



Demineralisasi Kalsium (Ca) dan Besi (Fe) pada Air Minum *Soft Water* Berteknologi *Reverse Osmosis* (RO)

Julyane,¹ dan Irma Rahmawati^{1*}

¹Akademi Farmasi Bumi Siliwangi, Jl. Rancabolang No.104, Kota Bandung, 40826, Indonesia

*Email Korespondensi: irma.rahma@akfarbumisiliwangi.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Naskah:

Diajukan: 21 Januari 2024
Direvisi: 27 Februari 2024
Diterima: 28 Februari 2024
Diterbitkan: 29 Februari 2024

E-ISSN: 3025-4175
P-ISSN: 3025-5295

Rekomendasi Sitasi:

Julyane, & Rahmawati, I..
Demineralisasi Kalsium (Ca) dan
Besi (Fe) pada Air Minum *Soft
Water* Berteknologi *Reverse
Osmosis* (RO). *Journal of
Pharmaceutical Science and
Clinical Pharmacy*. 2024; 2(1):
00-00.

ABSTRAK

Kandungan kalsium dan besi yang berlebihan dalam air minum dapat menimbulkan masalah kesehatan diantaranya *karies* dan *urolithiasis*. Teknologi penyaringan air menggunakan membran *Reverse Osmosis* (RO) dinilai sebagai solusi untuk mengurangi zat anorganik pada air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar kalsium dan besi dalam air minum *soft water* mengalami penurunan setelah diolah menggunakan teknologi RO. Kadar kalsium dan besi diukur konsentrasinya dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil pengukuran diperoleh, pada sampel A kandungan besi mengalami persentase penurunan 100% dan sampel B penurunan sebesar 74,43%. Kandungan kalsium sampel A mengalami persentase penurunan 97,75% dan sampel B persentase penurunannya sebesar 100%. Pada sampel C dan D tidak mengalami demineralisasi kalsium dan besi. Kadar kalsium pada semua sampel memenuhi syarat kualitas air minum. Sedangkan kadar besi hanya memenuhi syarat kualitas air minum pada sampel A, B, dan D, sedangkan pada sampel C tidak memenuhi syarat.

Kata Kunci: Demineralisasi; Kadar Kalsium; Kadar Besi; Air Lunak; *Reverse Osmosis*.

ABSTRACT

Calcium and iron content in drinking water can cause health problems such as caries and urolithiasis. Water filtration technology using Reverse Osmosis (RO) membranes is considered a solution to reduce inorganic substances in water. This study aims to determine whether the calcium and iron content in the soft water have decreased after being treated using RO technology. The concentration of calcium and iron was measured using UV-Vis spectrophotometry. The results shows, the content of iron in sample A decreased by 100% and sample B decreased by 74.43%. The calcium content in sample A decreased by 97.75%, and in sample B decreased by 100%. Samples C and D did not experience demineralization of calcium and iron. Calcium levels in all samples met the requirements for drinking water quality. Meanwhile, the iron content only met the requirements for drinking water quality in A, B, and D, while sample C did not meet the requirement.

Keyword: *Demineralization, Calcium; Iron; Soft Water; Reverse Osmosis.*



This work is licensed under a Creative
Commons Attribution-ShareAlike 4.0
International

1. Pendahuluan

Air berfungsi sebagai sumber kehidupan dan penghidupan, sekaligus melengkapi kehidupan manusia dan seluruh flora dan fauna yang ada di bumi [1]. Saat ini, sumber daya air bersih untuk kebutuhan minum berkurang pada tingkat yang mengkhawatirkan akibat dari kontaminasi alami maupun buatan serta pertumbuhan populasi manusia [2]. Persyaratan kategori air bersih semakin ketat saat air digunakan untuk konsumsi manusia, diatur dalam Undang-Undang Kementerian Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang standar kualitas air bersih dan air minum. Air yang berkualitas baik harus memenuhi persyaratan fisika, kimia, dan mikrobiologi. Air harus terbebas dari segala macam mikroorganisme yang patogen maupun apatogen dan bahan kimia berbahaya lainnya [3].

Salah satu indeks kualitatif air yang terus dipantau dan penting yaitu kesadahan [2,4]. Kesadahan disebabkan oleh kation logam divalen Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Sr^{2+} , dan Mn^{2+} [5]. Batas maksimum kesadahan dalam air minum yaitu maksimum 500 mg/L [3]. Air yang melebihi nilai ambang batas tersebut dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal) [6], serta berbagai jenis kanker seperti kanker pankreas, kanker kerongkongan, kanker rektal, dan kanker payudara [5].

Selain itu, kandungan besi (Fe) yang berlebih pada air minum dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti *sirosis* pada hati, *hemochromatosis* (tubuh menyerap terlalu banyak zat besi), diare, dan sakit perut, selain itu jika Fe terakumulasi didalam *alveoli* menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru [7], [8]. Sedangkan kandungan kalsium (Ca) pada air minum dapat menyebabkan *urolithiasis* (batu ginjal), *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal) dan menderita penyakit *bladder calculi* (batu kandung kemih) [6] serta defisiensi kandungan besi dalam darah [9].

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah metode untuk dapat mengolah atau memperbaharui kualitas air minum, khususnya dalam mengatasi kesadahan air. Proses menghilangkan kesadahan air disebut dengan pelunakan air (*water softening*). Air yang dihasilkan adalah air lunak (*soft water*) [2]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kesadahan dalam air dengan teknologi pengolahan air menggunakan membran semi *permeable* yaitu *Reverse Osmosis* (RO).

Metode *reverse osmosis* (RO) adalah teknologi pemurnian air yang menggunakan membran semi permeabel untuk menghilangkan ion, molekul, dan partikel yang lebih besar dari badan air [10]. RO dikatakan menghilangkan hingga 99% padatan terlarut, klorin, fluorida, mikroorganisme dan logam berat seperti barium, kadmium, kromium, timbal dan merkuri dari air [10]. Metode ini membuat air mendekati murni, sehingga air tersebut bisa menghasilkan output sesuai spesifikasi air yang dibutuhkan, contohnya bisa untuk air langsung konsumsi, dan air untuk *scalling* mesin [11]. RO banyak digunakan dalam pengolahan air, desalinasi air laut, pengolahan air limbah, produksi *ultra-pure water* (UPW), dan air untuk proses industri [12].

Keunggulan *reverse osmosis* (RO) antara lain pengoperasiannya dapat dilakukan pada suhu kamar, tanpa instalasi pembangkit uap, mudah untuk memperbesar kapasitas, serta pengoperasian alat relatif mudah. Teknologi ini sangat cocok untuk digunakan di wilayah dimana tidak terdapat atau sedikit sekali sumber air tawar misalnya untuk daerah pesisir dan pulau pulau kecil [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menerapkan teknik pengolahan air *reverse osmosis* (RO) pada air minum *soft water* untuk proses demineralisasi logam kalsium (Ca) dan besi (Fe) yang ditentukan kadarnya dengan metode analisis Spektrofotometri UV-Vis, sehingga dapat memberikan implikasi bagi teknologi pengolahan air minum yang aman bagi kesehatan masyarakat.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental untuk menentukan kadar kalsium dan besi pada air minum *soft water* yang diolah dengan metode *reverse osmosis* (RO) dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

2.1. Material dan Intrumentasi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini air minum *soft water* dari beberapa depot air minum di Kota Bandung, kalsium klorida dihidrat (Merck), etanol 95%, mureksid, natrium hidroksida (Merck), ammonium karbonat (Merck) dan aquademin, besi (II) sulfat heptahidrat (KGaA), ammonium asetat (KGaA), asam klorida (Merck), hidroksilamain asam klorida (Merck), 1,10-fenantrolin, ammonium karbonat (Merck), kalium ferosianida (Merck), dan kalium tiosianat (KSCN) (Merck). Alat yang digunakan pada penelitian ini, Spektrofotometer *UV-Vis* (Shimadzu UV1780), Mesin Reverse Osmosis 2000 GPD, Membran RO Filmtec 2000 GPD, neraca analitik (Mettler Toledo).

2.2. Prosedur

a. Preparasi Sampel

Sampel diambil di empat depot air minum isi ulang yang berada di Kota Bandung dengan menggunakan botol plastik dengan ukuran 600 mL. Sampel yang terdiri dari 4 sampel sebelum diolah dan 4 sampel air sesudah diolah teknologi *Reverse Osmosis*, terlebih dahulu dilakukan preparasi dengan cara disaring menggunakan corong kaca dan kertas saring dan filtratnya ditampung dalam beker gelas 100 mL.

b. Penentuan Kadar Kalsium

Pada penetapan panjang gelombang maksimum, larutan standar kalsium 100 ppm, diambil 5 mL masukan dalam labu ukur 100 mL. Pada labu ukur tersebut ditambahkan 1 mL larutan mureksid dan aquademin secukupnya. Setelah itu ditambahkan 2 mL natrium hidroksida 0,1 N kemudian volumenya dicukupkan hingga 100 mL dengan aquademin. Larutan dikocok sampai homogen kemudian dimasukan kedalam kuvet dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang antara 400-800 nm (modifikasi) [13]. Pada penentuan kurva standar kalsium, digunakan seri larutan baku kalsium dengan konsentrasi 1 ppm: 3 ppm: 5 ppm: 7 ppm: 9 ppm, yang dibuat dari larutan standar kalsium 100 ppm kemudian ditambahkan 1 mL larutan mureksid, aquademin dan 2 mL natrium hidroksida 0,1 N, kemudian volumenya dicukupkan hingga 100 mL dengan aquademin. Larutan dibaca absorbansinya pada gelombang maksimum, dengan persamaan linier $y = bx + a$ (modifikasi). Pada penentuan kadar kalsium, sampel air minum *soft water* yang sudah disaring lalu diambil sebanyak 10 mL dan dimasukan kedalam labu ukur 100 mL, ditambahkan 1 mL larutan mureksid, aquademin, 2 mL natrium hidroksida 0,1 N. Volume larutan dicukupkan sampai 100 mL dengan aquademin. Larutan dikocok sampai homogen kemudian dimasukan kedalam kuvet dan di baca absorbansinya pada gelombang maksimum menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Dilakukan replikasi sebanyak tiga kali (modifikasi) [14].

c. Penentuan kadar besi

Pada penetapan panjang gelombang maksimum, larutan standar Fe(II) 100 ppm diambil 4 mL, ditambahkan 3 tetes asam klorida, kemudian ditambahkan 1 mL larutan hidroksalamin asam klorida, selanjutnya ditambahkan ammonium asetat sebanyak 2 mL lalu ditambahkan larutan ortho-fenantrolin sebanyak 4 mL dan diencerkan menggunakan aquademin hingga tanda batas pada labu ukur 100 mL. Larutan tersebut dikocok dan didiamkan selama 120 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450–600 nm. Kemudian pada penentuan kurva standar, larutan standar Fe(II) dibuat seri larutan larutan baku besi dengan konsentrasi 0 ppm; 2 ppm; 4 ppm; dan 6 ppm, dilakukan perlakuan yang sama dengan penetapan panjang gelombang maksimum. Hasil absorbansi yang didapatkan kemudian dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi dengan konsentrasi Fe (II), dengan persamaan linear $y = bx + a$. Untuk sample analisis besi, sampel air minum *soft water* yang sudah disaring kemudian dipipet sampel sebanyak 50 mL ke dalam labu ukur 100 mL, dilakukan perlakuan yang sama dengan penetapan panjang gelombang maksimum. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Dilakukan replikasi sebanyak tiga kali (modifikasi) [15].

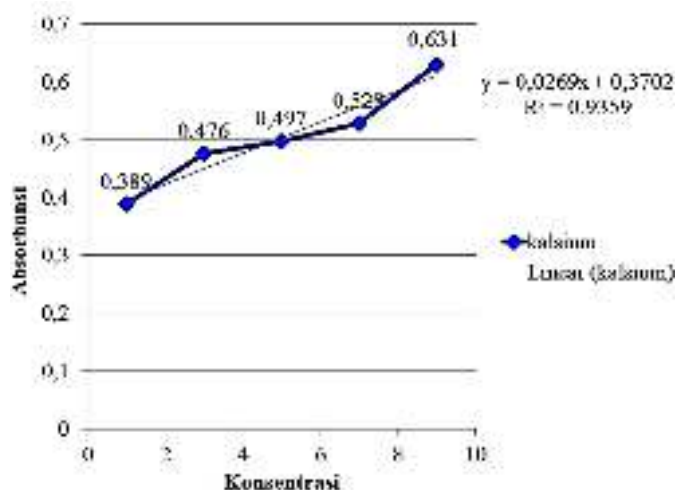
d. Analisis Statistika

Data kadar kalsium dan besi yang diperoleh, dianalisa dengan statistik menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak dengan bantuan program SPSS. Pada pengujian kompratif atau membandingkan, jika datanya terdistribusi normal maka menggunakan uji *independent sampel t-test*, apabila datanya tidak terdistribusi normal maka menggunakan uji *man-whitney*.

3. Hasil dan Pembahasan

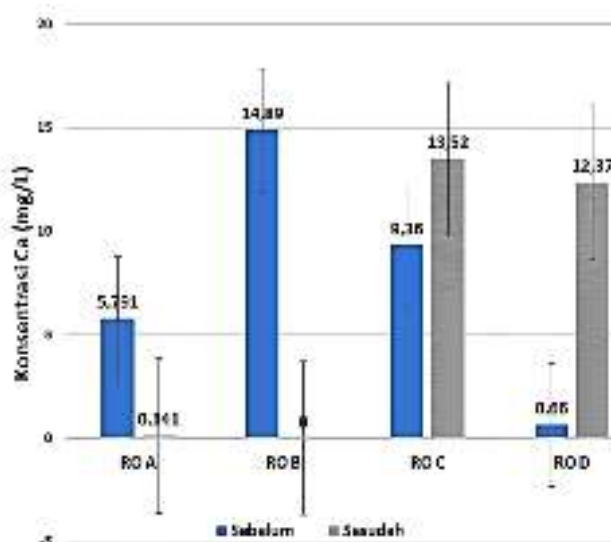
3.1. Kadar Kalsium dalam Air Minum Soft Water Teknologi Reverse Osmosis (RO)

Pada analisis kadar kalsium dalam air minum *Soft Water* teknologi *Reverse Osmosis* (RO) dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis melibatkan reaksi kompleks kalsium dengan mureksid yang memiliki gugus kromofor [16]. Panjang gelombang maksimum yang didapatkan pada 507 nm dengan absorbansi 0,505. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menerangkan panjang gelombang absorbansi maksimum berada pada rentang panjang gelombang 500–560 nm [13]. Kemudian dilakukan pembuatan kurva standar untuk menentukan persamaan linier dengan menggunakan larutan standar kalsium berbagai konsentrasi kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 507 nm. Kurva linearitas dan persamaan linier dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Hasil kurva linearitas standar kalsium.

Hasil penentuan kadar kalsium pada sampel air minum diperoleh konsentrasi kalsium sebelum diolah dengan teknologi *Reverse Osmosis* (RO) yaitu 0,66 mg/L pada sampel air D, 5,791 mg/L pada sampel air A, 9,36 mg/L pada sampel air C, dan 14,89 mg/L pada sampel air B. Setelah sampel air diolah dengan teknologi RO diperoleh konsentrasi kalsium pada empat merk air minum adalah 12,37 mg/L pada sampel air D, 0,141 mg/L pada sampel air A, 13,52 mg/L pada sampel air C, dan 0 mg/L pada sampel air B. Perbandingan kadar kalsium sebelum dan sesudah diolah dengan teknologi RO dapat dilihat pada **Gambar 2**.



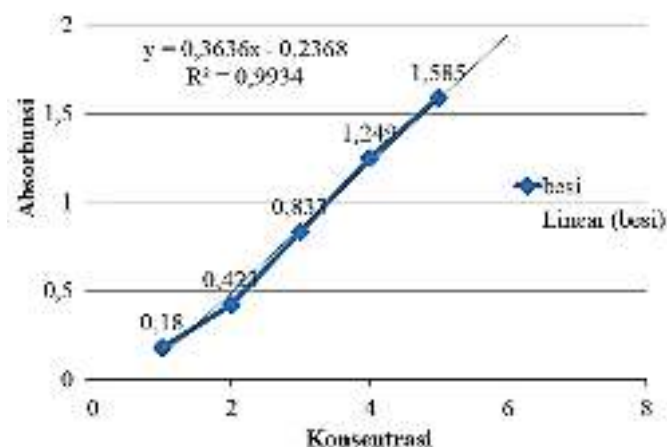
Gambar 2 Kadar kalsium dalam air minum *soft water* teknologi *reverse osmosis* (RO).

Kandungan kalsium pada sampel A mengalami persentase penurunan sebesar 97,5% dan sampel B persentase penurunannya sebesar 100%, sedangkan pada sampel air C dan D tidak terjadinya penurunan kadar kalsium. Namun, secara garis besar kadar kalsium pada semua sampel air minum *soft water* memenuhi syarat kualitas air minum dimana kadar maksimum untuk kalsium yaitu 500 mg/L [3]. Sehingga air olahan teknologi *Reverse*

Osmosis (RO) yang masih mengandung kalsium aman untuk dikonsumsi dan tidak akan menimbulkan masalah kesehatan.

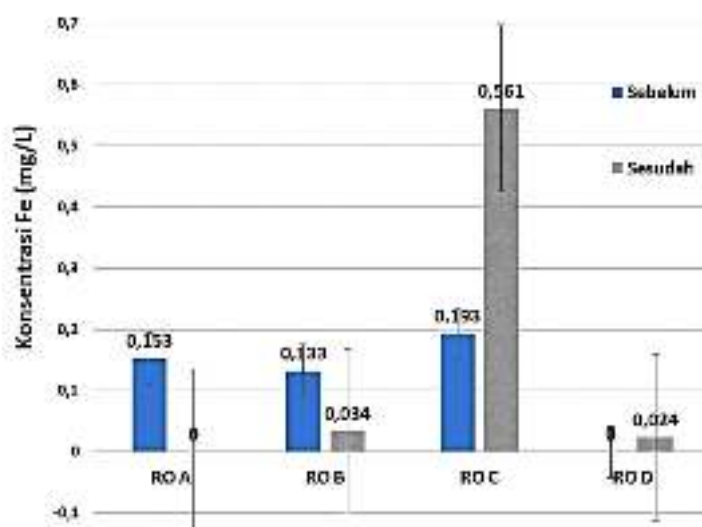
3.2. Kadar Besi dalam Air Minum Soft Water Teknologi Reverse Osmosis (RO)

Pada analisis kadar besi dalam air minum *Soft Water* teknologi *Reverse Osmosis* (RO) dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis melibatkan reaksi dengan orto-fenantrolin sebagai pemberi warna sehingga membentuk kompleks $[\text{Fe}(\text{o-phen})_3]^{2+}$ yang berwarna merah-jingga [15], [17]. Panjang gelombang maksimum yang didapatkan pada 510 nm dengan absorbansi 0,835. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menerangkan panjang gelombang absorbansi maksimum berada pada rentang panjang gelombang 450–600 nm [15].



Gambar 3 Hasil kurva linearitas standar besi.

Hasil penentuan kadar besi pada sampel air minum diperoleh konsentrasi kalsium sebelum diolah dengan teknologi *Reverse Osmosis* (RO) yaitu 0 mg/L pada sampel air D, 0,153 mg/L pada sampel air A, 0,193 mg/L pada sampel air C, dan 0,133 mg/L pada sampel air B. Selanjutnya setelah sampel air diolah dengan teknologi *Reverse Osmosis* diperoleh konsentrasi kalsium adalah 0,024 mg/L pada sampel air D, 0 mg/L pada sampel air A, 0,561 mg/L pada sampel air C, dan 0,034 mg/L pada sampel air B. Hal ini menunjukkan bahwa, sampel air minum *soft water* hanya memenuhi syarat kualitas air minum parameter kadar besi pada sampel A, B, dan D yaitu 0,3 mg/L, sedangkan pada sampel C tidak memenuhi syarat [3]. Perbandingan kadar besi sebelum dan sesudah diolah dengan teknologi RO dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 4 Kadar besi dalam air minum *soft water* teknologi *reverse osmosis* (RO).

Kandungan besi pada Sampel A mengalami demineralisasi dengan persentase penurunan 100% dan sampel B penurunan sebesar 74,43%. Sedangkan pada sampel air minum *soft water* C dan D tidak terjadinya penurunan kadar besi. Berdasarkan hasil penentuan kadar kalsium dan besi pada sampel air minum *soft water* dengan teknologi *Reverse Osmosis* (RO), menunjukkan bahwa RO efektif dalam menghilangkan zat penyebab kesadahan. Kadar kalsium dan besi setelah diolah menggunakan teknologi RO mengalami penurunan, hal ini sesuai dengan hasil penelitian menyatakan bahwa RO secara signifikan mengurangi garam, sebagian besar bahan anorganik lainnya yang ada di dalam air, dan beberapa senyawa organik [10].

Adapun sampel C dan D yang tidak mengalami demineralisasi kalsium dan besi. Hal ini dapat terjadi apabila terbentuk *scaling* dan *fouling* pada membran RO, yang dapat mengurangi fluks pada permeat dan rejeksi material tidak diinginkan yang terkandung pada umpan, menyebabkan kerusakan membran hingga mengurangi ketahanan serta memperpendek umur membran [18]. Reverse osmosis dapat menghilangkan 98% padatan terlarut, sehingga air lebih sehat untuk diminum. Jika dibandingkan dengan metode lain, seperti penyuling air yang dapat juga mengurangi TDS, akan tetapi kurang efisien daripada sistem RO. Selain itu, sistem RO juga mengurangi zat kontaminan berbahaya yang larut, sodium dan mengurangi rasa dan bau pada air [11].

4. Kesimpulan

Teknologi *Reverse Osmosis* bisa menurunkan kadar kalsium dan besi menjadi dibawah kadar maksimum yang ditetapkan Kementerian Kesehatan, dimana kadar maksimum untuk kalsium yaitu 500 mg/L dan kadar maksimum untuk besi yaitu 0,3 mg/L. Sehingga air olahan teknologi *Reverse Osmosis* yang masih mengandung kalsium dan besi aman untuk dikonsumsi dan tidak menimbulkan masalah kesehatan. Teknologi *Reverse Osmosis* juga membuat kadar air pada sampel termasuk dalam kategori kesadahan tingkat *soft* sehingga aman untuk kesehatan.

Daftar Pustaka

- [1] Cahyo PN, Hadi MP, Adji TN. Pengaruh Potensi Sumberdaya Air Terhadap Pola Penggunaan Kebutuhan Domestik Di Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri. *Majalah Geografi Indonesia* 2016;30:196–206.
- [2] Yaghmaeian K, Mahvi AH, Nasser S, Shayesteh MH, Mansoorian HJ, Khanjani N. Drinking water softening with electrocoagulation process: Influence of direct and alternating currents as inductive with different arrangement rod electrodes and polarity inverter. *Scientia Iranica* 2020;27:1275–92. <https://doi.org/10.24200/SCI.2020.52681.2837>.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan No 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. 2010.
- [4] Harmayani KD, Sudiarta GAW, Suyasa IWB. Raw Water Quality Analysis To Discover The Cause Of Pipeline Scalling Problem In Pt. X (Ice Production Company). *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology* 2021;5:72–85. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i1.10748>.
- [5] Janna H, Abbas MD, Mojid MH. Demineralized Drinking Water in Local Reverse Osmosis Water Treatment Stations and the Potential Effect on Human Health. *Journal of Geoscience and Environment Protection* 2016;4:104–10. <https://doi.org/10.4236/gep.2016.42012>.
- [6] Nyoman RN, Amri I, Harun H. Perbandingan Kadar Kesadahan Air Pdam Dan Air Sumur Suntik Kelurahan Tondo Kota Palu Tahun 2017. *Medika Tadulako, Jurnal Ilmiah Kedokteran* 2018;5:12–21.
- [7] Fadhillah A, Khairunnisa C, Yuziani. Analisis Kadar Logam Besi (Fe) pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Lhokseumawe. *COMSERVA: (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat)* 2022;1:1063–73. <https://doi.org/10.36418/comserva.v1i12.182>.
- [8] Sumakul HW, Susilawaty A, Habibi. Efektivitas Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan pada Air Tanah dengan Penambahan Media Kulit Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*). *Higiene* 2020;6:8–14.
- [9] Rigas AS, Ejsing BH, Sørensen E, Pedersen OB, Hjalgrim H, Erikstrup C, et al. Calcium in drinking water: effect on iron stores in Danish blood donors—results from the Danish Blood Donor Study. *Transfusion (Paris)* 2018;58:1468–73. <https://doi.org/10.1111/trf.14600>.
- [10] Dirisu GB, Okonkwo UC, Okokpujie IP, Fayomi OSI. Comparative analysis of the effectiveness of reverse osmosis and ultraviolet radiation of water treatment. *Journal of Ecological Engineering* 2019;20:61–75. <https://doi.org/10.12911/22998993/93978>.

- [11] Sumirat NR, Ali M. Rancang Bangun Alat Filtrasi Penyedia Air Siap Minum dengan Sistem Reverse Osmosis. *Jurnal Perancangan, Manufaktur, Material, Dan Energi (Jurnal Permadi)* 2022;4:36–46.
- [12] Maeda Y. Roles of Sulfites in Reverse Osmosis (RO) Plants and Adverse Effects in RO Operation. *Membranes (Basel)* 2022;12. <https://doi.org/10.3390/membranes12020170>.
- [13] Jannah F, Meri Agritubella S, Oktaviana I, Restusari L. Validation of UV-VIS spectrophotometric method for the determination of Calcium in Maman (cleome gynandra l). *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 1041, Institute of Physics; 2022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012060>.
- [14] Priatni HL, Pauziah R. Perbandingan Kadar Kalsium (Ca) Susu Sapi Murni Dan Susu Sapi Kemasan Dengan Metode Spektrofotometri Ultraviolet Visibel Yang Beredar Di Kecamatan Cigugur Kuningan. *Jurnal Farmasi Muhammadiyah Kuningan* 2023;8:1–6.
- [15] Wulandari T, Wahyuni S. Analisis Kandungan Fe (II) Air Selokan di Sekitar TPA II Kelurahan Karya Jaya Musi 2 Palembang dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Al Kimia: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 2018;2:15–21.
- [16] Fatimah IR, Bone M, Sastyarina Y. Uji Aktivitas Ekstrak Alang-Alang (*Imperata cylindrica* L) sebagai Peluruh Kalsium Batu Ginjal secara In Vitro. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* 2020;11:38–44. <https://doi.org/10.25026/mpc.v11i1.391>.
- [17] Lexia N, Ngibad K. Aplikasi Spektrofotometri Terhadap Penentuan Kadar Besi Secara Kuantitatif dalam Sampel Air. *Jurnal Pijar Mipa* 2021;16:242–6. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.1908>.
- [18] Hibatullah I, Syuriadi A, Fachruddin. Identifikasi Kemunculan Scaling pada Sistem SeaWater Reverse Osmosis (SWRO). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 2019, p. 1130–7.