

Studi Parameter Biologi dalam Analisis Kualitas Air Sumur di Desa Karakan, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo

Study of Biological Parameters in Analysis of Well Water Quality in Karakan Village, Weru District, Sukoharjo Regency

Uswah Karimah Nur Khasanah, Murni Ramli*

Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding author: mramlim@staff.uns.ac.id

Abstrak: Ketersediaan air ini sangatlah penting untuk setiap makhluk untuk minum, mandi, hingga sanitasi. Akan tetapi, karena kurangnya kepedulian masyarakat terhadap air, banyak air yang mulai tercemar. Salah satu pencemaran yang ada yaitu pencemaran air secara mikrobiologis, yang mengindikasikan adanya bakteri patogen dalam air tersebut seperti bakteri Coliform. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas air tanah dalam parameter biologi di Desa Karakan. Populasi penelitian yang dilakukan adalah sumur di Desa Karakan, Sukoharjo, sedangkan sampel penelitian adalah 3 sumur di Desa Karakan yang didapatkan dengan teknik Area Sampling. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan uji laboratorium. Uji laboratorium dilakukan dengan metode analisis keberadaan bakteri Coliform dilakukan dengan metode MPN (Most Probable Number) dengan tabel formula Thomas. Hasil analisis penelitian didasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, menyatakan bahwa kualitas air minum yang baik terdapat kandungan Coliform total dan Coliform tinja dalam air yaitu 0. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa air sumur di Desa Karakan positif mengandung bakteri Coliform dari analisis uji laboratorium menunjukkan hasil dengan terjadinya perubahan warna pada larutan di setiap sampel yang awalnya berwarna kuning bening menjadi keruh dan terbentuknya gelembung udara. Nilai MPN yang didapatkan dari masing-masing sampel berdasarkan formula Thomas adalah >3 . Hal ini menunjukkan bahwa air sumur di Desa Karakan beresiko jika dikonsumsi sebagai air minum secara langsung.

Keywords: Air sumur, air tanah, bakteri Coliform, MPN

1. PENDAHULUAN

Salah satu komponen penting dalam kehidupan manusia yang tidak dapat diabaikan yaitu air. Air menjadi sumber kehidupan di muka bumi dimana 70% dari permukaan bumi adalah air (Solihin *et al.*, 2020). Air terdiri dari dua sumber yaitu air tanah dan air permukaan. Air tanah merupakan air yang berada di dalam tanah, seperti air sumur dan mata air, sedangkan air permukaan merupakan air yang berada di atas tanah seperti danau, sungai, dll (Etnize, 2009 dalam (Widyaningsih *et al.*, 2016)).

Air sumur menjadi salah satu sumber air yang biasa digunakan oleh masyarakat (Tominik *et al.*, 2018). Air sumur biasa digunakan untuk minum, mandi, hingga sanitasi. Untuk memanfaatkan air sumur sebagai air minum, perlu ditinjau kualitas air yang akan digunakan. Jika air sumur didapatkan dari sumber mata air asli maka air tersebut memiliki kemungkinan tinggi dapat dikonsumsi sebagai air minum. Akan tetapi, karena beberapa faktor yang mulai berubah baik dari lingkungan maupun masyarakat, kualitas air sumur di beberapa daerah perlu dikaji.

Dalam menganalisis kualitas air sumur, dapat dilakukan dengan beberapa cara. Analisis kualitas air dapat dilakukan dengan parameter biologi, fisika, maupun kimia (Gufran, 2019). Kualitas air dalam parameter fisika dapat ditinjau dari suhu, tingkat kekeruhan, salinitas, hingga warna air. Kualitas air dalam parameter kimia dapat ditinjau dari tingkat pH, kesadaran, kandungan zat nitrit, nitrat, amoniak, sulfat juga logam (Tatangindatu *et al.*, 2013). Kualitas air dalam parameter biologi dapat ditinjau dari keberadaan mikroorganisme seperti bakteri Coliform, virus, dan plankton.

Bakteri *Coliform* merupakan golongan bakteri intestinal yang hidup didalam saluran pencernaan manusia. Bakteri ini biasa digunakan sebagai indikator kualitas air (Hidayah *et al.*, 2022). Jumlah koloni bakteri *Coliform* berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen sehingga bakteri *Coliform* fekal ini menjadi indikator pencemaran. Bakteri *Coliform* merupakan indikator air. Jika ditemukan kandungan Coliform yang semakin sedikit, mengindikasikan bahwa kualitas air semakin baik (Widyaningsih *et al.*, 2016).



Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, menyatakan bahwa kualitas air minum yang baik terdapat kandungan Coliform total dan Coliform tinja dalam air yaitu 0 (Darma, 2020). Dalam KeMenKes RI tersebut juga dinyatakan bahwa nilai *Most Probable Number* (MPN) yaitu 0/100 ml air terkandung. Keberadaan bakteri Coliform menjadi salah satu indikator mutu dan keamanan air minum, jika tidak terdapat bakteri ini menunjukkan indikasi tidak adanya bakteri pathogen yang lain (Natalia *et al.*, 2014).

Studi parameter biologi untuk menganalisis kualitas air dapat menggunakan analisis nilai *Most Probable Number* (MPN) (Agista & Purwantisari, 2020). Dalam analisis *Most Probable Number* (MPN) dilakukan dalam dua tahapan yaitu tahap pendugaan untuk mengetahui keberadaan Coliform terkandung dalam sampel air dan tahap penegasan untuk menegaskan adanya Coliform.

1. Tahap pendugaan (*Persumtive Test*)

Tahap pendugaan dilakukan dengan menginokulasi pada media *Lactose Broth* dan dilakukan pengamatan adanya pembentukan gas dalam tabung durham setelah di inkubasi selama 24 –48 jam pada suhu 35°C – 37°C (Widyaningsih *et al.*, 2016). Jika dalam 48 jam tidak terbentuk gelembung dalam tabung atau tidak terdapat perubahan warna, maka dapat disimpulkan bahwa test pendugaan mendapatkan hasil negative dan tidak perlu dilakukan test penegasan (Sunarti, 2015).

2. Tahap Penegasan (*Confirmed Test*)

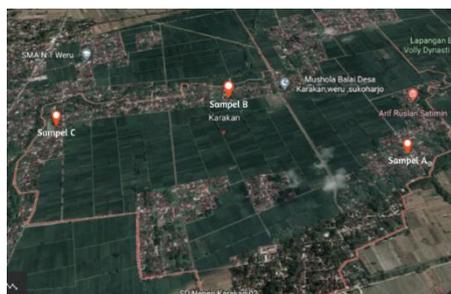
Tahap penegasan dilakukan dengan penanaman pada media *Brilliant Green Lactosa Bile Broth* dan diamati terbentuknya gas dalam tabung durham setelah diinkubasi pada suhu 45°C selama 48 jam (Sunarti, 2015). Hasil kemudian dibandingkan dengan table MPN formula Thomas.

Desa Karakan merupakan desa di Kecamatan Weru Kabupaten Sukoharjo yang letaknya di lereng perbukitan. Di Desa Karakan ini beberapa sumur air tanahnya masih aktif walaupun hanya digunakan sebagai air cuci. Sumur-sumur yang awalnya digunakan oleh masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari baik sebagai air minum maupun air cuci dan mandi sekarang mulai berubah fungsi (Saidah *et al.*, 2018). Dari observasi lapangan yang dilakukan, sebagian besar dari penduduk mengganti penggunaan utama air sumur dengan air beli dari pegunungan atau air galon untuk minum, sedangkan untuk air mandi dan cuci penduduk menggunakan air PDAM dan air sumur. Beberapa masyarakat desa mengungkapkan bahwa air sumur mereka telah terkontaminasi beberapa zat dan mengandung kapur sehingga mereka terpaksa mengganti air konsumsi mereka dengan air galon ataupun air beli. Akan tetapi, mereka juga belum tahu pasti zat yang mencemari air sumur tersebut karena belum ada penelitian terhadap air sumur desa mereka.

Sumber air untuk dimanfaatkan untuk air minum harus memenuhi syarat minimum yaitu tidak mengandung bakteri pathogen maupun zat berbahaya (Natalia *et al.*, 2014). Jika air terkontaminasi zat tercemar maupun bakteri dapat menyebabkan penyakit bagi orang yang mengonsumsinya. Seperti air yang terkontaminasi bakteri *Escherichia coli*, dapat menyebabkan gejala diare, demam, kram perut, hingga muntah-muntah (Entjang, 2003 dalam (Bambang *et al.*, 2014). Berdasarkan latar belakang diatas, dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah air dari desa Karakan yang ditinjau dari parameter biologi masih memiliki kualitas baik untuk dimanfaatkan. Hipotesis yang diambil dari latar belakang yaitu air sumur desa Karakan memiliki kualitas yang kurang baik untuk dikonsumsi sebagai air minum. Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu informasi kepada masyarakat tentang kualitas air tanah khususnya air sumur, sehingga masyarakat dapat lebih berhati-hati dalam penggunaan air.

2. METODELOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan uji laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *Coliform* yang merupakan indicator pathogen dalam air. Populasi penelitian ini adalah sumur di Desa Karakan, Sukoharjo, sedangkan sampel penelitian adalah 3 sumur di Desa Karakan yang ditentukan dengan teknik *Area Sampling*. Sampel diambil dari tiga titik area yang berjauhan sehingga dapat mengakumulasi populasi penelitian.



Gambar 1. Peta Desa Karakan

Sumber : <https://earth.google.com/web/search/Karakan,+Weru,+Sukoharjo+Regency,+Central+Java>



Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu pengambilan sampel, tahap persiapan dan uji laboratorium.

1. Tahap pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di 3 titik sumur yang diperoleh dengan teknik *Area Sampling*. Sampel air sumur diambil menggunakan botol steril. Dari pengambilan sampel, didapatkan 3 sampel air dengan kondisi sebagai berikut:

Tabel 1. Kondisi sampel pada proses pengambilan sampel

Nama Sampel	Lokasi	Warna	Kondisi
Sampel A	Dukuh Genjeng	Putih	Bening tanpa kotoran
Sampel B	Dukuh Jetis	Putih	Bening tanpa kotoran
Sampel C	Dukuh Karakan	Putih	Bening tetapi terdapat sedikit kotoran

2. Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan untuk menyiapkan alat dan bahan yang digunakan. Bahan yang digunakan yaitu sampel air sumur, medium *lactose broth*, medium *brilliant-green bile lactose broth (BGLB)*, dan aquades. Alat-alat yang digunakan di lapangan adalah botol sample steril dan alat tulis. Sedangkan, alat untuk uji laboratorium adalah Erlenmeyer, pipet ukur (1ml, 5 ml, dan 10 ml), gelas kimia 250 ml, tabung durham, stirer, timbangan, tabung reaksi, lampu spritus, outoklaf, inkubator, kapas, plastic, dan *aluminium foil*. Pada tahap persiapan juga dilakukan untuk membuat larutan *lactose broth* dengan mengencerkan 1 gram *lactose broth* dalam 100 ml aquades. Mengaduknya dengan stirrer, dan memindahkan larutan ke dalam Erlenmeyer. Tabung ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil dan diberin karet. Membungkus dengan plastic dan memasukkan alat dan larutan tersebut dalam autoklaf selama 20 menit di suhu 121°C.

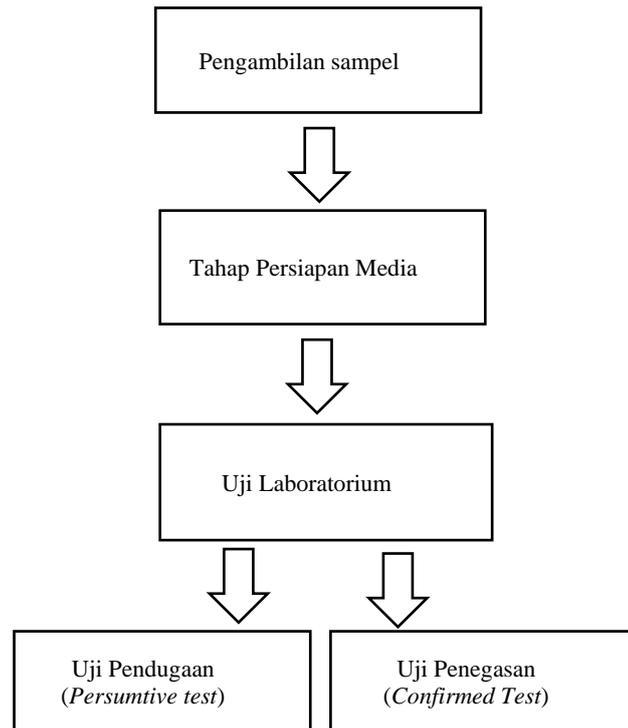
3. Uji laboratorium

Pada uji laboratorium dilakukan metode analisis keberadaan bakteri Coliform dengan metode MPN (*Most Probable Number*) dari SNI-01-2332-1991. Metode MPN sendiri terdiri dari dua tahapan yaitu Uji Pendugaan (*Presumptive test*) Coliform dan Uji Penegasan (*Confirmed test*) adanya Coliform (Natalia *et al.*, 2014). Setelah didapatkan hasil akan dibandingkan dengan table MPN formula Thomas.

a. Pada Uji Pendugaan (*Presumptive test*) Coliform dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan. Memasukkan 3 ml larutan *lactose broth* dalam 9 tabung reaksi. Memasukkan sample ABC pada masing-masing tabung reaksi sebanyak 0,1 ml, 1 ml, dan 10 ml. Memasukkan tabung durham ke dalam tabung reaksi dengan posisi terbalik dan memastikan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Memberi label, dan diinkubasi selama 24 jam di suhu 37°C (Natalia *et al.*, 2014). Hasil dari uji ini positif jika terjadi perubahan warna pada larutan dan terdapat gelembung pada tabung durham. Apabila tabung tidak terdapat perubahan akan dilakukan inkubasi lanjutan hingga 48 jam. Jika tetap tidak terbentuk gas, disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan adalah negatif (Sunarti, 2015).

b. Uji Penegasan (*Confirmed test*)

Dari hasil positif yang didapatkan di uji pendugaan, dilakukan inokulasi 1 ml sampel positif ke dalam 10 ml larutan *brilliant-green bile lactose broth (BGLB)*. Kemudian, tabung durham dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dipastikan tidak ada gelembung udara. Lalu tabung diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 45°C (Widyaningsih *et al.*, 2016). Dari hasil inkubasi, jika terdapat gelembung pada tabung durham dan terjadi perubahan warna larutan menjadi keruh, maka dapat diketahui bahwa tabung menunjukkan hasil positif. Hasil positif dibandingkan dalam table MPN formula Thomas (Sunarti, 2015).



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Uji Laboratorium

Uji laboratorium dilakukan dalam dua tahapan yaitu Uji Pendugaan (*Presumptive test*) *Coliform* dan Uji Penegasan (*Confirmed test*) yang didapatkan hasil sebagai berikut.

3.1.1 Uji Pendugaan (*Presumptive Test*)

Tabel 2. Hasil Uji Pendugaan (*Presumptive Test*)

Nama Sampel	Warna awal	Warna akhir	Gelembung
Sampel A	Kuning	Keruh	Ada
Sampel B	Kuning	Keruh	Ada
Sampel C	Kuning	Keruh	Ada

3.1.2 Uji Penegasan (*Confirmed test*)

Table 3. Hasil Uji Penegasan (*Confirmed Test*)

Nama Sampel	10 ml	1 ml	0,1 ml	Nilai MPN/100 ml
A	2	1	2	25
B	2	2	1	26
C	2	2	2	31



3.2. Pembahasan

Pada tahap pendugaan dengan menggunakan larutan *Lactose Broth*. Media LB dalam uji pendugaan ini memiliki fungsi untuk mendeteksi adanya bakteri *Coliform* dengan terbentuknya asam dan gas dalam proses fermentasi laktosa bakteri dalam air (Kumalasari & Prihandiwati, 2018). Media LB sebanyak 3 ml dimasukkan dalam 9 tabung reaksi dan ditambahkan sample ABC pada masing-masing tabung reaksi sebanyak 0,1 ml, 1 ml, dan 10 ml. Tabung Durham ke dalam tabung reaksi dengan posisi terbalik dan memastikan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Tabung yang diletakkan terbalik ini dimaksudkan untuk menampung dan menjebak gas yang terbentuk akibat metabolisme pada bakteri yang diujikan (Yunus, 2018). Hasil dari uji ini positif jika terjadi perubahan warna pada larutan dan terdapat gelembung pada tabung Durham. Apabila tabung tidak terdapat perubahan akan dilakukan inkubasi lanjutan hingga 48 jam. Pada ketiga sampel menunjukkan hasil yang positif mengandung bakteri koliform. Hasil positif ini ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna pada larutan di setiap sampel yang awalnya berwarna kuning bening menjadi keruh. Perubahan lain yang terlihat yaitu terbentuk gelembung pada tabung Durham setelah dilakukan inkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C.

Hasil uji penegasan sampel A yang dibandingkan dengan tabel MPN formula Thomas didapatkan nilai MPN 25/100 ml. Pada hasil sampel B yang dibandingkan dengan tabel MPN formula Thomas didapatkan nilai MPN 26/100 ml. Untuk sampel C didapatkan nilai MPN 31/100 ml. Dari ketiga sampel menunjukkan nilai MPN yang tidak memenuhi syarat nilai MPN minimum sesuai ketentuan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum (Darma, 2020). BGLB dibuat dengan komposisi pepton, oxgall, Laktosa, Brilliant green. Pepton berfungsi sebagai nutrisi esensial metabolisme bakteri sedangkan laktosa sebagai sumber karbohidrat melakukan fermentasi. Kandungan *brilliant green* pada media berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan gram positif dan mendukung pertumbuhan bakteri *Coliform* (Fatmalia & Crystin, 2017).

Hasil uji dikatakan positif karena bakteri akan memfermentasikan laktose menjadi gas. Oleh karena itu, jika di dalam tabung Durham terbentuk gas, hal itu menunjukkan bahwa air terkandung bakteri (Widiyanti, 2002 dalam (Sunarti, 2015)). Pernyataan tersebut juga didukung oleh Radji (2016) yang menyatakan bahwa terbentuknya gas diduga karena terjadi proses respirasi mikroba yang memfermentasi laktosa sehingga memproduksi asam dan gas seperti halnya pada bakteri asam laktat yang dapat menguraikan karbohidrat dan membentuk gas (Yunus, 2018). Terbentuknya gas dalam larutan juga menunjukkan bahwa terjadi proses respirasi mikroorganisme. Jika terjadi perubahan warna larutan menjadi keruh, menunjukkan bahwa telah terbentuk zat asam pada larutan (Kumalasari & Prihandiwati, 2018).

Adanya bakteri koliform yang ditemukan pada air sumur di wilayah Desa Karakan, mengindikasikan bahwa air sumur tersebut tidak dapat dikonsumsi secara langsung. Dengan tingkat *Coliform* diatas 0 dapat berpotensi besar menyebabkan penyakit pencernaan (Yunus, 2018). Hal ini merujuk pada Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, menyatakan bahwa kualitas air minum yang baik terdapat kandungan *Coliform* total dan *Coliform* tinja dalam air yaitu 0 (Darma, 2020). Untuk mengkonsumsi air tersebut perlu dilakukan perebusan terlebih dahulu atau menambahkan disinfektan ke dalam air untuk mendisinfeksi bakteri koliform jika ingin memanfaatkan air sumur tersebut sebagai air minum (Darma, 2020).

Pencemaran bakteri koliform pada sumur di desa Karakan bisa terjadi karena jarak sumur dengan beberapa saluran air yang tidak terlalu jauh sehingga hal itu dapat mengkontaminasi air sumur tersebut (Agista & Purwantisari, 2020). Untuk meminimalisir kontaminasi, syarat lokasi air sumur dengan pencemar yaitu berjarak kurang lebih 10 meter (Mahardika *et al.*, 2018). Dengan begitu pencemar tidak akan merembes ke dalam sumur yang menyebabkan air sumur tercemar oleh bakteri koliform.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa air sumur di Desa Karakan, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo positif mengandung bakteri *Coliform* sehingga tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum secara langsung. Nilai MPN yang didapatkan dari masing-masing sampel A, B, dan C yaitu 25, 26, dan 31. Nilai MPN tersebut lebih besar dari 3. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, menyatakan bahwa kualitas air minum yang baik terdapat kandungan *Coliform* total dan *Coliform* tinja dalam air yaitu 0 dan nilai MPN 0/100 ml air terkandung. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa air sumur desa Karakan tidak memenuhi kriteria air minum secara langsung. Air sumur tersebut tetap dapat digunakan sebagai air minum dengan melalui tahap perebusan terlebih dahulu atau dapat dilakukan proses sterilisasi dengan disinfektan air untuk mendisinfeksi bakteri koliform.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemerintah desa Karakan, Weru, Sukoharjo dan semua pihak terkait sehingga penelitian yang berjalan dengan baik.



6. DAFTAR PUSTAKA

- Agista, H. R. R., & Purwantisari, S. (2020). Uji bakteriologis air sambungan rumah dengan metode most probable number (MPN) quanti-tray di PDAM Kabupaten Magelang. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 18–22.
- Bambang, A. G., Fatimawali, & Novel, S. K. (2014). Analisis cemaran bakteri coliform dan identifikasi *Escherichia coli* pada air isi ulang dari depot di kota manado. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT*, 3(3), 325–334.
- Darma, A. A. N. H. (2020). Uji mikrobiologi air sumur gali di wilayah Kebon Sari Kelurahan Kampung Baru dengan teknik tabung ganda. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.23887/ijacr.v2i1.28719>.
- Fatmalia, N., & Crystin, C. N. (2017). Pengaruh lama penyimpanan susu kedelai pada suhu kulkas terhadap cemaran *Bakteri coliform* dengan menggunakan metode MPN. *J. Sains*, 7(14), 23–29.
- Gufran, M. (2019). Dampak pembuangan limbah domestik terhadap pencemaran air tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Serambi Engineering*, 4(1), 416–425.
- Hidayah, H., Lidia, I., Mursal, P., Susaningsih, H. A., & Amal, S. (2022). Analisis cemaran bakteri *Coliform* dan identifikasi *Escherichia coli* pada es batu balok di Kota Karawang. *Pharma Xplore – Jurnal Sains Dan Ilmu Farmasi*, 7(1), 54–68.
- Kumalasari, E., & Prihandiwati, E. (2018). Analisis kuantitatif bakteri *coliform* pada depot air minum isi ulang yang berada di wilayah kayutangi Kota Banjarmasin Eka. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1), 134–144.
- Mahardika, A. N. T., Rahardjo, M., & D, N. A. Y. (2018). Gambaran kualitas bakteriologis air sumur gali di wilayah kerja Puskesmas Pengasih 1 Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(6), 8–16.
- Natalia, L. A., Harnina Bintari, S., & Mustikaningtyas, D. (2014). Kajian kualitas bakteriologis air minum isi ulang di Kabupaten Blora. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 31–38.
- Saidah, H., Hanifah, L., Sulistyono, H., & Salehuddin, S. (2018). Pelestarian air tanah melalui teknologi sumur peresapan Di Desa Montong Baan Selatan Kabupaten Lombok Timur. *Abdi Insani*, 5(2), 12. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v5i2.57>.
- Solihin, D., Prasetyani, D., Sari, A. R., Sugiarti, E., & Sunardi, D. (2020). Pemanfaatan botol bekas sebagai penyaring air bersih sederhana bagi warga Desa Cicalengka Kecamatan Pagedangan Kabupaten Tangerang. *Dedikasi Pkm*, 1(3), 98. <https://doi.org/10.32493/dedikasipkm.v1i3.6752>.
- Sunarti, R. N. (2015). Uji kualitas air sumur dengan menggunakan metode MPN (*Most Probable Numbers*). *Bioilmi*, 1(1), 30–34.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., & Rompas, R. (2013). Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*, 1(2), 8–19.
- Tominik, V. I., Haiti, M., & Hutabarat, M. S. H. (2018). Analisis uji kualitas bakteriologis air minum isi ulang (amiu) menggunakan metode mpn pada pengolahan air sistem reverse osmosis (ro) dan sistem ultra violet (uv) air sangat penting karena dapat mempengaruhi sejumlah aktivitas vital yang dilakukan o. *Jurnal Kesehatan Saelmakers Perdana*, 1(1), 20–24.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N. (2016). Analisis total bakteri coliform di perairan muara Kali Wiso Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(3), 157–164. <https://doi.org/10.14710/marj.v5i3.14403>.
- Yunus, N. M. (2018). Analisis kualitas air galon pada depot air minum di Kota Palopo dengan menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*). *Biogenerasi*, 3(2), 1–6.