Solids (TDS) sebesar 148 mg/L, sedangkan air hujan memiliki kadar TDS awal sebesar 9 mg/L. Air hujan yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) hingga mencapai pH netral. Air hujan setelah proses netralisasi memiliki pH berkisar antara 6,7–7,0 dan tetap mempertahankan kadar TDS yang rendah. Perbedaan kadar TDS antara air pesisir dan air hujan ini menjadi dasar penerapan perlakuan pencampuran untuk menurunkan kadar zat terlarut pada air pesisir.

B. Perubahan Kadar TDS Setelah Perlakuan

Perlakuan dilakukan dengan mencampurkan air hujan netralisasi ke dalam air pesisir dengan beberapa variasi rasio, yaitu P_0 (kontrol), P_1 , P_2 , dan P_3 . Hasil pengukuran kadar TDS setelah perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Total Dissolved Solids (TDS) Air Pesisir Setelah Perlakuan

| Perlakuan | Rasio Air Pesisir : Air hujan | TDS(mg/L) | Penurunan TDS% |
|-----------|-------------------------------|-----------|----------------|
| P_0 | 100% : 0% | 148 | - |
| P_1 | 75% : 25% | 122 | 17,6 |
| P_2 | 50% : 50% | 76 | 48,6 |
| P_3 | 25% : 75% | 37 | 75,0 |

Perhitungan penurunan TDS:

$$\text{Penurunan (\%)} = \frac{148 - TDS_{\text{akhir}}}{148} \times 100$$

Hasil menunjukkan bahwa penambahan air hujan netralisasi menyebabkan penurunan kadar TDS yang semakin besar seiring dengan meningkatnya proporsi air hujan. Perlakuan P_3 menghasilkan penurunan kadar TDS paling besar dibandingkan perlakuan lainnya.

C. Analisis Statistik Penurunan Kadar TDS

Hasil uji statistik menggunakan One Way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kadar TDS antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penambahan air hujan netralisasi memberikan pengaruh yang bermakna terhadap penurunan kadar Total Dissolved Solids (TDS) air pesisir.

Hasil uji lanjut (post-hoc test) menunjukkan bahwa:

- 1) Perlakuan P_1 berbeda signifikan dibandingkan P_0
- 2) Perlakuan P_2 berbeda signifikan dibandingkan P_0 dan P_1
- 3) Perlakuan P_3 berbeda signifikan dibandingkan seluruh kelompok perlakuan lainnya

D. Ringkasan Hasil

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran air hujan netralisasi dengan air pesisir mampu menurunkan kadar Total Dissolved Solids (TDS) secara signifikan. Penurunan terbesar diperoleh pada perlakuan P_3 dengan proporsi air hujan netralisasi tertinggi, yaitu sebesar 75,0% dibandingkan kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan air hujan netralisasi efektif dalam menurunkan kadar TDS air pesisir dengan tingkat intrusi ringan, sehingga berpotensi diterapkan sebagai teknologi sederhana pengolahan air untuk keperluan non-konsumsi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan air hujan yang telah dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) mampu menurunkan kadar Total Dissolved Solids (TDS) air pesisir secara signifikan. Penurunan kadar TDS terjadi seiring dengan meningkatnya proporsi air hujan netralisasi yang dicampurkan, dengan penurunan terbesar pada perlakuan P_3 (25% air pesisir : 75% air hujan), yaitu sebesar 75,0% dibandingkan kontrol.

Secara ilmiah, penurunan kadar TDS ini dapat dijelaskan melalui prinsip pengenceran (dilution), yaitu proses pencampuran air dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke dalam air dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi sehingga menurunkan konsentrasi total zat terlarut dalam campuran. Sawyer, McCarty, dan Parkin (2003) menyatakan bahwa nilai TDS secara langsung dipengaruhi oleh konsentrasi ion terlarut seperti natrium (Na^+), klorida (Cl^-), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}), sehingga pencampuran dengan air berkadar ion rendah akan menurunkan nilai TDS secara proporsional.

Air hujan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar TDS awal yang sangat rendah, yaitu 9 mg/L, sesuai dengan temuan Putra (2020) yang melaporkan bahwa air hujan umumnya memiliki kadar TDS di bawah 50 mg/L karena terbentuk dari proses kondensasi uap air di atmosfer. Namun, air hujan di wilayah perkotaan atau industri sering bersifat asam akibat kandungan gas sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x), sehingga diperlukan proses netralisasi sebelum dimanfaatkan (Rahmawati, 2023).

Proses netralisasi air hujan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) bertujuan untuk menstabilkan pH air hingga mendekati netral. Brown et al. (2018) menjelaskan bahwa reaksi antara senyawa asam dengan kalsium karbonat menghasilkan garam dan air, sehingga dapat menurunkan tingkat keasaman tanpa meningkatkan konsentrasi zat terlarut secara signifikan. Hal ini menjelaskan mengapa kadar TDS air hujan tetap rendah setelah proses netralisasi.

Meskipun kadar TDS awal air pesisir dalam penelitian ini relatif rendah (148 mg/L), kondisi tersebut masih relevan dengan karakteristik wilayah pesisir yang mengalami intrusi air laut ringan. World Health Organization (WHO, 2022) menyatakan bahwa peningkatan TDS secara bertahap, meskipun masih berada di bawah ambang batas air minum, dapat

memengaruhi rasa air, efisiensi sabun, serta pemanfaatan air untuk keperluan domestik. Oleh karena itu, upaya penurunan TDS tetap penting, khususnya untuk meningkatkan kualitas air bagi kebutuhan rumah tangga non-konsumsi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Prasetyo dan Lestari (2021) yang menunjukkan bahwa teknologi pengolahan air sederhana mampu menurunkan kadar TDS air payau secara signifikan. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada pendekatan yang digunakan, yaitu pemanfaatan air hujan netralisasi sebagai sumber air pengencer berbasis sumber daya lokal, sehingga lebih sederhana dan mudah diterapkan oleh masyarakat pesisir.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mengukur satu parameter kualitas air, yaitu TDS. WHO (2022) menegaskan bahwa kualitas air ditentukan oleh berbagai parameter fisik, kimia, dan biologis. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu memasukkan parameter lain seperti kesadahan, kandungan ion spesifik (Na^+ dan Cl^-), serta parameter mikrobiologis untuk memperoleh gambaran kualitas air yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan air hujan netralisasi merupakan pendekatan teknologi tepat guna yang didukung oleh prinsip ilmiah dan literatur yang kuat. Teknologi ini berpotensi diterapkan sebagai solusi peningkatan kualitas air pesisir dengan tingkat intrusi ringan, khususnya untuk keperluan non-konsumsi, dengan tetap memperhatikan keterbatasan dan kebutuhan pengolahan lanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pencampuran air hujan yang telah dinetralkan menggunakan kapur pertanian (CaCO_3) dengan air pesisir mampu menurunkan kadar Total Dissolved Solids (TDS) secara bertahap sesuai dengan peningkatan proporsi air hujan dalam campuran. Penurunan kadar TDS terjadi pada seluruh perlakuan dibandingkan kontrol, dengan penurunan terbesar diperoleh pada perlakuan P₃ (25% air pesisir : 75% air hujan ternetralkan).

Penurunan kadar TDS yang diamati dapat dijelaskan melalui prinsip pengenceran, di mana pencampuran air berkadar zat terlarut rendah ke dalam air dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi menghasilkan penurunan konsentrasi total zat terlarut secara proporsional. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan air hujan ternetralkan berpotensi digunakan sebagai media pengencer sederhana untuk meningkatkan kualitas air pesisir dengan tingkat intrusi air laut ringan.

Meskipun kadar TDS awal air pesisir dalam penelitian ini relatif rendah, hasil penelitian tetap relevan untuk konteks kebutuhan rumah tangga non-konsumsi di wilayah pesisir. Pendekatan yang digunakan bersifat sederhana, berbasis sumber daya lokal, dan mudah diterapkan, sehingga memiliki potensi sebagai teknologi tepat guna pada skala rumah tangga atau komunitas pesisir.

Namun demikian, kesimpulan penelitian ini terbatas pada parameter Total Dissolved Solids (TDS). Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji parameter kualitas air lainnya, baik fisik, kimia, maupun biologis, guna memperoleh gambaran kualitas air yang lebih komprehensif serta memastikan keamanan pemanfaatan air hasil pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bear, J., Cheng, A. H.-D., Sorek, S., Ouazar, D., & Herrera, I. (1999). Seawater intrusion in coastal aquifers: Concepts, methods and practices. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-2969-7>
- Brown, R. B., Collins, M. E., & Sartain, J. B. (2018). Acid rain and liming of soils. University of

- Florida IFAS Extension.
- Prasetyo, A., & Lestari, D. (2021). Teknologi pengolahan air sederhana untuk menurunkan kadar total dissolved solids pada air payau. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(1), 45–52.
- Putra, R. A. (2020). Karakteristik kualitas air hujan sebagai sumber air alternatif. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(2), 87–94.
- Rahmawati, S. (2023). Pengaruh pencemaran udara terhadap keasaman air hujan di wilayah perkotaan. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 5(1), 15–23.
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2003). *Chemistry for environmental engineering and science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed., incorporating the first and second addenda). World Health Organization.