

PEMURNIAN AIR HUJAN MENGGUNAKAN RESIN KATION DAN ANION

SKRIPSI

ACHMAD FIRMANSYAH

062119076



PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PAKUAN

BOGOR

2024

PEMURNIAN AIR HUJAN MENGGUNAKAN RESIN KATION DAN ANION

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.) Pada Program Studi Kimia Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan Bogor

ACHMAD FIRMANSYAH

062119076



PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : **PEMURNIAN AIR HUJAN MENGGUNAKAN RESIN
KATION DAN ANION**
Nama : Achmad Firmansyah
NPM : 062119076

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui,
Bogor, Juni 2024

Pembimbing Pendamping



(Yulian Syahputri, M.Si.)

Pembimbing Utama



(Dr Sutanto, M.Si.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia



(Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si.)

Dekan Fakultas MIPA
Universitas Pakuan



(Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.)

RIWAYAT HIDUP



Achmad Firmansyah, dilahirkan di Bogor pada tanggal 23 Desember 1997, tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Riyadi dan Ibu Siti Ningrum. Mulai mengikuti pendidikan formal pada tahun 2004 di SD Negeri Empang 03 Bogor dan lulus pada tahun 2010, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 9 Bogor pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SMK – SMAK Bogor pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2019 melanjutkan pendidikan sarjana di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Pada masa akhir pendidikannya, penulis melakukan penelitian tentang **“Pemurnian Air Hujan Menggunakan Resin Kation dan Anion”** di ILAB dibawah bimbingan Bapak Dr. Sutanto, M.Si dan Ibu Yulian Syahputri, M. Si.

Data Pribadi Penulis:

Nama : Achmad Firmansyah
No. Handphone : 081380887507
Email : firmanachmad59@gmail.com

LEMBAR PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Achmad Firmansyah

NPM : 062119076

Judul Skripsi : Pemurnian Air Hujan Menggunakan Resin Kation dan Anion

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Pakuan atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pakuan.

Demikian pernyataan ini saya buat,

Bogor, Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Achmad Firmansyah

062119076

**LEMBAR PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA DAN PATEN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Achmad Firmansyah

NPM : 062119076

Judul Skripsi : Pemurnian Air Hujan Menggunakan Resin Kation dan Anion

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.



Bogor, Juni 2024

Achmad Firmansyah

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemurnian Air Hujan Menggunakan Resin Kation dan Anion”**. Makalah ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh sidang skripsi guna memperoleh gelar Sarjana Sains program Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor.

Dalam penyusunan makalah ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu terlaksananya penulisan ini:

1. Bapak Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D, selaku Dekan FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
2. Ibu Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
3. Seluruh Dosen FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas ilmu yang telah diberikan dan seluruh Staf Tata Usaha FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas kemudahan dan bantuan yang diberikan.
4. Bapak Dr. Sutanto, M.Si dan Ibu Yulian Syahputri, M.Si selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberi arahan serta bimbingan kepada penulis selama melakukan penelitian dan penyusunan makalah ini.
5. Ibu, Bapak, dan kakakku tercinta dan seluruh saudara/i yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil.
6. Teman-teman seperjuangan khususnya Kimia 2019 Ekstensi FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
7. Seluruh pihak yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungannya sehingga makalah ini dapat terselesaikan.
8. Bapak Achmad Fajar selaku Direktur dan Pemilik CV ILAB.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kesempurnaan, maka penulis meminta kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca khususnya untuk perbaikan di masa yang akan datang, agar dapat menjadi

acuan bagi penulis untuk lebih baik dan dapat menghasilkan karya tulis yang berguna bagi penulis dan masyarakat secara umum.

Bogor, Juni 2024

Penulis

Achmad Firmansyah. 062119076. 2019. “PEMURNIAN AIR HUJAN MENGGUNAKAN RESIN KATION (AMBERLITE HPR 1300-H) DAN ANION (AMBERLITE HPR 4200-Cl)”. Dibawah bimbingan Dr. Sutanto, M.Si. dan Yulian Syahputri, S.Si, M.Si.

RINGKASAN

Air bebas ion merupakan bahan yang sangat diperlukan dalam kegiatan laboratorium. Dalam laboratorium air bebas ion digunakan untuk pembuatan larutan baku, pembuatan pereaksi dan membilas peralatan gelas. Air hujan dapat dijadikan bahan baku air bebas ion. Salah satu caranya adalah dengan mengolah air hujan menggunakan resin penukar ion. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas tukar kation resin dan mengolah air hujan menjadi air bebas ion.

Penelitian ini diawali dengan menampung air hujan sebagai air baku di dalam *torn* lalu karakterisasi air hujan. Kemudian merangkai alat pemurnian menggunakan resin kation dan anion yang telah diaktifasi HCl dan NaOH. Air hujan yang sudah ditampung dimasukkan ke alat pemurnian dengan laju alir (15, 30, 60, 120, 180 ml/menit). Air hasil pemurnian di tampung dalam jerigen, dibandingkan dengan standar baku mutu air bebas ion. Selanjutnya dihitung kapasitas tukar kation dan volume maksimum yang dapat diolah per gram resin.

Hasil analisis karakterisasi air hujan pada parameter fisika menunjukkan TDS sebesar 20,28 ppm dan DHL sebesar 50,69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan pada parameter kimia Na^+ sebesar 0,466 ppm, K^+ sebesar 0,189 ppm, Ca^{2+} sebesar 0,411 ppm, Mg^{2+} sebesar 0,112 ppm, NH_4^+ sebesar 1,424 ppm, NO_2^- sebesar 0,249 ppm, NO_3^- sebesar 1,216 ppm, SO_4^{2-} sebesar 1,081 ppm, dan Cl^- sebesar 0,165 ppm. Hasil analisis terhadap air bebas ion yang dihasilkan dari alat pemurnian yang dibuat, optimum (penurunan tertinggi) pada laju alir 15 ml/menit, yaitu diperoleh hasil, parameter fisik : TDS sebesar 0,13 dan DHL 0,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Parameter kimia: Na^+ sebesar 0,001 ppm, K^+ sebesar 0,001 ppm, Ca^{2+} sebesar 0,006 ppm, Mg^{2+} sebesar 0,001 ppm, NH_4^+ sebesar 0,001 ppm, NO_3^- sebesar 0,025 ppm, SO_4^{2-} sebesar 0,044 ppm, dan Cl^- sebesar 0,002 ppm. Berdasarkan hasil analisis, 5kg resin dapat mengolah air hujan sebanyak 120 liter, air bebas ion yang dihasilkan oleh alat pemurnian tersebut telah memenuhi standar baku mutu air bebas ion sehingga dapat dipergunakan untuk keperluan kegiatan laboratorium.

Kata Kunci : Air hujan, Air bebas ion, Pertukaran Ion, Kapasitas Ion, Kation dan Anion.

Achmad Firmansyah. 062119076. 2019. "PURIFYING RAINWATER USING CATION (AMBERLITE HPR 1300-H) AND ANION (AMBERLITE HPR 4200-CI) RESIN". Supervised by Dr. Sutanto, M.Sc. and Yulian Syahputri, S.Si, M.Si.

SUMMARY

Ion-free water is an indispensable ingredient in laboratory activities. In the laboratory ion-free water is used for making standard solutions, making reagents and rinsing glassware. Rainwater can be used as raw material for ion-free water. One way is to treat rainwater using ion exchange resin. This research aims to determine the cation exchange capacity of resin and process rainwater into ion-free water.

This research began with collecting rainwater as raw water in the torn and then characterization of the rainwater. Then assemble a purification tool using cation and anion resins that have been activated by HCl and NaOH. The rainwater that has been collected is fed into the purification device at a flow rate (15, 30, 60, 120, 180 ml/minute). The purified water is stored in jerry cans, compared to ion-free water quality standards. Next, the cation exchange capacity and maximum volume that can be processed per gram of resin are calculated.

The results of rainwater characterization analysis using a water quality checker, UV-VIS spectrophotometer and AAS on physical parameters showed TDS of 20.28 ppm and DHL of 50.69 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and on chemical parameters Na^+ of 0.466 ppm, K^+ of 0.189 ppm, Ca^{2+} of 0.411 ppm, Mg^{2+} of 0.112 ppm, NH_4^+ of 1.424 ppm, NO_2^- of 0.249 ppm, NO_3^- of 1.216 ppm, SO_4^{2-} of 1.081 ppm, and Cl^- of 0.165 ppm. The results of the analysis of ion-free water produced from the purification equipment made were optimum (highest reduction) at a flow rate of 15 ml/minute, namely the results obtained, physical parameters: TDS of 0.13 and DHL of 0.29 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Chemical parameters: Na^+ of 0.001 ppm, K^+ of 0.001 ppm, Ca^{2+} of 0.006 ppm, Mg^{2+} of 0.001 ppm, NH_4^+ of 0.001 ppm, NO_3^- of 0.025 ppm, SO_4^{2-} of 0.044 ppm, and Cl^- of 0.002 ppm. Based on the analysis results, 5kg of resin can process 120 liters of rainwater. The ion-free water produced by the purification equipment meets the ion-free water quality standards so it can be used for laboratory activities.

Key words: Rainwater, ion-free water, ion exchange, ion capacity, cations and anions.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Hujan.....	4
2.2 Akuades.....	5
2.2.1 Cara Produksi Akuades	6
2.3 Resin.....	8
2.2.2 Sifat-sifat Resin	10
2.4 Bagan Pemurnian Air Bebas Ion dengan cara Resin Penukar Ion.....	12
2.5 pH.....	13
2.6 TDS	15

2.7 Nitrat	16
2.8 Prinsip Analisis Nitrat.....	17
2.9 Sulfat	17
2.10 Prinsip Analisis Sulfat.....	17
2.11 Natrium, Kalium, Kalsium dan Magnesium	18
2.12 Prinsip Analisis Natrium, Kalium, Kalsium dan Magnesium.....	18
2.13 Prinsip Analisis Flourida.....	18
2.14 Klorida dan Ammonium.....	19
2.15 Prinsip Analisis Klorida	19
BAB III BAHAN DAN METODE.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Prosedur Kerja.....	22
3.5 Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Karakterisasi Air Hujan.....	34
4.2 Pengaruh Laju Alir terhadap Perubahan Sifat Fisik.....	36
4.3 Pengaruh Laju Alir terhadap Perubahan Sifat Kimia.....	37
4.4 Persentase Penurunan Ion	39
4.5 Perhitungan Kapasitas Resin Penukar Kation.....	43
4.6 Pengaruh Volume Air Terhadap Kapasitas Resin.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47

5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penampilan fisik resin pertukaran ion (diameter granul 1-2 mm)	9
Gambar 2. Resin Penukar Kation R-SO ₃ H (Asam Sulfonat).....	9
Gambar 3. Resin Penukar Anion Amonium Kuarter (NH).....	10
Gambar 4. Skema Alat Pemurnian.....	12
Gambar 5. Elektroda pH meter	15
Gambar 6. Ukuran Kolom Resin Penukar ion	22
Gambar 7. Grafik Persentase Penurunan Ion	42
Gambar 8. Kenaikan DHL pada Pemurnian Air Hujan menggunakan Resin Penukar Ion terhadap Volume Air pada Laju Alir Optimum 15ml/menit	45
Gambar 9. Alat untuk Pemurnian Air Hujan	74
Gambar 10. Resin Kation dan Anion	75
Gambar 11. Pengukuran DHL Air Hujan	75
Gambar 12. Pengukuran pH Air Hujan.....	76
Gambar 13. Pengukuran TDS Air Hujan	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Air Hujan.....	5
Tabel 2. Standar Baku Mutu Akuades	5
Tabel 3. Karakteristik Air Sumur.....	6
Tabel 4. Karakteristik Air Gunung	7
Tabel 5. Karakteristik Air Hujan.....	7
Tabel 6. Persyaratan Mutu Akuades	8
Tabel 7. Ion-ion yang biasa ditemukan di air (Todd, 1970).....	15
Tabel 8. Hasil Uji Karakterisasi Awal Air Hujan	34
Tabel 9. Hasil Uji TDS dan DHL Optimum Pada Berbagai Laju.....	36
Tabel 10. Kandungan Ion Pada Air Hujan Setelah Melewati Kolom Resin Kation dan Anion	37
Tabel 11. Presentase penurunan ion Na ⁺ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	40
Tabel 12. Presentase penurunan ion K ⁺ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	40
Tabel 13. Presentase penurunan ion Ca ²⁺ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	40
Tabel 14. Presentase penurunan ion Mg ²⁺ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	41
Tabel 15. Presentase penurunan ion NH ₄ ⁺ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	41
Tabel 16. Presentase penurunan ion NO ₃ ⁻ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	41
Tabel 17. Presentase penurunan ion SO ₄ ²⁻ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	42
Tabel 18. Presentase penurunan ion Cl ⁻ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion.....	42
Tabel 19. Data hasil perhitungan kapasitas ion resin pada sistem pemurnian	43

Tabel 20. Pengaruh Volume Air terhadap Kapasitas Resin pada Laju Alir Optimum.....	44
Tabel 21. Perbandingan Kualitas Akuades dari Mesin Destilasi, Akuades yang diperjualbelikan di pasaran dan Akuades Hasil Pemurnian menggunakan Resin	46
Tabel 22. Perbandingan Kualitas Akuades dari Penelitian Sebelumnya oleh Sutopo (2019) dan Achmad (2024).....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	52
Lampiran 2. Bagan Penetapan Daya Hantar Listrik.....	53
Lampiran 3. Bagan Penetapan pH.....	54
Lampiran 4. Bagan Penetapan TDS	55
Lampiran 5. Penetapan Nitrat Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian.....	56
Lampiran 6. Penetapan Logam Na, K, Ca, Mg Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian	56
Lampiran 7. Penetapan Sulfat Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian	57
Lampiran 8. Penetapan Amonium Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian.....	57
Lampiran 9. Penetapan Klorida Metode Titrasi Argentometri	58
Lampiran 10. Bagan Aktifasi Resin	58
Lampiran 11. Pembuatan Larutan Kerja	59
Lampiran 12. Perhitungan Larutan Regeneran untuk Regenerasi Resin	65
Lampiran 13. Pengukuran Larutan Standar	67
Lampiran 14. Perhitungan Kadar Klorida.....	69
Lampiran 15. Perhitungan Kapasitas Resin	72
Lampiran 16. Gambar saat proses pemurnian air hujan.....	74
Lampiran 17. Karakteristik Resin Kation	77
Lampiran 18. Karakteristik Resin Anion	78
Lampiran 19. Karakteristik Aquades yang diperjualbelikan di pasaran	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akuades merupakan bahan utama yang sangat diperlukan dalam kegiatan laboratorium. Laboratorium boleh dikatakan tidak dapat berfungsi tanpa adanya air bebas ion. Dalam laboratorium, air bebas ion antara lain digunakan untuk pembuatan larutan baku, pembuatan pereaksi, pembuatan larutan pengekstrak dan membilas peralatan gelas. Mengingat pentingnya hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk pembuatan alat air bebas ion untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Air hujan adalah uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam serangkaian siklus hidrologi (Achmad, 2011). Kota Bogor memiliki intensitas hujan yang tinggi disebabkan karena faktor geografi. Menurut klasifikasi iklim Koppen, Indonesia termasuk wilayah dengan hujan tropis yang ditandai dengan suhu udara yang relatif seragam, serta curah hujan yang tinggi dan menyebar sepanjang tahun. Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki nilai curah hujan yang tinggi adalah Bogor yang curah hujannya mencapai 4.000 hingga 4.500 mm. Intensitas hujan yang tinggi di Bogor disebabkan karena faktor geografi. Bogor berada di ketinggian 190-330 mdpl, terletak di kaki Gunung Gede Pangrango dan Gunung Salak. Kondisi inilah yang membuat Bogor hampir setiap hari dilanda hujan. Sehingga air hujan mudah didapatkan. Curah hujan di kota Bogor rata-rata mencapai 10 mm/hari sehingga menjadi potensi besar sebagai bahan baku air bebas ion (Tursilowati, 2005).

Suatu air dapat dikatakan air bebas ion apabila batas maksimal konduktivitasnya $1,3 \mu\text{S/cm}$ (SNI 01-6241-2000). Air bebas ion dapat dibuat dengan beberapa cara, yaitu: destilasi, ultrafiltrasi, elektrodialisis, dan penggunaan resin penukar ion. Destilasi, ultra filtrasi dan elektrodialisis adalah metoda yang memerlukan energi relatif besar, sedangkan penggunaan resin penukar ion penggunaan energi relatif rendah, dan murah. Dalam penelitian ini, bahan baku yang dipakai untuk pembuatan akuades adalah air hujan yang merupakan hasil kondensasi atau pengembunan udara

dari lingkungan sekitar sehingga mengandung sedikit mineral, memiliki suhu rendah, memiliki nilai TDS yang rendah dan nilai pH antara 5,0 – 7,0 (Sehgal, 2006). Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini diperlukan resin kation dan anion sebagai penukar ion untuk menurunkan nilai konduktivitas, TDS, pH serta kadar kation dan anion yang terdapat dalam air hujan yang diambil.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh Sutopo (2019). Pada penelitian Sutopo (2019) berhasil membuat alat pemurnian menggunakan resin Lewatit S108 (penjerap kation) dan resin purolite A-500 (penjerap anion) dengan air baku yaitu air tanah dan berhasil memurnikan air hingga TDS 0. Perbedaan penelitian tersebut dengan penulis yaitu pada air baku dan jenis resin yang digunakan, penulis akan menggunakan air hujan sebagai air baku dan jenis resin kation anion yang digunakan adalah Amberlite HPR 1300-H sebagai penjerap kation dan resin Amberlite HPR 4200-Cl sebagai penjerap anion. Untuk skema alat yang digunakan sama dengan penelitian Sutopo (2019).

1.2 Tujuan Penelitian

- 1) Karakterisasi air hujan sebagai bahan baku air bebas ion
- 2) Memurnikan air hujan menjadi air bebas ion dengan cara pertukaran ion menggunakan resin kation jenis Amberlite HPR 1300-H dan anion jenis Amberlite HPR 4200-Cl agar bisa digunakan untuk keperluan laboratorium dengan acuan SNI 01-3553-2006, SNI 01-6241-2000, SNI 01-0220-1987 dan Permenkes 2010.
- 3) Menentukan kapasitas tukar kation resin Amberlite HPR 1300-H dan anion jenis Amberlite HPR 4200-Cl untuk pemurnian air hujan.

1.3 Hipotesis

- 1) Air hujan banyak mengandung ion dan belum memenuhi syarat air bebas ion menurut persyaratan SNI 01-3553-2006, SNI 01-6241-2000, SNI 01-0220-1987 dan Permenkes 2010
- 2) Resin kation jenis Amberlite HPR 1300-H dan anion jenis Amberlite HPR 4200-Cl dapat dimanfaatkan untuk mengolah air hujan menjadi air bebas ion.

- 3) Kapasitas tukar kation resin Amberlite HPR 1300-H dan anion jenis Amberlite HPR 4200-Cl untuk pemurnian air hujan cukup besar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mendapatkan akuades dengan kualitas yang baik secara kimia dan fisika yang sesuai dengan yang dipersyaratkan, sehingga membantu pengadaan akuades untuk keperluan analisis di laboratorium dan untuk mengembangkan teknologi pemurnian air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Hujan

Menurut (Sudarmaji, 1994) dalam sistem hidrologi, hujan merupakan salah satu bentuk masukan ke dalam DAS (daerah aliran sungai) untuk dapat menghasilkan keluaran yang berupa aliran, baik aliran air permukaan maupun air tanah. Hujan dengan berbagai macam sifatnya (tebal, intensitas dan durasinya) menentukan keluaran yang dihasilkannya, yang biasanya dalam bentuk hidrograf aliran. Selain itu hujan dalam rantai siklus hidrologi terbentuk karena proses penguapan air laut diikuti dengan terbentuknya titik-titik air hujan karena karena proses kondensasi. Setelah persyaratan memenuhi, maka titik-titik air hujan tersebut jatuh sebagai hujan.

Dalam proses terbentuknya titik-titik air hujan diperlukan inti kondensasi untuk mengikat uap air agar membentuk partikel yang besar. Inti kondensasi tersebut dapat berupa butiran debu meteorik maupun debu lain yang sangat kecil. Dengan demikian dalam proses ini sudah masuk zat dari luar, yang menyebabkan air tidak lagi mempunyai komposisi sebagai H₂O murni. Dalam proses jatuhnya ke permukaan bumi titik-titik air hujan melalui lapisan udara yang terdiri oleh berbagai macam gas, antara lain adalah O₂ dan CO₂ dan gas-gas lain. Oleh karena itu sudah barang tentu apabila gas-gas tersebut sebagian terlarut dalam air. Karena itulah maka air hujan mengandung berbagai macam gas di dalamnya.

Aktivitas manusia dalam sehari-hari menghasilkan berbagai macam limbah, baik limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari berupa limbah domestik, maupun limbah dari kegiatan industri pertambangan dan pertanian. Bentuk limbah tersebut dapat berupa padat, cair maupun gas. Limbah dalam bentuk gas akan dibuang ke atmosfer dan dengan bantuan angin, baik arah maupun kecepatannya maka limbah yang berbentuk gas tersebut akan dibawa ketempat yang jauh dari sumbernya. Air hujan yang jauh di suatu tempat dapat melarutkan gas-gas tersebut, sehingga pencemaran udara dapat mempengaruhi kualitas air hujan yang jatuh di suatu wilayah.

Berikut merupakan karakteristik air hujan (Mulyadi, 2020) dan (Sudarmaji, 1994):

Tabel 1. Karakteristik Air Hujan

Parameter	Hasil Uji
pH	5,58
DHL	66,36 mS/cm
SO ₄ ²⁻	1,222 mg/L
NO ₃ ⁻	1,19 mg/L
Cl ⁻	0,575 mg/L
NH ₄ ⁺	1,511 mg/L
Na ⁺	0,544 mg/L
K ⁺	0,211 mg/L
Ca ²⁺	0,535 mg/L
Mg ²⁺	0,137 mg/L

2.2 Akuades

Akuades adalah air bebas ion atau air murni yang sangat penting untuk keperluan di laboratorium. Berdasarkan SNI 01-6241-2000, suatu air dapat dikatakan air bebas mineral apabila batas maksimal konduktivitasnya 1,3 mS/cm. Acuan yang digunakan untuk memproduksi akuades antara lain adalah SNI 01-3553-2006, SNI 01-6241-2000, SNI 01-0220-1987 dan Permenkes 2010 yang bisa diamati pada tabel berikut :

Tabel 2. Standar Baku Mutu Akuades

Parameter	Standar Mutu	Sumber
DHL	Maks. 1,3 μ S/cm	SNI 01-6241-2000
TDS	Maks. 10 mg/L	SNI 01-3553-2006
pH	5,0 – 7,5	SNI 01-3553-2006
Na ⁺	Maks. 200 mg/L	Permenkes 2010
K ⁺	Maks. 10 mg/L	Permenkes 2010
Ca ²⁺	Maks. 75 mg/L	SNI 01-0220-1987
Mg ²⁺	Maks. 30 mg/L	SNI 01-0220-1987
NH ₄ ⁺	Maks. 0,15 mg/L	SNI 01-3553-2006
NO ₃ ⁻	Maks. 45 mg/L	SNI 01-3553-2006
SO ₄ ²⁻	Maks. 200 mg/L	SNI 01-3553-2006
F ⁻	Maks. 1,00 mg/L	SNI 01-3553-2006
Cl ⁻	Maks. 250 mg/L	SNI 01-3553-2006

2.2.1 Cara Produksi Akuades

Akuades dapat diproduksi melalui proses destilasi, reverse osmosis dan kombinasinya. Air pereaksi di dalam laboratorium menggunakan air demineralisasi/air bebas ion yang merupakan air yang disaring atau diproses secara mekanis dibersihkan dari pengotor dan juga dapat dimurnikan dengan proses lainnya termasuk reverse osmosis, filtrasi karbon, mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, ultraviolet oksidasi atau elektrodialisis. Akuades selain disebut air demineralisasi atau air deionisasi karena adanya proses fisik yang menggunakan resin penukar ion khusus yang mengikat dan menyaring garam mineral dari air. (Firfield & D. Kealey, 1983). Akuades berwarna jernih, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Akuades biasa digunakan untuk membersihkan alat-alat laboratorium dari pengotor (Petrucci, 2008). Umumnya, akuades dapat diolah dari bahan baku berupa air yang diperoleh dari sumber-sumber berikut :

1. Air suling dari air sumur

Air sumur memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya karena air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi. Zat-zat mineral tersebut antara lain magnesium, kalsium dan besi yang menyebabkan kesadahan (Munfiah, 2013)

Berikut merupakan karakteristik air sumur (Rahayu, 2004)

Tabel 3. Karakteristik Air Sumur

Parameter	Hasil Uji
pH	6,7
TDS	515
Kesadahan	233,64 mg/L
Kalsium	50,09 mg/L
Magnesium	26,34 mg/L
Besi	1,42 mg/L
Mangan	1,02 mg/L
Ammonium	0,15 mg/L
Klorida	40 mg/L
Sulfat	16,49 mg/L

2. Air suling dari mata air pegunungan

Kualitas air dari mata air akan sangat tergantung dari lapisan mineral tanah yang dilaluinya. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya (Afrike Wahyuni, 2011). Berikut merupakan karakteristik air gunung (Kumala, 2019)

Tabel 4. Karakteristik Air Gunung

Parameter	Hasil Uji
Bau	Tidak berbau
Rasa	Tidak berasa
Warna	Tidak berwarna
pH	6,67
TDS	83,288 mg/L
Nitrat	2,75 mg/L
Flourida	0,054 mg/L

3. Air suling dari air tadah hujan

Air hujan memiliki kandungan kation dan anion lebih kecil dari air sumur dan air pegunungan sehingga mudah dimurnikan. Berikut merupakan karakteristik air hujan (Mulyadi, 2020) dan (Sudarmaji, 1994):

Tabel 5. Karakteristik Air Hujan

Parameter	Hasil Uji
pH	5,58
DHL	66,36 mS/cm
SO ₄ ²⁻	1,222 mg/L
NO ₃ ⁻	1,19 mg/L
Cl ⁻	0,575 mg/L
NH ₄ ⁺	1,511 mg/L
Na ⁺	0,544 mg/L
K ⁺	0,211 mg/L
Ca ²⁺	0,535 mg/L
Mg ²⁺	0,137 mg/L

Standar kualitas yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk memproduksi akuades antara lain adalah SNI 01-3553-2006, SNI 01-6241-2000, SNI 01-0220-1987 dan Permenkes 2010 yang bisa diamati pada tabel berikut :

Tabel 6. Persyaratan Mutu Akuades

Parameter	Standar Mutu	Sumber
DHL	Maks. 1,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$	SNI 01-6241-2000
TDS	Maks. 10 mg/L	SNI 01-3553-2006
pH	5,0 – 7,5	SNI 01-3553-2006
Na^+	Maks. 200 mg/L	Permenkes 2010
K^+	Maks. 10 mg/L	Permenkes 2010
Ca^{2+}	Maks. 75 mg/L	SNI 01-0220-1987
Mg^{2+}	Maks. 30 mg/L	SNI 01-0220-1987
NH_4^+	Maks. 0,15 mg/L	SNI 01-3553-2006
NO_3^-	Maks. 45 mg/L	SNI 01-3553-2006
SO_4^{2-}	Maks. 200 mg/L	SNI 01-3553-2006
F^-	Maks. 1,00 mg/L	SNI 01-3553-2006
Cl^-	Maks. 250 mg/L	SNI 01-3553-2006

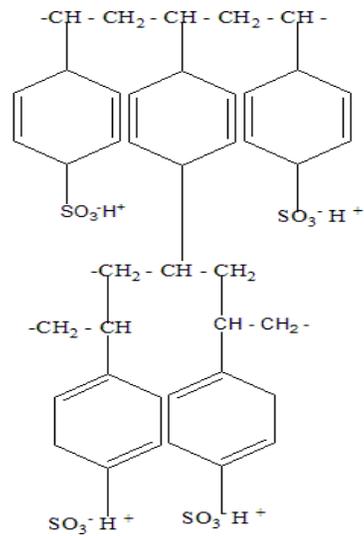
2.3 Resin

Resin adalah senyawa polimer organik penukar ion yang terdiri dari matriks polimer (polistirena) yang diberi gugus aktif dan merupakan senyawa hidrokarbon terpolimerisasi sampai tingkat yang tinggi mengandung ikatan-ikatan hubung silang (*cross-linking*) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan (Lestari, Utomo, & Harsono, Analisis Kemampuan Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral GCA-01 RSG-GAS, 2012). Resin penukar kation, mengandung kation yang dapat dipertukarkan. Sedangkan resin penukar anion, mengandung anion yang dapat dipertukarkan. Resin mempunyai gugus aktif seperti Asam Sulfonat ($-\text{SO}_3\text{H}$) untuk resin kation. Sedangkan untuk resin anion mempunyai gugus aktif seperti ammonium kuartar (NR_4^+).



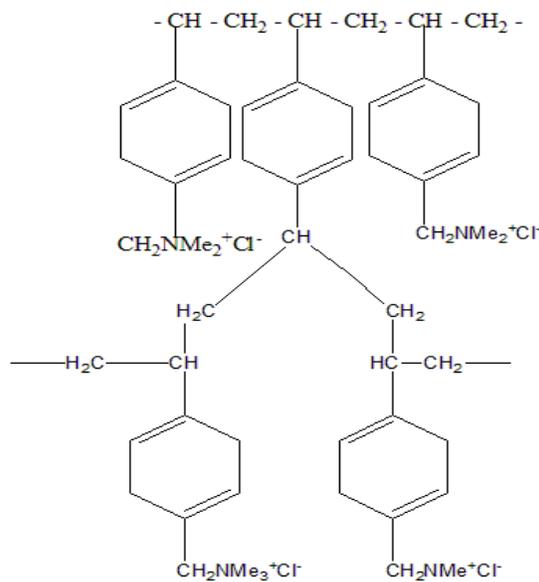
Gambar 1. Penampilan fisik resin pertukaran ion (diameter granul 1-2 mm)

(Deltaputro, 2019)



Gambar 2. Resin Penukar Kation R-SO₃H (Asam Sulfonat)

(Lestari, Utomo, & Harsono, 2012)



Gambar 3. Resin Penukar Anion Amonium Kuarter (NH).

(Lestari, Utomo, & Harsono, 2012)

Resin penukar ion pada proses pembuatan air bebas mineral berfungsi untuk mengambil pengotor air dengan cara pertukaran ion yang bermuatan sama. Kation yang ada dalam air akan dipertukarkan/diambil dengan kation resin sedangkan anion dalam air akan dipertukarkan dengan anion resin (Gokhle & Venkateswathu, 1987).

2.2.2 Sifat-sifat Resin

Sifat-sifat penting Resin Penukar Ion menurut Gokhle & Venkateswathu (1987) adalah sebagai berikut :

1) Selektivitas

Sifat ini merupakan suatu sifat resin penukar ion yang menunjukkan aktifitas pilihan atas ion tertentu. Hal ini disebabkan karena penukar ion merupakan suatu proses stoikhiometrik dan dapat balik (*reversible*) dan memenuhi hukum kerja massa. Faktor yang menentukan selektivitas terutama adalah gugus ionogenik dan derajat ikatan silang. Secara umum selektivitas pertukaran ion dipengaruhi oleh muatan ion dan jari-jari ion. Selektivitas resin penukar ion akan menentukan dapat atau tidaknya suatu ion dipisahkan dalam suatu larutan apabila dalam larutan tersebut terdapat ion-ion bertanda muatan sama, demikian juga dapat atau tidaknya ion yang telah terikat tersebut

dilepaskan. Contohnya resin Kopolimer (asam eugenil oksiasetat-DVB) selektif terhadap Cu.

2) Derajat ikat silang (*crosslinking*)

Derajat ikat silang tidak hanya mempengaruhi kelarutan tetapi juga kapasitas pertukaran, perilaku mekaran, perubahan volume, selektivitas, ketahanan kimia dan oksidasi.

3) Porositas

Nilai porositas menunjukkan ukuran pori-pori saluran-saluran kapiler. Ukuran saluran-saluran ini biasanya tidak seragam. Porositas berbanding langsung derajat ikat silang, walaupun ukuran saluran-saluran kapilernya tidak seragam.

Jalanan resin penukar mengandung rongga-rongga, tempat air terserap masuk. Porositas mempengaruhi kapasitas dan keselektifan. Bila tanpa pori, hanya gugus ionogenik di permukaan saja yang aktif. Contohnya, jika suatu molekul mempunyai porositas 5% disebut prositas tipis.

4) Kestabilan resin

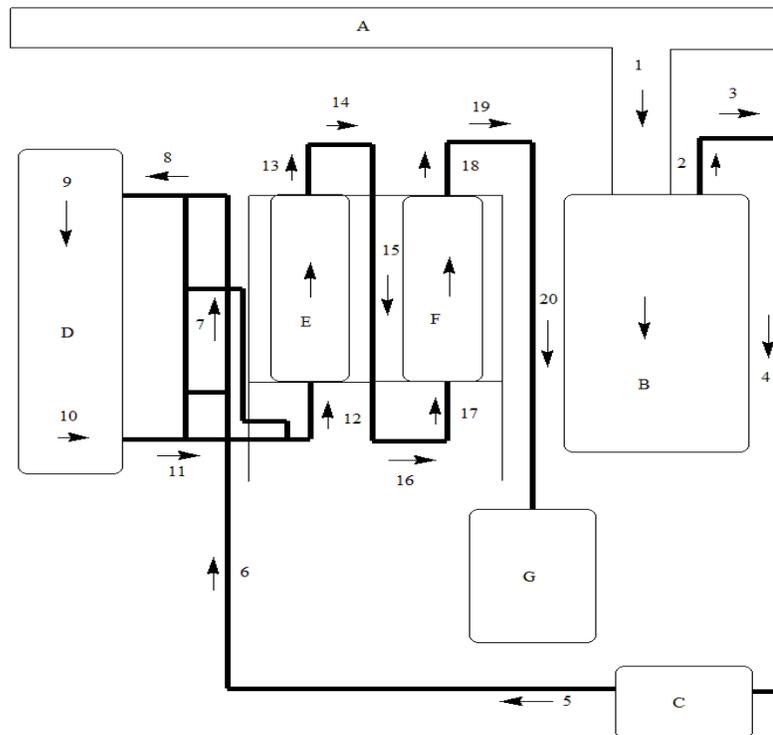
Kestabilan penukar ion ditentukan juga oleh mutu produk sejak dibuat. Stabilitas fisik dan mekanik terutama yang berkaitan kemampuan dan ketahanan gesekan. Ketahanan terhadap tekanan osmotik, baik saat pengisian maupun regenerasi, juga berbeda-beda tergantung jenis monomernya. Kestabilan termal jenis markopori biasanya lebih baik daripada gel, walau derajat ikat silang serupa.

5) Kapasitas Penukaran Ion

Kapasitas ini untuk mengetahui jumlah ion pengotor dalam air baku yang dapat diambil atau dipertukarkan. Resin penukar ion mempunyai kapasitas yang terbatas dalam kemampuan menukar ion yang disebut kapasitas penukaran ion. Kapasitas resin penukar ion adalah bilangan yang menyatakan jumlah banyaknya ion yang dapat dipertukarkan untuk setiap satu gram resin atau tiap milliliter. Kapasitas juga dinyatakan sebagai miliekuivalen per milliliter (meq/ml).

2.4 Bagan Pemurnian Air Bebas Ion dengan cara Resin Penukar Ion

Proses pemurnian air bebas ion menggunakan resin penukar ion yang terdiri dari resin penukar kation dan resin penukar anion tersaji pada Gambar 4. Air baku sebagai air umpan pada pembuatan air bebas ion diambil dari air hujan (nA) yang mengalir lewat air kemudian ditampung dalam *torn* (B) sebagai air baku (*raw water*). Tahapan proses pembuatan air bebas ion dimulai dari *torn* air sebagai air baku (*raw water*) dipompakan (C) melewati tabung filter (D), kemudian dilewatkan dalam kolom resin penukar kation (E) kemudian dilewatkan dalam kolom resin penukar anion (F). Akuades selanjutnya ditampung dalam jerigen penampung (G) dan siap untuk digunakan. Arah aliran air pada kolom resin penukar kation dan anion adalah dari bawah ke atas sedangkan saat aktivasi dan regenerasi resin kation dan anion menggunakan arah aliran air dari atas ke bawah (Tuhuloula, 2006).



Gambar 4. Skema Alat Pemurnian

Arah aliran air pada kolom resin penukar kation dan anion adalah dari bawah ke atas sedangkan dalam hal aktivasi dan regenerasi resin kation dan anion menggunakan arah aliran air dari atas ke bawah (Sutopo, 2019).

2.5 pH

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[\text{H}^+]$ lebih besar daripada $[\text{OH}^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[\text{OH}^-]$ lebih besar daripada $[\text{H}^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Purba, 1995). Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau dinamakan dengan *potential of hidrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.

Berdasarkan IUPAC (2000) perbedaan energi pada elektroda gelas ini idealnya mengikuti persamaan Nernst:

$$E = E^0 - \frac{0,0592}{n} \log Qc$$

Dengan potensi E adalah potensial terukur, E^0 potensial elektroda standar, n jumlah elektron yang terlibat antara reaksi di anoda dan katoda, Qc koefisien antara produk (kanan) per reaktan (kiri). Potensial sel berbanding lurus dengan logaritma aktivitas ion hidrogen.

Kemudian gaya elektromotif ES sel galvanik yang berbeda hanya pada penggantian larutan sinar X yang pHnya tidak diketahui dengan larutan S yang pHnya (standar) diketahui pH(S). Perbedaan antara pH larutan X dengan pH larutan standar

bergantung hanya pada perbedaan dua potensial yang terukur. Sehingga, pH didapatkan dari pengukuran potensial dengan elektroda yang dikalibrasikan terhadap satu atau lebih pH standar. Suatu pH meter diatur sedemikiannya pembacaan meteran untuk suatu larutan standar adalah sama dengan nilai pH(S) untuk berbagai larutan S diberikan oleh rekomendasi IUPAC. Larutan standar yang digunakan saring kali merupakan larutan penyangga standar. Dalam prakteknya, adalah lebih baik untuk menggunakan dua atau lebih larutan penyangga standar untuk mengijinkan adanya penyimpangan kecil dari hukum nerst ideal pada elektroda sebenarnya. Oleh karena variable temperatur muncul pada persamaan diatas, pH suatu larutan bergantung juga pada temperaturnya.

Pengukuran pH secara kasar bisa dilakukan dengan kertas pH atau kertas indikator pH, dengan perubahan warna pada level pH yang bervariasi. Indikator ini mempunyai keterbatasan pada tingkat akurasi pengukuran, dan dapat terjadi kesalahan pengamatan warna yang disebabkan larutan sampel yang berwarna atau sampel yang keruh. Pengukuran pH yang lebih akurat biasa dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi, dan alat pengukur impedansi tinggi. pH elektroda dapat diasumsikan sebagai *battery*, dengan voltase yang bervariasi hasil pengukuran dari pH larutan yang diukur.

Pada prinsipnya pengukuran pH adalah didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjaid antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui dengan menggunakan larutan KCl sebagai buffer pH 7. Hal ini diakrenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen dan ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan *potential of hydrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.



Gambar 5. Elektroda pH meter
(IUPAC, 2000)

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang didalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak klorida (AgCl_2) dihubungkan ke dalam larutan tersebut. Antara elektroda pembanding dengan elektroda gelas sudah disusun dalam satu kesatuan (Norby, 2000).

2.6 TDS

TDS adalah kelarutan zat padat dalam air atau disebut sebagai *Total Dissolved Solid* adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik berupa ion yang biasa ditemukan di air (Situmorang, 2007). Ion yang terkandung dalam air ditandai dalam tabel berikut:

Tabel 7. Ion-ion yang biasa ditemukan di air (Todd, 1970)

Major Ion (Ion Utama) (1,0 – 1.000 mg/liter)	Secondary Ion (Ion Sekunder) (0,01 – 10,0 mg/liter)
Sodium (Na^+)	Besi (Fe^{2+})
Kalsium (Ca^{2+})	Strontium (Sr^{2+})
Magnesium (Mg^{2+})	Kalium (K^+)
Bikarbonat (HCO_3^-)	Karbonat (CO_3^-)
Sulfat (SO_4^{2-})	Nitrat (NO_3^-)
Klorida (Cl^-)	Fluorida (F^-)
	Boron (Br^-)
	Silika (SiO_2)

Total padatan terlarut merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut menyediakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu, pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air yang spesifik. Oleh karena itu, analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut (Oram, 2010).

Total zat padat terlarut umumnya terdiri atas zat organik, garam anorganik dan gas terlarut. Bila total zat padat terlarut naik maka kesadahan akan naik juga (Slamet, 1994). Aplikasi yang umum digunakan adalah untuk mengukur kualitas cairan biasanya untuk pengairan, proses kimia, pembuatan air mineral dan sebagainya. Menurut Norby (2000) sampai saat ini ada dua metoda yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas suatu larutan adalah gravimetri dan konduktansi. Diantara kedua metoda tersebut, yang akan digunakan dalam pengukuran TDS kali ini yaitu yang kedua yaitu menggunakan prinsip konduktansi. Salah satu parameter penentu kualitas air adalah parameter TDS, yang mana tinggi rendahnya konsentrasi TDS dalam air akan mempengaruhi besar kecilnya DHL yang dihasilkan. Daya hantar listrik (DHL) merupakan ukuran seberapa besar suatu larutan dapat menghantarkan arus listrik, sementara TDS merupakan ukuran zat terlarut baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam suatu larutan. Besar nilai TDS selalu berbanding lurus dengan besar nilai DHL, karena semakin tinggi konsentrasi zat padat tersebut larut maka kandungan mineralnya pun semakin tinggi, sehingga mineral-mineral yang memiliki unsur kation dan anion tersebut akan mampu menghantarkan arus listrik (Sitindaon & Situmorang, 2019).

2.7 Nitrat

Nitrat merupakan salah satu golongan nitrogen oksida (NO_x) yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. NO_x sebagian besar dihasilkan dari transportasi. Terdapatnya nitrat (NO₃⁻) dalam air hujan berkaitan erat dengan siklus nitrogen di alam. Dalam siklus nitrogen dapat diketahui bahwa nitrat dapat terbentuk

baik dari N_2 atmosfer maupun dari pupuk-pupuk (*fertilizer*) yang digunakan dan dari oksidasi NO_2^- oleh bakteri dari kelompok Nitrobacter. Sebagian nitrat di lingkungan diproduksi di dalam tanah melalui proses fiksasi terhadap nitrogen atmosfer oleh sintesis bakteri. Sebagian lagi terbentuk jika nitrogen oksida, yang terproduksi oleh reaksi kilat di atmosfer atau oleh pekerjaan manusia, tersiram air hujan. Karena nitrat terdapat meluas di lingkungan, maka konsentrasi nitrat bisa ditemukan di hampir semua makanan, di atmosfer, dan di banyak sumber air. Reaksi di atmosfer berkontribusi terhadap keberadaan ion nitrat di air. Kontaminasi nitrat juga diperparah oleh aktifitas manusia. Sedangkan pola pertanian dan struktur hidrologis dari akuifer adalah faktor tambahan yang juga menentukan level kontaminasi nitrat tersebut (Ambarsari, 2004).

2.8 Prinsip Analisis Nitrat

Prinsip analisis nitrat yaitu nitrat dalam filtrat air dapat diukur secara spektrofotometri pada panjang gelombang 432 nm dengan pereaksi pewarna brusin.

2.9 Sulfat

Salah satu bentuk sulfur di atmosfer yaitu gas H_2S memiliki berat jenis lebih berat dari udara sehingga semakin lama rentang waktu terjadinya hujan, maka gas H_2S di udara bergerak dan terkumpul ke daerah yang lebih rendah. Polutan penting yang mempengaruhi kadar sulfat pada air hujan yaitu gas SO_x di udara yang terutama berasal dari pemakaian batu bara yang digunakan pada kegiatan industri dan transportasi. Selain itu, penyebaran gas SO_x ke lingkungan juga tergantung dari keadaan meteorologi dan geografi setempat. Kelembaban udara juga mempengaruhi kecepatan perubahan SO_x menjadi asam sulfat maupun asam sulfit yang akan berkumpul bersama awan yang akhirnya akan jatuh sebagai hujan asam (Mayasari, 2014)

2.10 Prinsip Analisis Sulfat

Prinsip analisis sulfat adalah Ion sulfat bereaksi dengan barium klorida dalam suasana asam akan membentuk barium sulfat dengan membentuk kristal barium sulfat yang sama besarnya diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm.

2.11 Natrium, Kalium, Kalsium dan Magnesium

Menurut (Soemarto, 1987), Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Air hujan merupakan salah satu proses dalam rangkaian daur hidrologi, yang dihasilkan dari penguapan air permukaan yang mengalami kondensasi di atmosfer. Indonesia adalah negara kepulauan yang mana dua pertiganya dikelilingi oleh laut. Air laut merupakan bahan baku utama dalam produksi garam (NaCl). Dari hasil analisa air laut banyak mengandung unsur-unsur seperti Ca, Mg, Na, K, Cl, F yang dapat menurunkan kualitas garam dalam air. Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Senyawa-senyawa terlarut yang secara kolektif disebut garam. Dengan kata lain 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat terlarut disebut salinitas (Nybakken, 1992) Terjadinya hujan merupakan siklus hidrologi. Komposisi air hujan akan berbeda dilihat dari waktu ke waktu dan dari tempat satu dengan yang lainnya. Kondisi ini tergantung dari keadaan fisik dan segala aktivitas yang terjadi pada daerah yang berkaitan dengan proses ini. Selain itu gerakan angin mempengaruhi pula atas komposisi/mutu, sebab kandungan unsur-unsur yang ada dalam uap air yang terbawa bersama awan dapat saja dibawa lebih jauh ke suatu tempat oleh angin tersebut. Maka dari itu air hujan bisa mengandung garam dari dalam air laut seperti natrium, kalsium, kalium, dan sulfat.

2.12 Prinsip Analisis Natrium, Kalium, Kalsium dan Magnesium

Prinsip analisisnya yaitu unsur-unsur Ca, Mg, K, dan Na dalam filtrat air dapat diukur dengan SSA. Ca dan Mg diukur dengan metode absorpsi, sedangkan K dan Na dengan metode emisi.

2.13 Prinsip Analisis Fluorida

Fluorida bereaksi dengan larutan campuran SPADNS-asam zirkonil menyebabkan berkurangnya warna larutan. Pengurangan warna ini sebanding dengan banyaknya unsur fluorida dalam contoh uji yang kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm.

2.14 Klorida dan Ammonium

Ion klorida berada dalam air hujan berasal dari pelepasan klorida dari air laut, dan juga dapat berasal dari pelepasan klor akibat pembakaran senyawa yang mengandung klor, seperti polivinil klorida dan lainnya. Ion ammonium dapat berada dalam air hujan karena pelepasan gas ammonia ke atmosfer dan larut dalam air hujan. Gas ammonia dapat berasal dari emisi industri seperti industri batu baterai, industri pupuk urea dan pupuk ammonium sulfat, dan dapat juga berasal dari proses pembusukan sampah organik yang mengandung protein. (Eanet, 2009).

2.15 Prinsip Analisis Klorida

Prinsip uji klorida dengan titrasi argentometri metode Mohr yaitu reaksi pengendapan dimana zat yang hendak ditentukan kadarnya diendapkan oleh larutan baku AgNO_3 . Zat tersebut misalnya garam-garam halogenida (Cl, Br, I), sianida (CN), tiosianida (SCN) dan fosfat. Pada titrasi argentometri dibagi menjadi tiga metode yaitu metode Mohr, metode Volhard dan metode Fajans. Pengujian klorida pada titrasi argentometri didasarkan pada prinsip senyawa klorida dalam contoh uji air dapat dititrasi dengan larutan perak nitrat dalam suasana netral atau sedikit basa (pH 7 sampai dengan pH 10), menggunakan indikator kalium kromat. Perak klorida diendapkan secara kuantitatif sebelum terjadi titik akhir titrasi, ditandai dengan mulai terbentuk endapan perak kromat yang berwarna merah kecoklatan.

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ILAB yang berlokasi di Kp. Pulo No 17 Kedung Waringin Bojonggede Bogor. Penelitian ini akan berlangsung pada bulan April-Desember 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Komponen alat untuk pemurnian air hujan yang terdiri dari tangki fiber isi 1000 L, pompa air otomatis, kolom PVC isi 6 L (2 buah) tempat resin penukar (diameter 1 ½” = 12 cm, dan panjang 50 cm), PVC pipa dan sambungan berbagi ukuran dan talang, rangkaian besi untuk dudukan kolom resin. Keran dan keran stop dari plastik. Alat untuk analisis berupa alat-alat gelas, pipet volum, *Water Level Sensor* untuk analisis DHL, pH, TDS, buret asam, buret basa, penangas air, dan *magnetic stirrer*. Instrumen yang digunakan adalah AAS dan Spektrofotometri UV-VIS.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air hujan, akuades dari mesin destilasi, larutan sangga pH 4,00, larutan sangga pH 7,00, larutan standar 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, HNO_3 1:1, HCl 1:1, HNO_3 pekat, HCl 6%, NaOH 5%, La 2500 ppm, AgNO_3 0,01N, indikator K_2CrO_7 5%, BaCl_2 tween, larutan sangga sitrat, larutan Na-fenat, NaOCl 5%, larutan SPADNS, larutan asam zirkonil, larutan NaAsO_2 0,5%, NaCl 10%, NaOH 1N, HCl 1N, indikator metyl merah, methyl biru, methyl oranye, indikator PP, indikator PP, larutan brusin, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, asam sulfatnilat, H_2SO_4 pekat, naftil etilendiamin dihidroklorida, resin Amberlite HPR 1300-H (penjerap kation) dan resin Amberlite HPR 4200-Cl (penjerap anion).

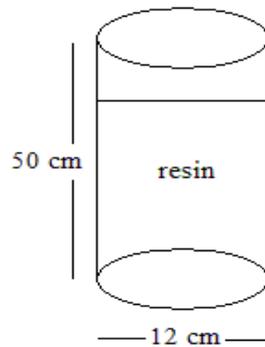
3.3 Metode Penelitian

Air baku hujan yang sudah ditampung dilakukan karekaterisasi air hujan yang meliputi parameter fisika (DHL, TDS) dan parameter kimia (pH, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, F⁻) lalu dievaluasi/dibandingkan dengan standar air bebas ion. Pengolahan air hujan dengan cara: dialirkan dengan laju alir (60; 120; 180 ml/menit) melalui dua kolom PVC (Polyvinyl Chloride) menuju kolom penukar ion yang berisi resin kation dan anion yang banyaknya 3/4 tinggi kolom. Kondisi tersebut berdasarkan variable peubah yang dijalankan. Waktu pengontakan dilakukan selama 10-20 menit yang berturut-turut berisi resin kation (penjerap kation) dan resin anion (penjerap anion).

Mutu akuades yang dihasilkan diperiksa setiap hari dengan alat pH-meter, DHL-meter, TDS-meter dan diperiksa juga analisis kimianya. Ketika DHL air produk > 1,3 µS/cm, pH > 7,5 dan TDS > 10 mg/L maka perlu dilakukan pencucian (regenerasi) resin.

3.3.1 Persiapan Alat

Pembuatan alat dilakukan dengan merakit 2 kolom dan 1 tabung, yaitu tabung filter sebagai penyaringan, kolom kedua sebagai kolom pengikat kation dan yang ketiga sebagai kolom pengikat anion. Pada kolom kation dan anion masing-masing diisi resin 5 liter (3/4 tinggi kolom). Ketiga kolom tersebut dirangkaikan dan siap digunakan dengan aktivasi resin terlebih dahulu. Dalam aktifasi resin, rangkaian kolom resin dipisahkan, resin kation dicuci dengan larutan HCl 6% sedangkan resin anion dicuci dengan larutan NaOH 5%. Setelah itu, pencucian dilakukan dengan menggunakan akuades hingga mendekati pH netral. Perbandingan penggunaan regeneran untuk 1 liter resin adalah untuk HCl: 80 - 120 g (@ 100 %) per liter untuk resin kation dan NaOH: 80 - 140 g (@ 100 %) per liter untuk resin anion. Kedua kolom resin dirangkaikan kembali dan pencucian dilanjutkan hingga diperoleh air yang memiliki DHL < 1,3 µS/cm, TDS < 10 mg/L dan pH 5,0-7,5. Air yang telah melalui dua kolom resin ini akan kehilangan ion yang dikandungnya.



Gambar 6. Ukuran Kolom Resin Penukar ion

3.4 Prosedur Kerja

3.3.2 Persiapan Contoh

Contoh yang dianalisis adalah air yaitu yang berasal dari air hujan, air hasil proses pemurnian yang dilakukan dan akuades yang sudah sesuai standar.

3.3.3 Pengukuran Daya Hantar Listrik

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *Manual Book Ohaus AB33M1*. Alat dinyalakan. Tekan mode EC. Tekan mode Cal Elektroda dicuci (disemprot) dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu. Alat dikalibrasi dengan memasukan elektroda ke dalam larutan kalibrasi 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ selama 30 detik. Tekan finish apabila kalibrasi telah selesai.

Setelah dikalibrasi selesai elektroda dicuci lalu dikeringkan dengan tisu. Dimasukkan elektroda ke dalam contoh yang akan diukur (kira-kira 50 ml) selama 30 detik dan dibaca setelah angka siap. Setiap akan mengukur contoh elektroda dicuci dan dikeringkan dengan tisu. Setelah selesai Elektroda dicuci dengan akuades dan dilap sampai kering. Alat dimatikan.

3.3.4 Pengukuran pH

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *Manual Book Ohaus AB33M1*. Alat dinyalakan. Tekan mode pilih pH. Tekan mode Cal, elektroda dicuci (disemprot) dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu. Alat dikalibrasi dengan memasukan elektroda ke dalam larutan kalibrasi 004 selama 30 detik. Setelah selesai elektroda

dicuci lalu dikeringkan dengan tisu. Lalu dimasukkan elektroda ke dalam larutan kalibrasi 007 selama 30 detik. Tekan finish apabila kalibrasi telah selesai.

Setelah dikalibrasi selesai elektroda dicuci lalu dikeringkan dengan tisu. Ditekan tombol menu, pilih mode, pilih read type, tekan autostop. Dimasukkan elektroda ke dalam contoh yang akan diukur (kira-kira 50 ml) selama 30 detik dan dibaca setelah angka siap (tidak berubah).

3.3.5 Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS)

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *Manual Book Ohaus AB33M1*. Tahap penggunaannya yaitu dengan menekan tombol power untuk menyalakan alat, tekan tombol mode dan pilih TDS. Dimasukkan elektroda ke dalam contoh yang akan diukur (kira-kira 50 ml) selama 30 detik dan dibaca setelah angka siap. Setiap akan mengukur contoh elektroda dicuci dan dikeringkan dengan tisu. Setelah selesai Elektroda dicuci dengan akuades dan dilap sampai kering. Alat dimatikan.

3.3.6 Karakteristik Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian

3.4.5.1 Identifikasi Kandungan Kation (Na, K, Ca, Mg)

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Dipipet 10 ml contoh air ke dalam tabung kimia. Ditambahkan 1 ml larutan 25000 ppm La ke dalam setiap tabung contoh dan deret standar campuran dan dikocok. Diukur Ca, Mg, K, dan Na dalam contoh dengan SSA, menggunakan deret standar sebagai pembanding. Ca dan Mg dengan metode absorpsi, K dan Na dengan metode emisi.

Perhitungan:

$$C = \frac{A - I}{S}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi

A = Absorbansi

I = Intersept dari garis regresi

S = Slope dari garis regresi

Pembuatan Kurva Standar:

Standar pokok 1.000 ppm K, 1.000 ppm Na, 1.000 ppm Ca, dan 1.000 ppm Mg:

Pindahkan secara kuantitatif masing-masing larutan standar induk K, Na, Ca, dan Mg Titrisol di dalam ampul ke dalam labu ukur 1.000 ml. Impitkan dengan air bebas ion sampai dengan tanda garis, homogenkan.

(Standar campuran 1) Standar campuran 50 ppm K, 25 ppm Na, 250 ppm Ca, dan 10 ppm Mg:

Pipet 5 ml standar pokok 1.000 ppm K, 2,5 ml standar pokok 1.000 ppm Na, 25 ml standar pokok 1.000 ppm Ca, dan 1 ml standar pokok 1.000 ppm Mg ke dalam labu ukur 100 ml dan diimpitkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Standar campuran 5 ppm K, 2,5 ppm Na, 25 ppm Ca, dan 1 ppm Mg (Standar campuran 2):

Pipet 10 ml larutan standar campuran 1 ke dalam labu ukur 100 ml dan diimpitkan dengan air bebas ion sampai tanda garis. Deret standar campuran 0-5 ppm K, 0-2,5 ppm Na, 0-25 ppm Ca, dan 0-1 ppm Mg. Pipet larutan standar campuran 2 masing-masing 0; 1; 2; 4; 6; 8; 10 ml ke dalam tabung kimia, tambahkan air bebas ion hingga setiap tabung berisi 10 ml larutan dan dikocok. Hasil serapan dari deret standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrumen. Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi akan membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = ax + b$

$Y = \text{Absorbansi}$

$x = \text{konsentrasi analit}$

$a = \text{kemiringan (slope)}$

$b = \text{intersep (intercept)}$

Intersep adalah nilai respon instrumen terhadap blanko dengan nilai idealnya adalah nol. Korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi) diungkapkan sebagai koefisien korelasi (R). Menurut APHA 2017, nilai korelasi minimum untuk pengujian adalah 0,996.

3.4.5.2 Identifikasi Kandungan Nitrat Metode Brusin

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Pipet 5,0 ml contoh air ke dalam tabung kimia. Ke dalam larutan deret standar dan contoh, sambil dikocok ditambahkan 0,5 ml larutan brusin 2% dan 5 ml larutan H₂SO₄ pekat, biarkan selama setengah jam kemudian ukur intensitas warna kuning dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 432 nm.

Perhitungan:

$$C = \frac{A - I}{S}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi

A = Absorbansi

I = Intersept dari garis regresi

S = Slope dari garis regresi

Pembuatan Kurva Kalibrasi:

Pembuatan Larutan Induk Nitrat (NO₃⁻) 100 ppm:

Larutkan 7,218 g serbuk KNO₃ p.a (kering 105°C) ke dalam labu 1 L. Larutkan dengan air bebas ion sampai tanda tera.

Pembuatan Larutan Baku Nitrat 100 ppm:

Pipet 10 ml larutan standar 1.000 ppm NO₃ ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Standar Nitrat 5 ppm:

Pipet 5 ml larutan standar 100 ppm NO₃ ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Deret standar 0-5 ppm N-NO₃. Pipet standar 5 ppm N-NO₃ sebanyak 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ml, masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dijadikan 5 ml dengan air bebas ion. Deret standar ini memiliki kepekatan: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm N dan dianalisis pada spektrofotometer. Hasil serapan dari deret standar yang

membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrumen. Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi akan membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = ax + b$

Y = Absorbansi

x = konsentrasi analit

a = kemiringan (slope)

b = intersep (intercept)

Intersep adalah nilai respon instrumen terhadap blanko dengan nilai idealnya adalah nol. Korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi) diungkapkan sebagai koefisien korelasi (R). Menurut APHA 2017, nilai korelasi minimum untuk pengujian adalah 0,996.

3.4.5.3 Identifikasi Kandungan Sulfat Metode Turbidimetri

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Pipet 5,0 ml masing-masing contoh air dan deret standar ke dalam tabung kimia. Tambahkan 1 ml pereaksi asam campur dan kocok. Tambah 1 ml larutan $BaCl_2$ -Tween, kocok dan biarkan 15 menit. Contoh diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 494 nm menggunakan deret standar sebagai pembanding. Setiap larutan dalam tabung diaduk perlahan sebelum diukur.

Perhitungan:

$$C = \frac{A - I}{S}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi

A = Absorbansi

I = Intersept dari garis regresi

S = Slope dari garis regresi

Pembuatan Kurva Kalibrasi:

Pembuatan Larutan Induk Sulfat, SO_4^{2-} 1000 mg/L:

Ditimbang 5,4349 g K_2SO_4 p.a. (telah dikeringkan 105°C selama 4 jam) ke dalam labu ukur 1 L. Larutkan dan impitkan dengan H_2O hingga 1 L.

Pembuatan Larutan Kerja Sulfat, SO_4^{2-} 50 mg/L:

Pipet 5 ml standar S 1.000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml. Tambahkan air bebas ion hingga tanda tera 100 ml dan kocok hingga homogeny

Pembuatan Deret Standar SO_4^{2-} 0-50 ppm mg/L:

Pipet standar Sulfat 50 ppm sebanyak 0, 0,5, 1, 2, 3, 4, dan 5 ml, masingmasing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dijadikan 5 ml dengan air bebas ion. Deret standar ini memiliki kepekatan: 0; 5; 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm S. Hasil serapan dari deret seri standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrumen. Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi akan membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = ax + b$

$Y = \text{Absorbansi}$

$x = \text{konsentrasi analit}$

$a = \text{kemiringan (slope)}$

$b = \text{intersep (intercept)}$

Intersep adalah nilai respon instrumen terhadap blanko dengan nilai idealnya adalah nol. Korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi) diungkapkan sebagai koefisien korelasi (R). Menurut APHA 2017, nilai korelasi minimum untuk pengujian adalah 0,996.

3.4.5.4 Identifikasi Kandungan Amonium Metode Biru Indofenol

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Pipet ke dalam tabung reaksi masing-masing 2 ml contoh air dan deret standar. Tambahkan berturut-turut larutan Sangga Tartrat dan Na-fenat masing-masing sebanyak 4 ml, kocok dan biarkan 10 menit. Tambahkan 4 ml NaOCl

5%, kocok dan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 636 nm setelah 30 menit sejak pemberian pereaksi ini.

Perhitungan:

$$C = \frac{A - I}{S}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi

A = Absorbansi

I = Intersept dari garis regresi

S = Slope dari garis regresi

Pembuatan Kurva Kalibrasi:

Pembuatan Larutan Induk, NH_4^+ 1000 ppm:

Timbang 4,7193 gram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (yang telah dikeringkan pada 100°C selama 4 jam) ke dalam labu ukur 1 L, dilarutkan dengan H_2O sampai tanda garis, kocok.

Standar 250 ppm N:

Pipet 25 ml larutan standar induk 1.000 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Standar 25 ppm N:

Pipet 10 ml larutan standar 250 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Standar 2,5 ppm N:

Pipet 10 ml larutan standar 25 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Deret standar N (0-2,5 ppm N):

Pipet masing-masing 0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ml standar 2,5 ppm N ke dalam tabung reaksi. Tambahkan H_2O ke dalam setiap tabung hingga volume 10 ml, lalu kocok. Deret standar ini memiliki kepekatan 0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 ppm N. Hasil serapan dari deret standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara

konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrumen. Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi akan membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = ax + b$

$Y =$ Absorbansi

$x =$ konsentrasi analit

$a =$ kemiringan (slope)

$b =$ intersep (intercept)

Intersep adalah nilai respon instrumen terhadap blanko dengan nilai idealnya adalah nol. Korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi) diungkapkan sebagai koefisien korelasi (R). Menurut APHA 2017, nilai korelasi minimum untuk pengujian adalah 0,996.

3.4.5.5 Identifikasi Kandungan Fluorida

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Dipipet 50,0 mL contoh uji atau yang telah diencerkan menjadi 50,0 mL dengan air suling; tambahkan 10,0 mL larutan campuran SPADNS-asam zirkonil, kocok hingga homogen; ukur serapannya dan catat; apabila serapan contoh uji berada di luar serapan kurva kalibrasi standar, diulangi pengujian menggunakan contoh uji yang telah diencerkan.

Perhitungan:

$$C = \frac{A - I}{S}$$

Keterangan:

$C =$ Konsentrasi

$A =$ Absorbansi

$I =$ Intersept dari garis regresi

$S =$ Slope dari garis regresi

Pembuatan Kurva Standar:

Larutan induk fluorida 100 mg F/L:

Dilarutkan 221,0 mg natrium fluorida anhidrat (NaF) dengan air suling dalam labu ukur 1000 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan ($1,0 \text{ mL} = 100 \text{ mg/L F}^-$); atau pipet 100 mL larutan induk fluorida 1000 mg F⁻/L yang tertelusur ke *Standard Reference Material*, masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

Larutan baku fluorida 10 mg F⁻/L:

Dipipet 50 mL larutan induk 100 mg F⁻/L dan masukkan ke dalam labu ukur 500 mL; tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan ($1,0 \text{ mL larutan} = 0,01 \text{ mg F}^-$).

Larutan kerja fluoride:

Dipipet 0 mL; 2 mL; 5 mL; 10 mL dan 15 mL larutan baku fluorida yang mengandung 10 mg F⁻/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh kadar fluorida 0,0 mg F⁻/L; 0,2 mg F⁻/L; 0,5 mg F⁻/L; 1,0 mg F⁻/L dan 1,5 mg F⁻/L. Hasil serapan dari deret standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrumen. Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi akan membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = ax + b$

$Y = \text{Absorbansi}$

$x = \text{konsentrasi analit}$

$a = \text{kemiringan (slope)}$

$b = \text{intersep (intercept)}$

Intersep adalah nilai respon instrumen terhadap blanko dengan nilai idealnya adalah nol. Korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi) diungkapkan sebagai koefisien korelasi (R). Menurut APHA 2017, nilai korelasi minimum untuk pengujian adalah 0,996.

3.4.5.6 Identifikasi Kandungan Klorida Metode Titrasi Argentometri

Pada penetapan ini menggunakan metode acuan *American Public Health Association* (APHA, 2017). Dipipet 10,0 ml contoh dan diambahkan larutan penunjuk kalium kromat 5% sebanyak lebih kurang 4 tetes, kemudian dititar dengan AgNO_3 0,010 N sampai warna larutan berubah merah. Dicatat volume (ml) larutan penitar yang diperlukan. Dikerjakan blanko dengan memipet 10 ml air bebas ion.

Perhitungan Kadar Cl^- :

$$\text{Cl}^- (\text{mg/L}) = \frac{(A-B) \times N \times 35,5}{\text{ml Sampel}}$$

Keterangan:

A = Volume AgNO_3 untuk titrasi contoh

B = Volume AgNO_3 untuk titrasi blanko

N = Normalitas AgNO_3

Standarisasi AgNO_3 0,010 N (Sulistyowati, Leila, & Yudianingrum, 2015):

Pembuatan larutan standar natrium klorida 0,01 N dengan cara:

Ditimbang natrium klorida. Dilarutkan natrium klorida tersebut didalam labu ukur 100 ml dengan aquades lalu dihomogenkan. Dipipet secara 25 ml larutan NaCl dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml, Kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan 2-3 tetes indikator K_2CrO_4 5%. Dilakukan penitaran dengan larutan standar AgNO_3 sambil erlenmeyer kocok. Penitaran dilakukan sampai didapatkan titik akhir titrasi yaitu ditandai dengan saat endapan merah bata. Penitaran dilakukan duplo. Dibuat perhitungan untuk menentukan konsentrasi AgNO_3 yang sebenarnya.

Perhitungan N AgNO_3 :

$$\frac{\text{mg NaCl}}{(\text{Volume Labu}) \times \text{Volume AgNO}_3 \times \text{BE NaCl (58,5)}}$$

Bobot penimbangan NaCl 0,01N:

$$\text{BE NaCl (58,5)} \times \text{Volume yang akan dibuat (L)} \times 0,01\text{N}$$

3.4.5.7 Penentuan Kapasitas Resin Penukar Kation (Lestari, Pujiarta, & Irwan, 2000)

Ditimbang resin kation dan anion masing-masing 10 gram lalu dimasukkan ke dalam kolom. Kolom yang berisi resin dicuci dengan air bebas mineral dengan laju alir 6 ml/min, dalam hal ini memerlukan waktu sekitar 1,5 jam. Dilewatkan (dialirkan) 30 ml NaCl 10%, pada resin dengan laju alir 1 ml/min, dalam hal ini diperlukan waktu sekitar 40 menit. Cairan yang keluar ditampung dalam gelas elenmeyer 100 ml. Ke dalam effluent yang ditampung ditambahkan 3 tetes mix indikator. Titrasi effluent dengan larutan NaOH 1N untuk resin penukar kation dan dengan larutan HCl 1N untuk resin penukar anion.

Perhitungan:

$$\text{Kapasitas Resin} = \frac{a \cdot v}{W}$$

Keterangan:

A : Molaritas (NaOH untuk kation, HCl untuk anion)

V : Volume (NaOH/HCl) saat titrasi

W : Bobot Resin (gram)

Standarisasi HCl 1N (Sulistyowati, Leila, & Yudianingrum, 2015):

Ditimbang Na_2CO_3 dilarutkan dalam labu ukur 100 ml. Dipipet 10 ml lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, diencerkan hingga 100 ml dan ditambahkan indikator SM. Larutan dititar dengan dengan HCl 1 N hingga titik akhir berwarna sindur. Penitaran dilakukan duplo. Volume titrasi dicatat lalu dibuat perhitungan untuk menentukan konsentasi HCl yang sebenarnya.

Standarisasi NaOH 1N (Sulistyowati, Leila, & Yudianingrum, 2015):

Ditimbang $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam labu ukur 100 ml. Dipipet 10 ml lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, diencerkan hingga 100 ml dan ditambahkan indikator PP. Larutan dititar dengan dengan NaOH 1 N hingga titik akhir berwarna merah muda seulas. Penitaran dilakukan duplo. Volume titrasi dicatat lalu dibuat perhitungan untuk menentukan konsentasi NaOH yang sebenarnya.

3.5 Analisis Data

Kadar kation dan anion dapat dihitung menggunakan persamaan dari kurva kalibrasi $y = mx + c$ dimana y adalah absorbansi dan x adalah kadar kation dan anion. Data hasil analisis dapat dibuat berupa tabel hasil analisis dari parameter pH, DHL, TDS, Kation (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) dan Anion (NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), tabel pengaruh laju air terhadap sifat fisik dan kimia, tabel penentuan kapasitas resin dan pengaruh volume air terhadap kapasitas resin berupa tabel dan grafik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat dirangkakan sesuai konsep yang telah dibuat, maka tahap selanjutnya adalah aktifasi resin kation dan anion. Resin kation dialiri HCl 6% yang terdapat dalam kolom, resin kation mengalami perubahan warna yang semula berwarna coklat menjadi coklat tua. Perubahan warna yang terjadi ini disebabkan oleh HCl, HCl sendiri merupakan asam kuat. Pada kolom yang berbeda, resin anion dialiri NaOH 5% yang bersifat sebagai basa kuat. Kemudian resin dibilas dengan air demin Setelah selesai diaktifasi kedua kolom resin dihubungkan kemudian dicuci dengan akuades sampai didapat pH, DHL dan TDS yang diinginkan.

4.1 Karakterisasi Air Hujan

Berikut adalah kation dan anion yang terdapat dalam air hujan.

Tabel 8. Hasil Uji Karakterisasi Awal Air Hujan

Paramater	Hasil Uji	Baku Mutu
pH	5,27	5 - 7,5
DHL	50,69 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$
TDS	20,28 ppm	10 ppm
Natrium (Na^+)	0,466 ppm	200 ppm
Kalium (K^+)	0,189 ppm	10 ppm
Kalsium (Ca^{2+})	0,411 ppm	75 ppm
Magnesium (Mg^{2+})	0,112 ppm	30 ppm
Amonium (NH_4^+)	1,424 ppm	0,15 ppm
Nitrat (NO_3^-)	1,216 ppm	45 ppm
Sulfat (SO_4^{2-})	1,081 ppm	200 ppm
Fluor (F^-)	Tidak terdeteksi	1,00 ppm
Klorida (Cl^-)	0,165 ppm	250 ppm

Tabel 8 memperlihatkan adanya kation Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Menurut (Mukhtar, et al., 2013) kation Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} berasal dari pencemar udara ambien yang ikut bersama partikulat udara. Keberadaan logam di udara ambien dapat disebabkan karena aktifitas manusia maupun faktor alam. Partikel sangat halus dapat mengandung logam. Menurut (Santoso, Lestiani, & Cohen, 2005) keberadaan Na^+ di udara ambien dapat berasal dari garam laut. Penguapan Na^+ biasanya bersamaan dengan Cl^- . Sumber Mg^{2+} dapat berasal dari air laut dan dari tanah. Kalsium (Ca^{2+}) bersumber dari tanah atau soil. Magnesium (Mg^{2+}) dan Kalsium (Ca^{2+}) juga bisa berasal dari abu terbang material konstruksi bangunan (Lestari, Hindratmo, & Nelson, 2022). Sumber kalium (K^+) berasal dari pembakaran biomassa. Pembakaran biomassa dapat menyumbang sumber pencemar K^+ di udara ambien (Cohen, Taha, Stelcer, Garton, & Box, 2000).

Konsentrasi ion NH_4^+ pada air baku di atas standar baku mutu. Sumber utama NH_4^+ terutama berasal dari tanah pertanian dan wilayah peternakan di sekitar lokasi penampungan air hujan (Gusnita, Budiwati, Sofiati, & Setyawati, 2003). NH_4^+ di atmosfer dipancarkan terutama dari limbah peternakan, kegiatan pertanian, dan kegiatan antropogenik seperti (penggunaan bahan bakar dan pembakaran biomassa) semua sumber berasal dari permukaan bumi (Dwipayani & Utami, 2001). Adanya polutan NH_4^+ di air hujan bersumber dari kegiatan peternakan yang tak jauh dari lokasi sampling dan adanya penumpukan-penumpukan dan pembakaran sampah penduduk yang dapat mengemisikan polutan tersebut yang tersebar di beberapa titik lokasi di sekitar lokasi sampling. Reaksi NH_3 dari lahan peternakan dengan air hujan adalah

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

Menurut (Cahyono, 2005) sulfat dan nitrat dalam berasal dari polutan di udara. Polutan di udara berawal dari pembakaran bahan bakar fosil oleh kendaraan bermotor maupun pabrik, industri, serta pembangkit listrik. Pembakaran bahan bakar fosil itu dapat menimbulkan asap dengan berbagai jenis zat, antara lain gas sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Gas tersebut lantas akan naik ke atmosfer dan bereaksi dengan oksigen di udara, lalu bereaksi dengan air. Proses selanjutnya, gas sulfur dioksida (SO_2) bakal mengikat oksigen di udara, lalu berubah menjadi sulfur trioksida ($\text{SO}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow$

$\text{SO}_{3(g)}$). Sulfur trioksida tersebut lantas bereaksi dengan air hujan di udara, kemudian terbentuklah asam sulfat ($\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$). Sementara itu, gas nitrogen oksida itu mengikat oksigen di udara ($\text{NO}_{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_{2(g)}$), lalu bereaksi dengan air hujan menjadi asam nitrat ($3\text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{HNO}_{3(aq)} + \text{NO}_{(g)}$).

4.2 Pengaruh Laju Alir terhadap Perubahan Sifat Fisik

Hasil uji pengaruh laju alir pemurnian air terhadap variabel TDS dan DHL dapat dilihat pada tabel 9 yang kemudian dilakukan analisa.

Tabel 9. Hasil Uji TDS dan DHL Optimum Pada Berbagai Laju

Laju Alir ml/menit	Hasil Uji	
	TDS (ppm)	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
0		
15	0,13	0,29
30	0,14	0,33
60	0,25	0,51
120	0,37	0,66
180	0,52	0,98
Baku Mutu	10	1,3

Pada Tabel 9 menunjukkan hasil penurunan kadar ion TDS dan DHL optimum/terendah terjadi pada saat laju alir 15 ml/menit. Pengukuran TDS dan DHL pada air hujan keluaran alat destilasi resin kation dan anion menunjukkan hasil yang cukup baik, dimana air hujan sebelum dilewati resin kation dan anion memiliki nilai konduktivitas 50,69 μS dan TDS 20,28 ppm. Setelah melewati resin anion dan kation nilai konduktivitas turun menjadi 0,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan nilai TDS menurun menjadi 0,13 ppm.

Air hujan yang memiliki nilai konduktivitas (DHL) yang rendah berarti memiliki sifat menghantarkan listrik dalam air yang kecil dan sifat ini dipengaruhi dengan jumlah kandungan ion bebas. Nilai konduktivitas yang rendah menunjukkan bahwa air hujan merupakan air yang bebas kandungan ion sehingga air hujan ini dapat dikatakan air murni atau air bebas mineral. Saat awal alat dioperasikan nilai konduktivitas air

keluaran kolom penukar kation maupun anion cenderung tinggi tetapi selang beberapa waktu akan mengalami penurunan hingga didapatkan angka yang stabil. Hal ini disebabkan belum terpenuhinya waktu kontak antara resin dengan air sehingga reaksi pertukaran ion antara kation dan anion dari air dengan kation dan anion resin penukar ion belum terjadi. Setelah selang beberapa waktu air keluaran dari kolom penukar ion cenderung stabil. (Lestari & Utomo, 2007)

Laju pertukaran ion sangat berhubungan dengan waktu kontak dan laju alir. Laju alir yang cepat menyebabkan waktu kontak antara larutan dan resin berlangsung singkat sehingga sesuai untuk larutan elektrolit berkonsentrasi rendah. Sebaliknya, laju alir yang lambat sesuai untuk larutan elektrolit berkonsentrasi tinggi agar pertukaran ion yang terjadi lebih sempurna. Dengan bertambahnya waktu penggunaan resin penukar ion, maka kemampuan tukar ion akan menurun sehingga perlu dilakukan penggantian ataupun dapat diregenerasi kembali (Lestari & Utomo, 2007).

4.3 Pengaruh Laju Alir terhadap Perubahan Sifat Kimia

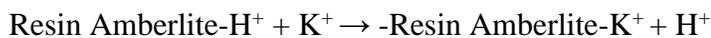
Air hujan yang sudah ditampung dalam *corn* dialirkan dengan laju alir (15; 30; 60; 120 dan 180 ml/menit) pada sampling air 20 liter pertama menuju kolom penukar ion yang berisi resin kation dan anion dengan masing-masing berat 5 liter. Air yang keluar dari kolom penukar ion selanjutnya dilakukan analisa menggunakan pH meter, TDS meter, Konduktometer, AAS dan Spektrofotometer UV-VIS.

Tabel 10. Kandungan Ion Pada Air Hujan Setelah Melewati Kolom Resin Kation dan Anion

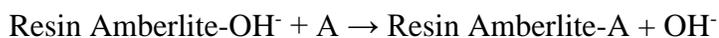
Laju Alir (ml/menit)	pH	Kandungan Ion (ppm)							
		Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
15	6,77	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001	0,004	0,044	0,002
30	6,64	0,002	0,001	0,018	0,003	0,001	0,013	0,062	0,004
60	6,44	0,003	0,004	0,022	0,004	0,002	0,021	0,081	0,004
120	6,23	0,004	0,006	0,028	0,005	0,003	0,042	0,094	0,005
180	6,16	0,006	0,007	0,041	0,005	0,004	0,085	0,118	0,008
Baku mutu	5-7,5	200	10	75	30	0,15	0,005	200	250

Pada Tabel 10 hasilnya air hasil pemurnian sudah masuk ke baku mutu air bebas ion. Ada kenaikan pH terhadap laju alir. Pada pH awal air hujan yaitu 5,27 dimana pH menunjukkan sifat larutan air hujan adalah asam. Setelah melewati resin anion dan kation nilai pH naik menjadi 6,77. Secara teori pH air keluaran kolom penukar kation mengalami penurunan (air bersifat asam). Hal ini disebabkan karena setelah air melalui kolom resin penukar kation, semua pengotor kation air akan dipertukarkan dengan H^+ dari resin penukar kation, sehingga terjadi pelepasan H^+ dari resin penukar kation dan air keluaran kolom resin penukar kation bersifat asam. Pada pH air keluaran kolom resin penukar anion mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan pada saat air melalui kolom resin penukar anion, anion pengotor air akan dipertukarkan dengan OH^- dari resin penukar anion, sehingga terjadi pelepasan OH^- dari resin penukar anion. Oleh karena itu air setelah melewati kolom resin penukar anion mempunyai pH mendekati pH netral atau sedikit basa (Lestari & Utomo, 2007).

Pada Tabel 10 menunjukan hasil penurunan kadar ion Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} terendah terjadi pada saat laju alir 15 ml/menit. Secara umum, penurunan kadar ion dengan proses pertukaran ion dapat dipengaruhi oleh faktor kecepatan laju alir. Hasil tersebut terjadi dikarenakan pada laju alir rendah kontak antara resin dengan ion dalam air hujan semakin lama dan efektif, serta jumlah resin yang banyak juga menyebabkan ion dalam resin yang dapat ditukarkan dengan ion dalam air hujan semakin banyak pula. Mekanisme reaksi pertukaran ion yang terjadi pada kolom resin penukar kation adalah sebagai berikut:



Sedangkan mekanisme reaksi pertukaran ion yang terjadi pada kolom resin penukar anion adalah sebagai berikut:



Dimana;

R : resin penukar ion

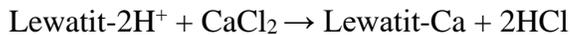
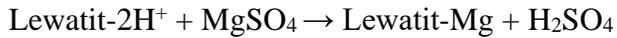
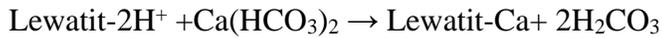
H^+ : kation dari resin penukar ion

OH^- : anion dari resin penukar ion

K^+ : kation dari suatu larutan

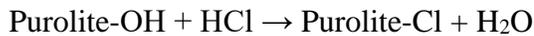
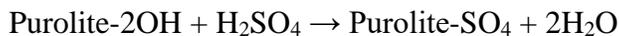
A^- : anion dari suatu larutan

Pada Jurnal sebelumnya (Sutopo, 2019), menggunakan resin Lewatit (Kation) dan Purolite (Anion) yang reaksinya sebagai berikut:



Proses pertukaran kation terjadi pada garam-garam yang terlarut di dalam air dikonversi menjadi asam-asam mineral masing-masing melalui pertukaran kation dengan ion H^+ . Dari sini terbentuk HCO_3 dari kesadahan karbonat (carbonat hardness). Asam karbonat terurai menjadi air (reaksi reduksi) dan karbon dioksida (CO_2).

Pada reaksi penukar anion, anion pada anion pengotor seperti SO_4^{2-} , Cl^- yang ada dalam air ditukar dengan anion OH^- pada resin penukar anion. Persamaan reaksi yang terjadi pada resin penukar anion ditunjukkan pada bagian dibawah ini:



4.4 Persentase Penurunan Ion

Untuk mengetahui persentase penurunan kadar ion dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ penurunan} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A : Kadar ion sebelum pertukaran ion

B : Kadar ion sesudah pertukaran ion

Hasil perhitungan prosentase penurunan kesadahan dari semua hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 11

Tabel 11. Presentase penurunan ion Na^+ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion Na^+ (ppm)	Persentase Penurunan
1	0	0,466	0.00%
2	15	0,001	99,78%
3	30	0,002	99,57%
4	60	0,003	99,35%
5	120	0,004	99,14%
6	180	0,006	98,71%

Tabel 12. Presentase penurunan ion K^+ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion K^+ (ppm)	Persentase Penurunan
1	0	0,189	0.00%
2	15	0,001	96.47%
3	30	0,001	94.17%
4	60	0,004	97.88%
5	120	0,006	96.82%
6	180	0,007	96.29%

Tabel 13. Presentase penurunan ion Ca^{2+} pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion Ca^{2+} (ppm)	Persentase Penurunan
1	0	0,411	0.00%
2	15	0,006	98.54%
3	30	0,018	95.62%
4	60	0,022	94.64%
5	120	0,028	93.18%
6	180	0,041	90.02%

Tabel 14. Presentase penurunan ion Mg^{2+} pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion Mg^{2+}	Persentase Penurunan
1	0	0,112	0.00%
2	15	0,001	99.10%
3	30	0,003	97.32%
4	60	0,004	96.42%
5	120	0,005	95.53%
6	180	0,005	95.53%

Tabel 15. Presentase penurunan ion NH_4^+ pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion NH_4^+	Persentase Penurunan
1	0	1.424	0.00%
2	15	0,001	99.92%
3	30	0,001	99.92%
4	60	0,002	98.59%
5	120	0,003	96.48%
6	180	0,004	97.19%

Tabel 16. Presentase penurunan ion NO_3^- pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

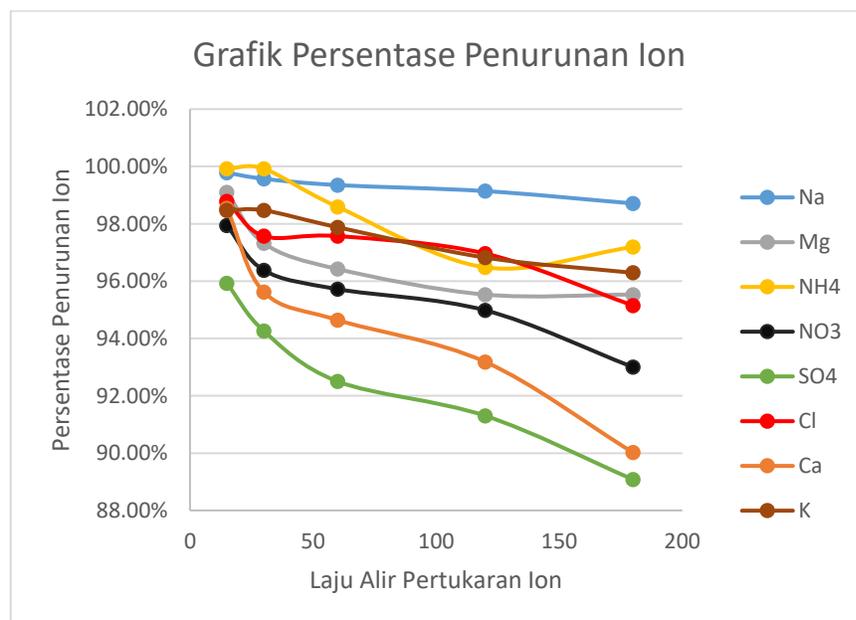
No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion NO_3^-	Persentase Penurunan
1	0	1,216	0.00%
2	15	0,025	97.94%
3	30	0,044	96.38%
4	60	0,052	95.72%
5	120	0,061	94.98%
6	180	0,085	93.00%

Tabel 17. Presentase penurunan ion SO_4^{2-} pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion SO_4^{2-}	Persentase Penurunan
1	0	1.081	0.00%
2	15	0,044	95.92%
3	30	0,062	94.26%
4	60	0,081	92.50%
5	120	0,094	91.30%
6	180	0,118	89.08%

Tabel 18. Presentase penurunan ion Cl^- pada air hujan setelah dilakukan pertukaran ion

No	Laju Alir (ml/menit)	Kandungan Ion Cl^-	Persentase Penurunan
1	0	0,165	0.00%
2	15	0,002	98.78%
3	30	0,004	97.57%
4	60	0,004	97.57%
5	120	0,005	96.96%
6	180	0,008	95.15%



Gambar 7. Grafik Persentase Penurunan Ion

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin rendah laju alir air baku, maka semakin besar presentase penurunan ion, dengan kecepatan aliran air baku sebesar 15 ml/menit. Dari angka-angka hasil percobaan tersebut diatas dapatlah diperkirakan efektivitas resin sebagai pertukar ion pada air hujan. Selektivitas resin penukar ion agak bergantung pada apakah resin tersebut memiliki situs pertukaran yang kuat atau lemah dan pada tingkat ikatan silang. Yang terakhir ini sangat penting karena mengontrol permeabilitas resin, dan oleh karena itu, aksesibilitas tempat pertukaran. Berikut adalah urutan selektivitas untuk resin penukar kation: $Al^{3+} > Ba^{2+} > Pb^{2+} > Ca^{2+} > Ni^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+} > Mg^{2+} > Ag^+ > K^+ > NH_4^+ > Na^+ > H^+ > Li^+$. Perhatikan bahwa kation bermuatan tinggi berikatan lebih kuat dibandingkan kation bermuatan lebih rendah, dan untuk kation bermuatan serupa, kation dengan radius hidrasi lebih kecil, atau lebih terpolarisasi, berikatan lebih kuat. Untuk penukar anion basa kuat, urutan elusi umumnya adalah $SO_4^{2-} > I^- > HSO_4^- > NO_3^- > Br^- > NO_2^- > Cl^- > HCO_3^- > CH_3COO^- > OH^- > F^-$. Pemakaian resin sejumlah 5 liter resin kation dan 5 liter resin anion dengan laju alir 15 ml/menit dapat menurunkan kandungan ion dalam air hujan hingga 90 % sebanyak 120 liter air hujan. Setelah resin memproses air hujan sebanyak 120 liter, penurunan ion berkurang, sehingga resin perlu diregenerasi.

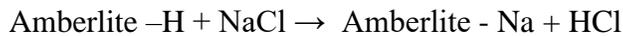
4.5 Perhitungan Kapasitas Resin Penukar Kation

Jenis resin dan hasil perhitungan kapasitas penukar ion pada sistem pemurnian dapat ditunjukkan pada Tabel 19.

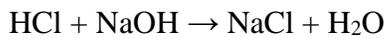
Tabel 19. Data hasil perhitungan kapasitas ion resin pada sistem pemurnian

No	Jenis Resin	Berat (gram)	Volume Titrasi	Kapasitas Ion (meq/gram)
1	Resin Kation Amberlite HPR 1300-H	10,0065	18,4 ml NaOH	1,8763
2	Resin Anion Amberlite HPR 4200-Cl	10,0022	12,5 ml HCl	1,3437

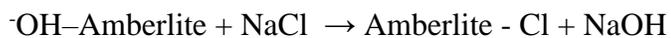
Amberlite HPR 1300-H merupakan resin penukar kation sehingga apabila dilewatkan pada larutan NaCl reaksi terjadi adalah:



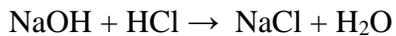
Kapasitas ion ditentukan dengan netralisasi larutan HCl dengan larutan NaOH, sehingga reaksi netralisasi yang terjadi adalah :



Amberlite HPR 4200-Cl merupakan resin penukar anion sehingga apabila dilewatkan pada larutan NaCl maka reaksi yang terjadi adalah :



Kapasitas ion ditentukan dengan menitrasi larutan NaOH dengan HCl sehingga reaksi yang terjadi adalah :



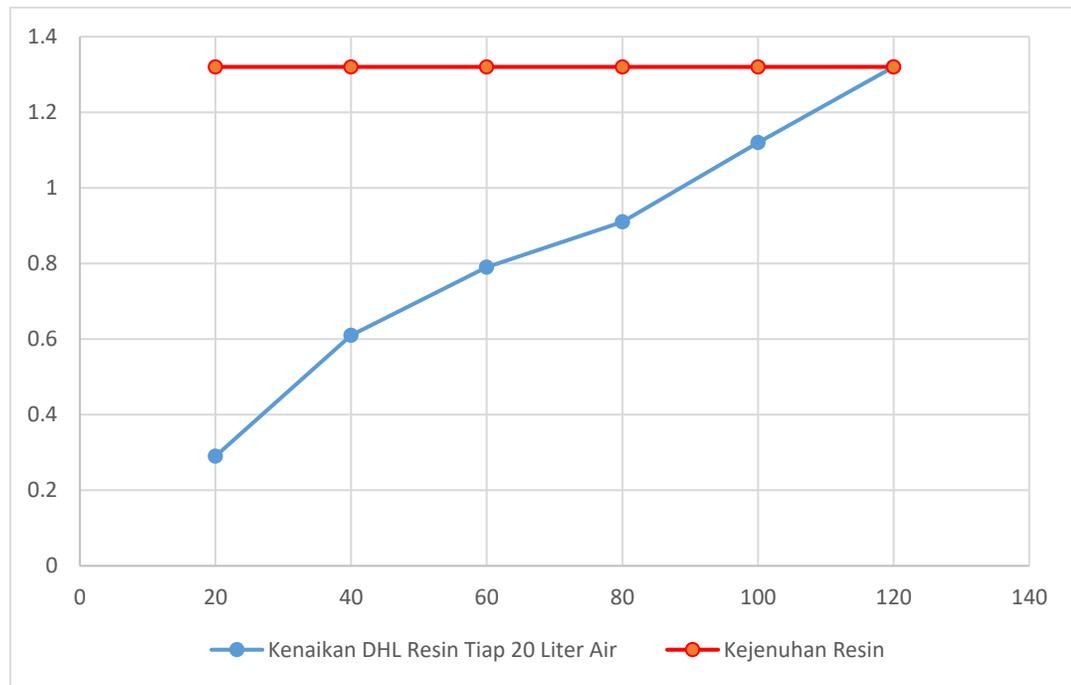
Dengan diketahuinya larutan penitrasi akan dapat dihitung kapasitas penukar ion seperti ditunjukkan pada Lampiran 15.

4.6 Pengaruh Volume Air Terhadap Kapasitas Resin

Air hujan memiliki nilai DHL awal 50,69 $\mu\text{S/cm}$ yang memiliki volume 20 liter yang kemudian akan dialirkan dengan laju alir optimum yaitu 15 ml/menit. Pengukuran DHL dan pH air dilakukan setelah air melewati kolom resin penukar ion ditampilkan pada Tabel 20 dan Grafiknya ditampilkan pada gambar 8.

Tabel 20. Pengaruh Volume Air terhadap Kapasitas Resin pada Laju Alir Optimum

Samplng	Volume Air (L)	Laju Alir (ml/menit)	DHL ($\mu\text{S/cm}$)
1	20	15	0,29
2	20	15	0,61
3	20	15	0,79
4	20	15	0,91
5	20	15	1,12
6	20	15	1,32



Gambar 8. Kenaikan DHL pada Pemurnian Air Hujan menggunakan Resin Penukar Ion terhadap Volume Air pada Laju Alir Optimum 15ml/menit

Dari hasil percobaan diatas terlihat pada Tabel 20 dan grafik pada Gambar 8 bahwa pada percobaan ke 6 yaitu pada saat resin memproses air baku sebanyak 120 liter air, DHL air melebihi baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas ion yang dipertukarkan sudah berkurang dan resin harus diregenerasi. Untuk regenerasi resin dilakukan regenerasi resin penukar anion (*backwash*) dengan mengalirkan air secara berlawanan arah dengan aliran normal saat pemurnian. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang mengendap di dalam kolom kemudian dituangkan regeneran menggunakan NaOH 5%. Regeneran harus mengalir pada kecepatan yang cukup sehingga waktu kontak dengan resin adalah 10 hingga 20 menit. Dibilas resin dengan mengalirkan akuades dengan kecepatan sama dengan proses *treatment*, sampai air *output* dari resin ini sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Untuk resin kation, sama cara dengan regenerasi resin anion, kecuali penggunaan regenerannya yang berbeda. Untuk resin kation digunakan regeneran HCl 6%.

Tabel 21. Perbandingan Kualitas Akuades dari Mesin Destilasi, Akuades yang diperjualbelikan di pasaran dan Akuades Hasil Pemurnian menggunakan Resin

Parameter	Akuades dari Alat Destilasi	Akuades yang diperjualbelikan di pasaran	Akuades dari Resin Kation dan Anion	Baku Mutu
pH	7,04	7,25	6,77	5 – 7,5
TDS	0,11 ppm	0,075 ppm	0,13 ppm	10 ppm
DHL	0,24 $\mu\text{S/cm}$	0,15 $\mu\text{S/cm}$	0,29 $\mu\text{S/cm}$	1,3 $\mu\text{S/cm}$

Berdasarkan Tabel 21 didapatkan hasil bahwa kualitas akuades yang dihasilkan dari hasil pemurnian menggunakan resin kation dan anion sudah mendekati kualitas akuades dari alat destilasi dan yang diperjualbelikan di pasaran.

Tabel 22. Perbandingan Kualitas Akuades dari Penelitian Sebelumnya oleh Sutopo (2019) dan Achmad (2024)

Sutopo (2019) Air Tanah (Sumur)		Achmad (2024) Air Hujan	
pH	TDS (ppm)	pH	TDS (ppm)
7,20	0	6,77	0,13

Berdasarkan perbandingan kualitas akuades yang dihasilkan pada Tabel 22, didapatkan hasil bahwa alat destilasi Sutopo (2019) dan Achmad (2024) menghasilkan akuades yang sudah masuk standar baku mutu air bebas ion yang kualitasnya hampir sama dengan air baku berbeda. Sutopo menggunakan air tanah (sumur) dan penulis menggunakan air hujan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- 1) Karakterisasi pada air hujan didapatkan hasil pada parameter fisika yaitu DHL sebesar 50,69 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS 20,28 ppm dan parameter kimia yaitu pH sebesar 5,27 Na^+ sebesar 0,466 ppm, K^+ sebesar 0,189 ppm, Ca^{2+} sebesar 0,411 ppm, Mg^{2+} sebesar 0,112 ppm, NH_4^+ sebesar 1,424 ppm, NO_3^- 1,216 ppm, SO_4^{2-} 1,081 ppm dan Cl^- sebesar 0,165 ppm
- 2) Air hasil pemurnian dengan cara pertukaran ion menggunakan resin kation jenis Amberlite HPR 1300-H dan anion jenis Amberlite HPR 4200-Cl sudah memenuhi standar baku mutu air bebas ion dengan acuan SNI 01-3553-2006, SNI 01-6241-2000, SNI 01-0220-1987 dan Permenkes 2010, sehingga air bebas ion yang dihasilkan bisa digunakan untuk keperluan laboratorium
- 3) Analisis kapasitas resin penukar ion pada proses pemurnian air hujan didapatkan kapasitas resin kation sebesar 1,8763 meq/gram dan resin anion sebesar 1,3437 meq/gram.

5.2 Saran

Hasil analisis untuk parameter Cl^- masih rendah, untuk itu diperlukan analisis Cl^- menggunakan kromatografi ion.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. (2011). *Hidrologi Teknik*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Aikawa, M., & Hirarki, T. (2010). Difference in the Use of a Quartz Filter and a PTFE Filter as First-Stage Filter in the Fourstage Filter-Pack Method. *Water, Air & Soil Pollution*(3319), 1-4.
- Ambarsari, H. (2004). *Manajemen dan Teknologi Proses yang Tepat Guna untuk Mengatasi Polusi Nitrat di Lingkungan Tanah dan Air dalam Rangka Pembangunan Berkelanjutan*. Serpong: Prosiding Seminar Pengelolaan Limbah, Balai Lingkungan Teknologi-BPP.
- Cahyono, W. E. (2005). Pengaruh Hujan Asam Pada Biotik dan Abiotik. 48-49.
- Cohen, D., Taha, G., Stelcer, E., Garton, D., & Box, G. (2000). The Measurement and Sources of Fine Particle Elemental Carbon at Several Key Sites in NSW over the Past Eight Years. *Journal of Geophysical*, 102.
- Day, R. A., & Underwood, A. L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta.
- Dwipayani, & Utami, N. (2001). *Studi Penyisihan Gas Amonia Menggunakan Teknik Biofiltrasi di Bawah Kondisi Anerob*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Falah, L. M., Gunawan, & Haris, A. (2009). Pembuatan Aquadm (AQUADEMINERALIZED) Dari Air AC. *Jurnal Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia Universitas Diponegoro*.
- Firfield, F. W., & D. Kealey. (1983). *Principles and Practice of Analytical Chemistry 2nd*. London: International Textbook Company.
- Gokhle, A. P., & Venkateswathu, M. a. (1987). *Ion Exchange Resin for Water Purification; Properties and Characteristion, Water chemistry Division*. Bombay: Research Centre.
- Grinstead, & Pallman. (1993). *Metal Ion Scavenging from Water with Fine Mesh Ion Exchange and Micropous Membranes*. Environmental Progress.
- Gusnita, D., Budiwati, T., Sofiati, I., & Setyawati, W. (2003). Penentuan Komposisi Kimia Air Hujan di Tepi Cekungan Bandung. *Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN Bandung*, 56-66.

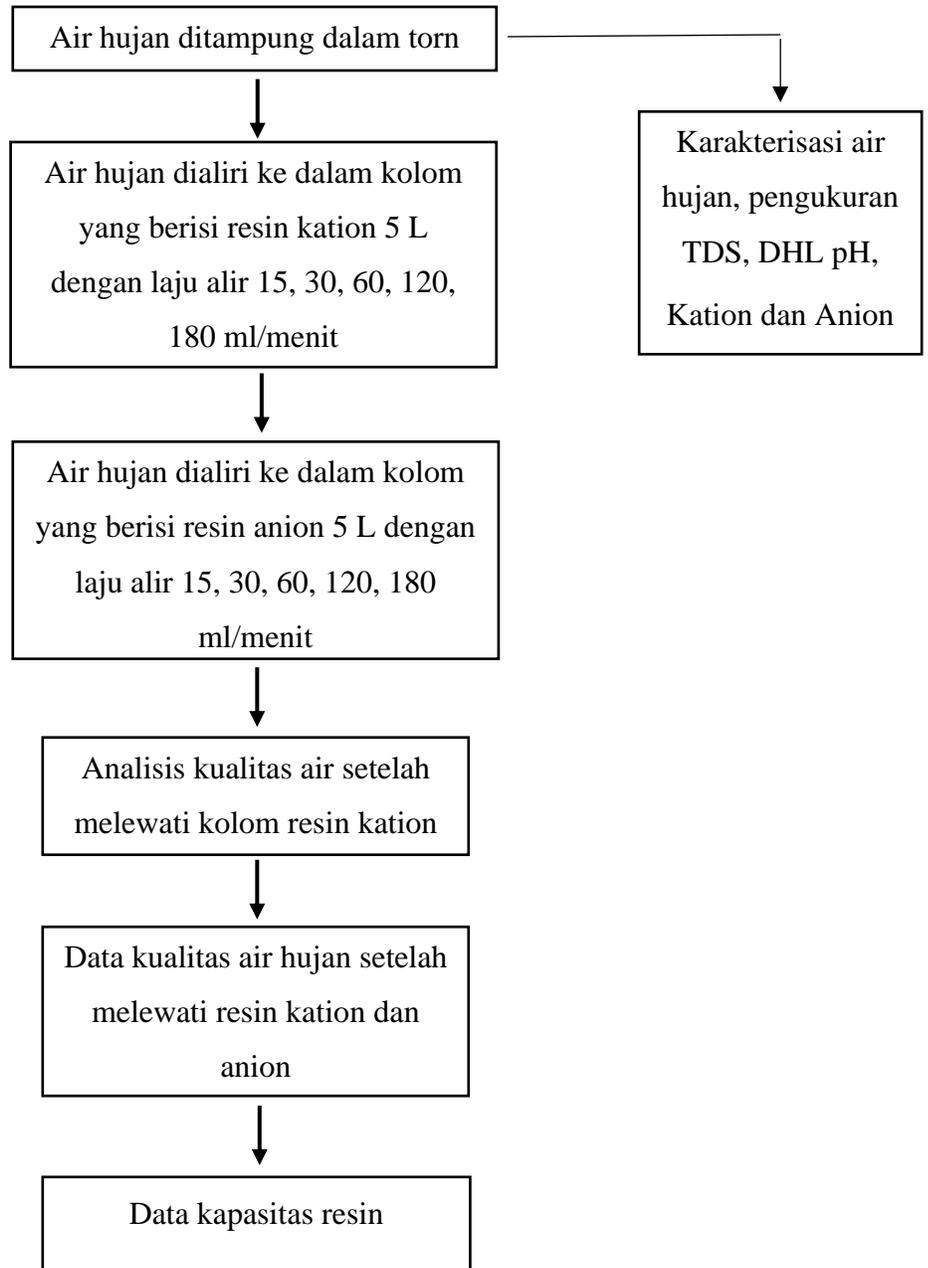
- Hidayat, R., & Farihah, A. W. (2020). Identifikasi perubahan suhu udara dan curah hujan di Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(4), 616-617.
- Ismail, D. K., & Arifin, Z. S. (2015). *Spektrofotometri*. Bogor: SMK-SMAK BOGOR.
- Ismail, D. K., & Arifin, Z. S. (2017). *Spektrofotometri Serapan Atom*. Bogor: SMK-SMAK BOGOR.
- IUPAC. (2000). *The Measurement of pH - Definition, Standards and Procedures Report of the Working Party on pH*.
- J.D, E., J.A, O., R.A, W., & R.J, C. (1983). Particle air pollutants, Atmos. Environ. 2337-2341.
- Khopkar, S. M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik Dasar*. UI Press.
- Lestari, D. E., & Utomo, B. S. (2007). Karakteristik Kinerja Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG-GAS. *Jurnal Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN*, 95-96.
- Lestari, D. E., Pujiarta, S., & Irwan. (2000). Analisis Kemampuan Resin Penukar Ion Pada Sistem Demineralisasi RSG - GAS. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian P2TRR*, 126-131.
- Lestari, D. E., Utomo, S. B., & Harsono. (2012). Analisis Kemampuan Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral GCA-01 RSG-GAS. *Jurnal Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir*, 23-24.
- Lestari, R. P., Hindratmo, B., & Nelson, R. (2022). Karakteristik Logam-logam dalam Partikel Tak Terlarut Debu Jatuh di Serpong. 8.
- MatahelumualBC. (2010). Potensi Terjadinya Hujan Asam di Kota Bandung. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 1(2), 59-70.
- Mayasari. (2014). *Analisis Kualitas Air Hujan Dan Limpasan Melalui Media Green Roof di Kampus IPB Darmaga Bogor*. Skripsi.<https://repository.ipb.ac.id>.
- Mukhtar, R., Wahyudi, H., Hamonangan, E., Lahtiani, S., Santoso, M., Lestiani, D. D., & Kurniawati, S. (2013). Kandungan Logam Berat Dalam Udara Ambien Pada Beberapa Kota Di Indonesia. 49.
- Mulyadi, A. (2020). *Pengukuran Kadar Kation & Anion Dalam WET Desposition Menggunakan Metode Ion Chromatography*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Nicola, F. 2. (2015). *Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) dengan kadar Fe²⁺ dan Fe total pada Air Sumur Gali*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Norby, J. (2000). The Origin and The Meaning of The Little p in pH. *The Biochemical Science*, 25, 36-37.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Oram, B. (2010). Total Dissolved Solids
<http://cha2inchemistry09.blogspot.com/2012/11/total-suspended-solid-tss-dan-total.html>. [Diakses 26 Desember 2022].
- Petrucci, R. (2008). *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Pratiwi, W. (2018). *Verifikasi Metode dan Penentuan Kadar Logam Kadmium (Cd) Total dalam Air Limbah Menggunakan ICP-OES*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Purba, M. (1995). *Ilmu Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Rilley, J. (1975). *Analytical Chemistry of Sea Water*, (Vol. 2).
- Santoso, M., Lestari, D. D., Mukhtar, R., Hamoangan, E., Syafrul, H., Markwitz, A., & Hopke, P. K. (2011). Preliminary Study of the Sources of Ambient Air Pollution in Serpong. *Atmospheric Pollution*, 190-196.
- Santoso, M., Lestiani, D. D., & Cohen, D. D. (2005). Long-Range Transport Partikulat Udara Halus di Bandung Indonesia. *ISSN 2085 – 2797*, 255.
- Sastrawijaya, A. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sastrohamidjojo, H. (2007). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sehgal, V. (2006). *The Textbook of Clinical Dermatology*. Forth Edition: Jaypee Brother.
- Sitindaon, A., & Situmorang, R. (2019). Analisis Kualitas Air Sumur Gali Dengan Metode Konduktivitas Listrik Di Desa Sitiris-Tiris Kecamatan Andam Dewi. *Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan*, 6-7.
- Situmorang, M. (2007). *Kimia Lingkungan*. Medan: FMIPA-UNIMED.
- Skoog, & Leary. (1992). *Principles of instrumental Analysis 4th Edition*. Tokyo: Sounders College.
- Slamet, J. S. (1994). *Kesehatan Lingkungan*. Bandung: Gajahmada University Press.

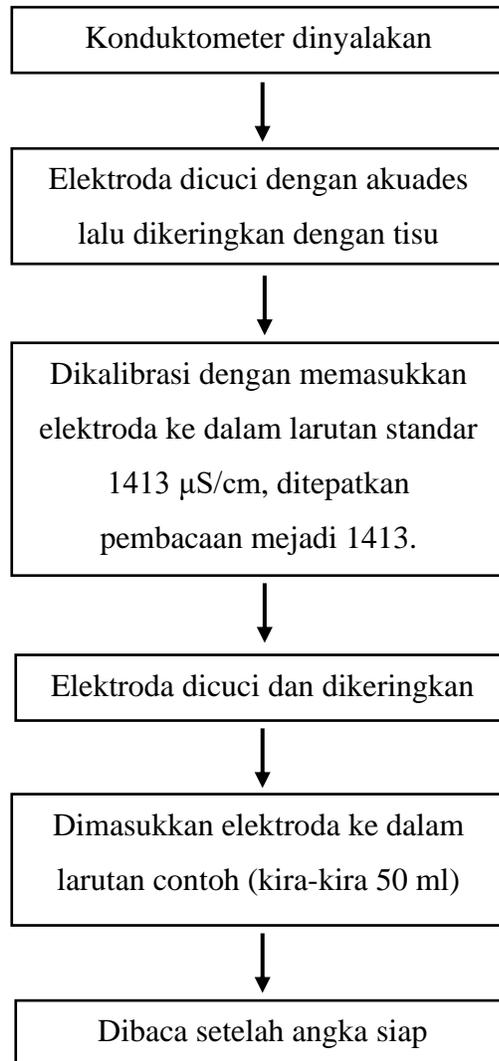
- Soemarto, C. D. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sudarmaji. (1994). Kualitas Air Hujan dan Lingkungan yang Mempengaruhinya. *Forum Geografi*, VIII, 57-58.
- Sulistiyowati, S. M., Leila, N. M., & Yudianingrum, Y. R. (2015). *Analisis Volumetri*. Bogor: SMK-SMAK BOGOR.
- Suryana, F. (2013). Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal Di Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sutopo, E. H. (2019). Proses Demineralisasi Air Tanah Menjadi Air TDS 0 PPM Menggunakan Metode Resin Penukar Ion Tunggal (SINGLE IONIC RESIN EXCHANGE METHOD). *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 33-38.
- Todd, D. K. (1970). *The Water Encyclopedia*. Newyork: Water Information Center, Port.
- Tuhuloula, A. (2006). Studi Kasus : Pelunakkan Air Menggunakan Penukar Kation Amberlite IR - 120. *Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Unlam*, 7, 97-102.
- Tursilowati. (2005). Pulau Panas Perkotaan Akibat Perubahan Tata Guna dan Penutup Lahan di Bandung dan Bogor. *J Sains Dirgantara*, 3, 43-64.
- Untari, T., & Kusnadi, J. (2015). Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Layak Konsumsi Di Kota Malang Dengan Metode Modifikasi Filtrasi Sederhana. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, III(4), 1492-1493.
- Wardhana, W. (2007). *Dampak Pencemaran Lingkungan (edisi revisi)* (Vol. III). Yogyakarta: Andi offset.

LAMPIRAN

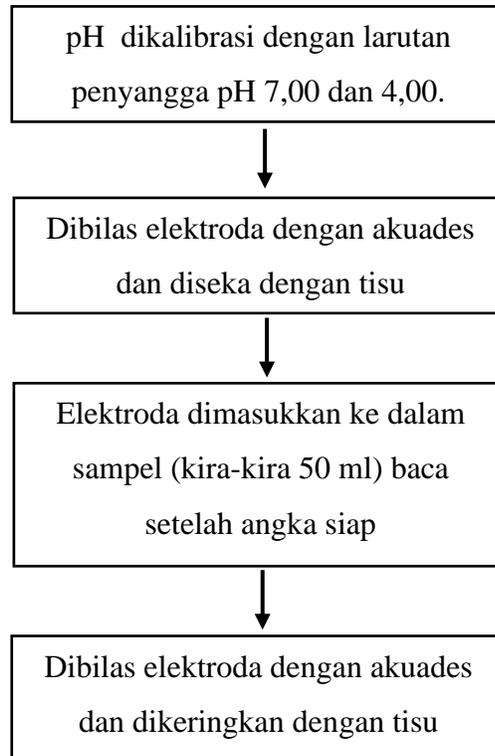
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



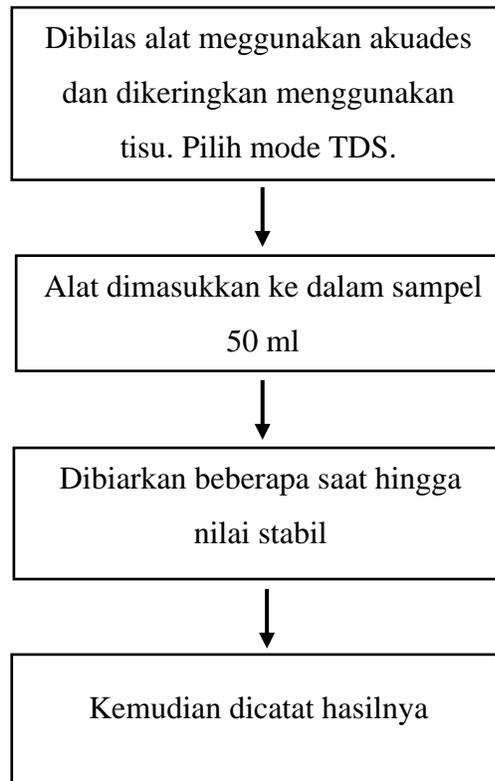
Lampiran 2. Bagan Penetapan Daya Hantar Listrik



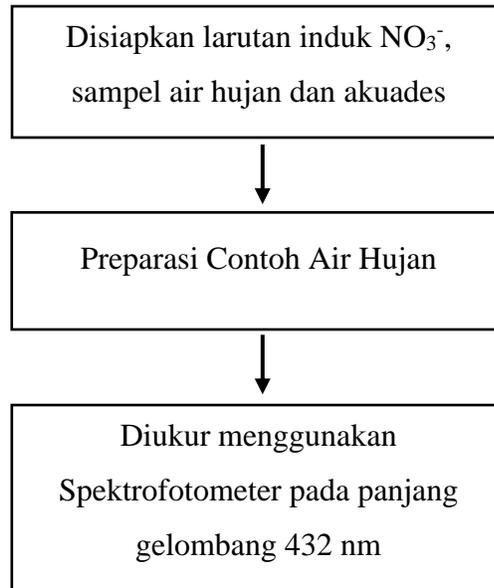
Lampiran 3. Bagan Penetapan pH



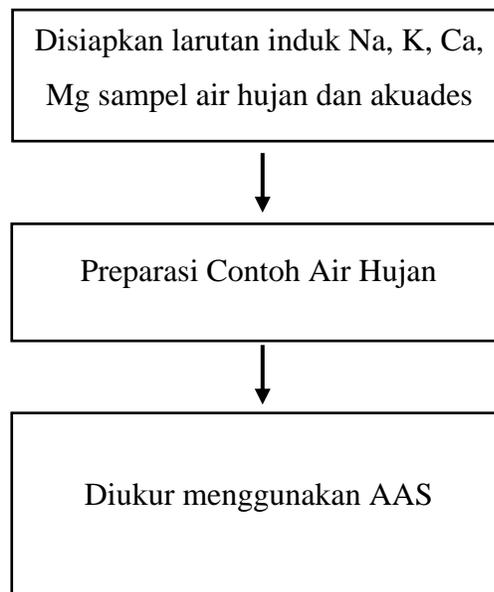
Lampiran 4. Bagan Penetapan TDS



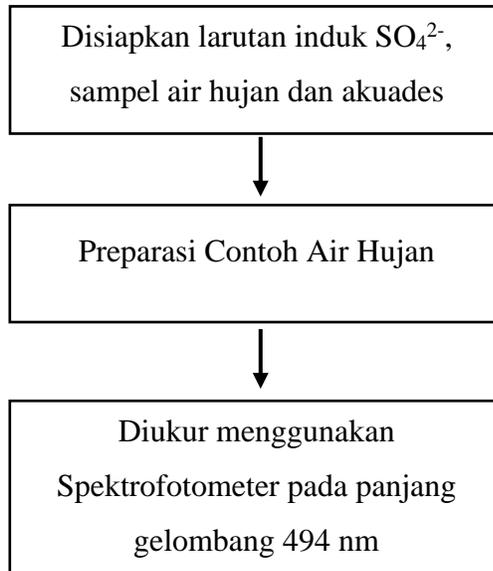
Lampiran 5. Penetapan Nitrat Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian



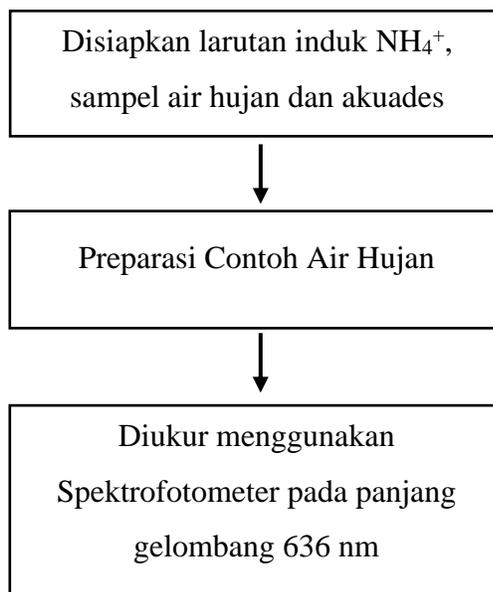
Lampiran 6. Penetapan Logam Na, K, Ca, Mg Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian



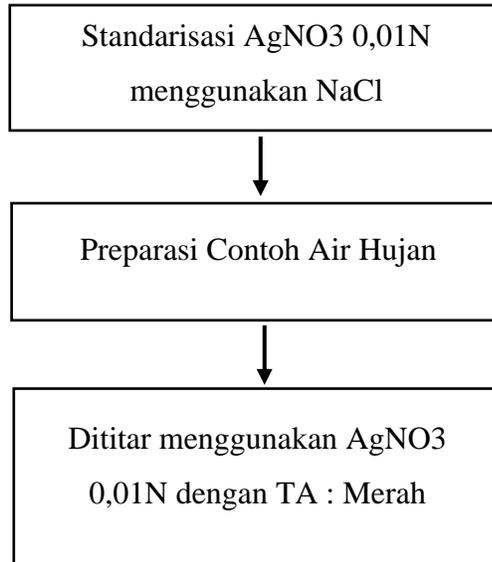
Lampiran 7. Penetapan Sulfat Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian



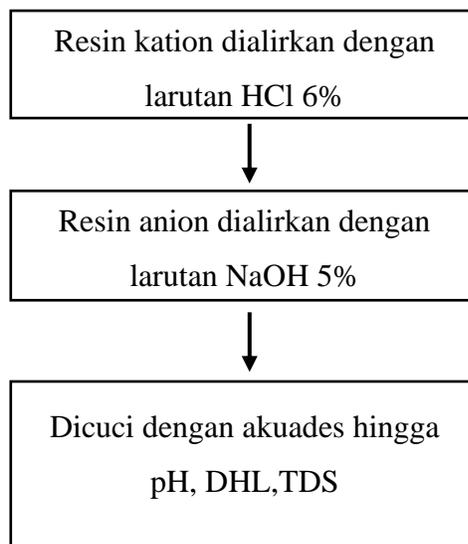
Lampiran 8. Penetapan Amonium Pada Air Hujan dan Air Hasil Pemurnian



Lampiran 9. Penetapan Klorida Metode Titration Argentometri



Lampiran 10. Bagan Aktifasi Resin



Lampiran 11. Pembuatan Larutan Kerja

American Public Health Association (APHA, 2017)

Uji K, Na, Ca, Mg

Standar pokok 1.000 ppm K, 1.000 ppm Na, 1.000 ppm Ca, dan 1.000 ppm Mg

Pindahkan secara kuantitatif masing-masing larutan standar induk K, Na, Ca, dan Mg Titrisol di dalam ampul ke dalam labu ukur 1.000 ml. Impitkan dengan air bebas ion sampai dengan tanda garis, kocok.

(Standar campuran 1) Standar campuran 50 ppm K, 25 ppm Na, 250 ppm Ca, dan 10 ppm Mg.

Pipet 5 ml standar pokok 1.000 ppm K, 2,5 ml standar pokok 1.000 ppm Na, 25 ml standar pokok 1.000 ppm Ca, dan 1 ml standar pokok 1.000 ppm Mg ke dalam labu ukur 100 ml dan diimpitkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Standar campuran 5 ppm K, 2,5 ppm Na, 25 ppm Ca, dan 1 ppm Mg (Standar campuran 2)

Pipet 10 ml larutan standar campuran 1 ke dalam labu ukur 100 ml dan diimpitkan dengan air bebas ion sampai tanda garis. Deret standar campuran 0-5 ppm K, 0-2,5 ppm Na, 0-25 ppm Ca, dan 0-1 ppm Mg.

Pipet larutan standar campuran 2 masing-masing 0; 1; 2; 4; 6; 8; 10 ml ke dalam tabung kimia, tambahkan air bebas ion hingga setiap tabung berisi 10 ml larutan dan dikocok.

Larutan 25000 ppm La

Timbang 29,32 gram La_2O_3 , ditambah 100 ml HCl 25% dilarutkan dengan air bebas ion, kemudian diimpitkan tepat 1 L dan dikocok atau 67,0 gram $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ditambah 15 ml HCl 25% dilarutkan dalam 1 L air bebas ion.

Uji Klorida Metode Argentometri

American Public Health Association (APHA, 2017)

AgNO_3 0,10 N

Gunakan standar induk AgNO_3 Titrisol, atau ditimbang 16,98 gram AgNO_3 p.a. larutkan dengan air bebas ion dalam labu ukur 1 L.

AgNO₃ 0,01 N

Pipet 10 ml AgNO₃ 0,1 N dilarutkan dengan air bebas ion dalam labu ukur 100 ml

Indikator kalium kromat 5%

Timbang 5 gram kalium kromat ke dalam labu ukur 100 ml + 2 ml AgNO₃ 0,1 N, larutkan dengan air bebas ion sampai tanda garis, kocok lalu diamkan semalam. Saring simpan di wadah berwarna gelap.

American Public Health Association (APHA, 2017)

Uji Nitrat**Pembuatan Larutan Induk Nitrat (NO₃⁻) 100 ppm**

Larutkan 7,218 g serbuk KNO₃ p.a (kering 105°C) ke dalam labu 1 L. Larutkan dengan air bebas ion sampai tanda tera.

Pembuatan Larutan Baku Nitrat 100 ppm

Pipet 10 ml larutan standar 1.000 ppm NO₃ ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Standar Nitrat 5 ppm

Pipet 5 ml larutan standar 100 ppm NO₃ ke dalam labu ukur 100 ml dan encerkan dengan air bebas ion sampai tanda garis.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Deret standar 0-5 ppm N-NO₃. Pipet standar 5 ppm N-NO₃ sebanyak 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ml, masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dijadikan 5 ml dengan air bebas ion. Deret standar ini memiliki kepekatan: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm N.

Pembuatan Larutan Brusin

Timbang 2 g Brusin masukan ke dalam labu ukur 100 ml dan tambahkan larutan sangga NH₄-asetat 1 M pH 4,8 hingga tanda tera, kocok.

Pembuatan Larutan NH_4OAc 1 M, pH 4,8

Timbang 77 g serbuk NH_4 -asetat p.a. masukan ke dalam labu ukur 1 L. Tambahkan air hingga sekitar 900 ml, tambahkan asam asetat glasial p.a. dan kocok hingga pH 4,8. Impitkan dengan air bebas ion.

American Public Health Association (APHA, 2017)

Uji Sulfat Metode Turbidimetri**Pembuatan Larutan Induk Sulfat, SO_4^{2-} 1000 mg/L**

Ditimbang 5,4349 g K_2SO_4 p.a. (telah dikeringkan 105°C selama 4 jam) ke dalam labu ukur 1 l. Larutkan dan impitkan dengan H_2O hingga 1 L.

Pembuatan Larutan Kerja Sulfat, SO_4^{2-} 50 ppm

Pipet 5 ml standar S 1.000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml. Tambahkan air bebas ion hingga tanda tera 100 ml dan kocok hingga homogenkan

Pembuatan Deret Standar SO_4^{2-} 0-50 ppm

Pipet standar Sulfat 50 ppm sebanyak 0, 0,5, 1, 2, 3, 4, dan 5 ml, masingmasing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dijadikan 5 ml dengan air bebas ion. Deret standar ini memiliki kepekatan: 0; 5; 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm S.

Pembuatan BaCl_2 -Tween

Timbang 3 g serbuk BaCl_2 p.a. ke dalam botol kocok 250 ml, ditambahkan 4 ml Tween 80 dan botol digoyangkan agar campuran merata. Campuran dibiarkan semalam, selanjutnya ditambah 100 ml air bebas ion dan dikocok selama 2 jam hingga serbuk BaCl_2 terlarut sempurna. Larutan dibiarkan semalam sebelum digunakan.

Pembuatan Asam campur

Ke dalam labu ukur 1 L yang berisi air bebas ion kira-kira setengahnya, ditambahkan secara perlahan berturut-turut 250 ml CH_3COOH glasial (100%) p.a., 100 ml HCl pekat (37%) p.a., dan 100 ml H_3PO_4 pekat (70%) p.a., kemudian diimpitkan dengan air bebas ion menjadi 1 L.

American Public Health Association (APHA, 2017)

Uji Amonium Metode Biru Indofenol

Pembuatan Larutan Induk, NH_4^+ 1000 ppm

Timbang 4,7193 gram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (yang telah dikeringkan pada 100°C selama 4 jam) ke dalam labu ukur 1 L, dilarutkan dengan H_2O sampai tanda garis, kocok.

Standar 250 ppm N

Pipet 25 ml larutan standar induk 1.000 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Standar 25 ppm N

Pipet 10 ml larutan standar 250 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Standar 2,5 ppm N

Pipet 10 ml larutan standar 25 ppm N ke dalam labu ukur 100 ml, lalu tambahkan H_2O hingga 100 ml dan kocok.

Deret standar N (0-2,5 ppm N)

Pipet masing-masing 0; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ml standar 2,5 ppm N ke dalam tabung reaksi. Tambahkan H_2O ke dalam setiap tabung hingga volume 10 ml, lalu kocok. Deret standar ini memiliki kepekatan 0; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 ppm N.

Larutan Sangga Sitrat

Timbang 32 g serbuk NaOH p.a. masukan ke dalam labu ukur 1 L. Dilarutkan dengan sekitar 500 ml air bebas ion. Setelah dingin tambahkan 40 g tri-natrium sitrat dan 0,3 g Na nitroprusida aduk hingga larut, tambahkan 2 ml larutan Brij-35 30% dan air bebas ion hingga 1 l.

Larutan Fenolat pekat

Timbang 56,3 g serbuk NaOH p.a. dan dilarutkan dengan sekitar 500 ml air bebas ion secara perlahan sambil diaduk. Setelah dingin ditambahkan 137 g serbuk fenol, kemudian diencerkan dengan air bebas ion hingga 1 L, kocok. Simpan dalam botol berwarna gelap dan encerkan setelah disimpan minimal 2 hari.

Larutan Fenolat encer

Tambahkan 250 ml larutan fenolat pekat ke dalam 250 ml air bebas ion. Simpan dalam botol berwarna gelap, aduk dan siap digunakan.

Natrium hipoklorit (NaOCl) 5%

Encerkan 2x larutan natrium hipoklorit 10%

American Public Health Association (APHA, 2017)

Larutan induk Fluorida 100 mg F⁻/L

Dilarutkan 221,0 mg natrium fluorida anhidrat (NaF) dengan air suling dalam labu ukur 1000 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan (1,0 mL = 100 mg/L F⁻); atau pipet 100 mL larutan induk fluorida 1000 mg F⁻/L yang tertelusur ke *Standard Reference Material*, masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

Larutan baku Fluorida 10 mg F⁻/L

Dipipet 50 mL larutan induk 100 mg F⁻/L dan masukkan ke dalam labu ukur 500 mL; tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan (1,0 mL larutan = 0,01 mg F⁻).

Larutan kerja Fluorida

Dipipet 0 mL; 2 mL; 5 mL; 10 mL dan 15 mL larutan baku fluorida yang mengandung 10 mg F⁻/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh kadar fluorida 0,0 mg F⁻/L; 0,2 mg F⁻/L; 0,5 mg F⁻/L; 1,0 mg F⁻/L dan 1,5 mg F⁻/L.

Larutan SPADNS

Dilarutkan 958 mg SPADNS, natrium 2-(para sulfofenilazo) 1,8-dihidroksi-3,6-naftalen disulfonat atau disebut juga 4,5-dihydroxy-3-(parasulfophenylazo)-2,7-naphtalenedisulfonic acid trisodium salt, dalam air suling dan encerkan larutan diatas dengan air suling menjadi 500 mL. Larutan ini stabil selama 1 tahun apabila terhindar dari sinar matahari langsung.

Larutan Asam zirkonil

Dilarutkan 133 mg zirkonil klorida oktahidrat, ZrOCl₂.8H₂O dalam sekitar 25 mL air

suling; tambahkan 350 mL HCl pekat dan diencerkan menjadi 500 mL dengan air suling

Larutan Campuran asam zirkonil-SPADNS

Campurkan larutan asam zirkonil dan larutan SPADNS dengan volume yang sama.

Larutan Natrium arsenit 0,5%

Larutkan 0,5 g NaAsO_2 dengan air suling pada labu ukur 100 mL, tepatkan hingga tanda tera kemudian dihomogenkan.

Larutan Blanko (Reference solution)

Pipet 10 mL larutan SPADNS ke dalam labu ukur 100 mL, tepatkan hingga tanda batas dengan air suling. Encerkan 7 mL HCl pekat dengan air suling hingga 10 mL dan campurkan dengan larutan SPADNS tersebut di atas.

Pengujian Kapasitas Resin

Pembuatan larutan NaCl 10% :

Ditimbang 100 gram NaCl lalu dilarutkan ke dalam 1000 ml air bebas mineral.

Pembuatan larutan NaOH 1N dan penentuan faktornya

Ditimbang 40 gr NaOH dilarutkan ke dalam 1000 ml air bebas mineral.

Pembuatan larutan HCl 1N :

Dilarutkan 83 ml HCl pekat ke dalam 1 ml air bebas mineral.

Pembuatan Mix indicator dan methyl dengan methyl biru:

Ditimbang 0,1 gram Methyl merah ditambah 0,05 Methyl biru dilarutkan dalam 50 ml etanol.

Pembuatan Indicator PP:

Ditimbang 0,5 gram indicator PP dilarutkan dalam 30 ml etanol dan 20 ml air bebas mineral.

Pembuatan Indikator Methyl Oranye

Ditimbang 0,1 gram, methyl oranye dilarutkan ke dalam 50 ml air bebas mineral.

Lampiran 12. Perhitungan Larutan Regeneran untuk Regenerasi Resin

Perhitungan larutan HCl yang dipakai untuk aktifasi resin kation:

Perbandingan penggunaan regeneran untuk 1 liter resin adalah untuk HCl: 80 - 120 g (@ 100 %) per liter untuk resin kation. Dalam penelitian ini digunakan 100 gram HCl 6% dengan $\rho = 1,02$ g/ml maka:

$$\frac{100}{6} \times 100 \text{ gram} = 1666,7 \text{ gram (HCl 6\%)} \text{ untuk 1 liter resin}$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$1,02 \text{ g/ml} = \frac{1666,7 \text{ gram}}{V}$$

$$V = \frac{1666,67 \text{ gram}}{1,02 \text{ g/ml}}$$

$$V = 1602 \text{ ml HCl 6\% untuk 1 liter resin}$$

$$V = 1602 \text{ ml HCl 6\%} \times 5 \text{ liter resin}$$

$$V = 8010 \text{ ml HCl 6\%}$$

$$V = 8,01 \text{ liter HCl 6\%}$$

Berarti untuk 1 liter resin kation dibutuhkan 1602 ml liter HCl 6%. Dalam penelitian ini resin yang digunakan sebanyak 5 L ($\frac{3}{4}$ tinggi kolom), sehingga HCl 6% yang dibutuhkan untuk mengaktifasi resin kation adalah sebanyak 8010 ml atau 8,01 liter.

Perhitungan larutan NaOH yang dipakai untuk aktivasi resin anion:

Perbandingan penggunaan regenerasi untuk 1 liter resin adalah untuk NaOH: 80 - 140 g (@ 100 %) per liter untuk resin anion. Dalam penelitian ini digunakan 100 gram NaOH 5% dengan $\rho = 1,035 \text{ mg/L}$ maka:

$$\frac{100}{5} \times 100 \text{ gram} = 2000 \text{ gram (NaOH 5\%)} \text{ untuk 1 liter resin}$$

$$\rho = \frac{M}{V}$$

$$1,035 \text{ g/ml} = \frac{2000 \text{ gram}}{V}$$

$$V = \frac{2000 \text{ gram}}{1,035 \text{ g/ml}}$$

$$V = 1932,5 \text{ ml NaOH 5\% untuk 1 liter resin}$$

$$V = 1932,5 \text{ ml NaOH 40\%} \times 5 \text{ liter resin}$$

$$V = 9662 \text{ ml NaOH 5\%}$$

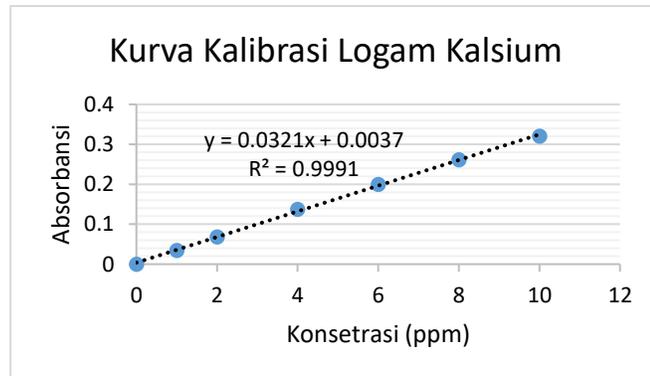
$$V = 9,66 \text{ Liter NaOH 5\%}$$

Berarti untuk 1 liter resin anion dibutuhkan 175 ml NaOH 5%. Dalam penelitian ini resin yang digunakan sebanyak 5 L ($\frac{3}{4}$ tinggi kolom), sehingga NaOH 5% yang dibutuhkan untuk mengaktifasi resin kation adalah sebanyak 9662 ml atau 9,66 liter.

Lampiran 13. Pengukuran Larutan Standar

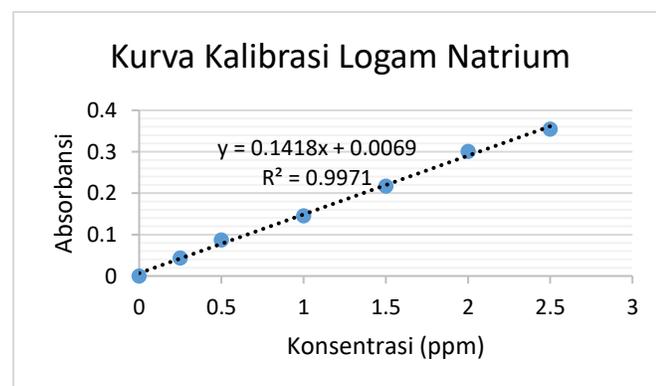
Pengukuran Larutan Standar Logam Kalsium

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	3483,30
1,0	0,0345
2,0	0,0681
4,0	0,1375
6,0	0,1999
8,0	0,2612
10,0	0,3203



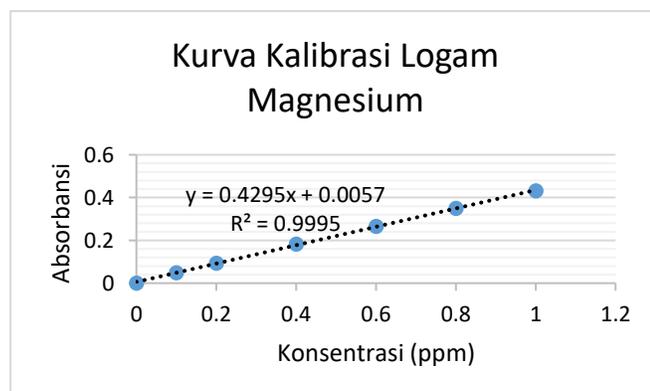
Pengukuran Larutan Standar Logam Natrium

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,25	0,0434
0,50	0,0868
1,0	0,1449
1,5	0,2169
2,0	0,3008
2,5	0,3543



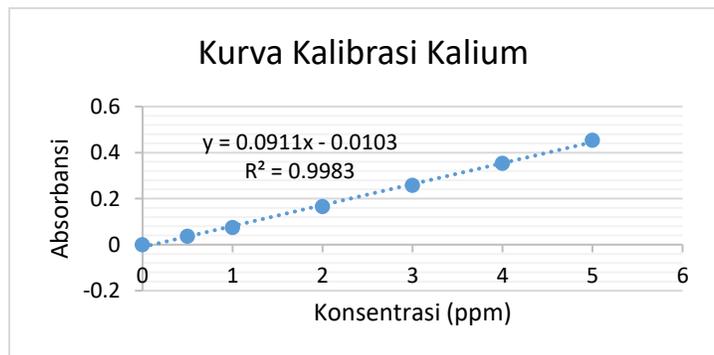
Pengukuran Larutan Standar Magnesium

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,1	0,0489
0,2	0,0937
0,4	0,1829
0,6	0,2651
0,8	0,3493
1,0	0,4317



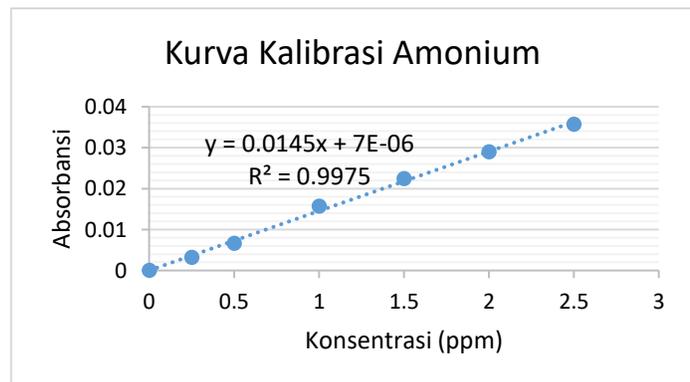
Pengukuran Larutan Standar Kalium

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0,0003
0,5	0,0365
1,0	0,0741
2,0	0,1655
3,0	0,2575
4,0	0,3535
5,0	0,4531



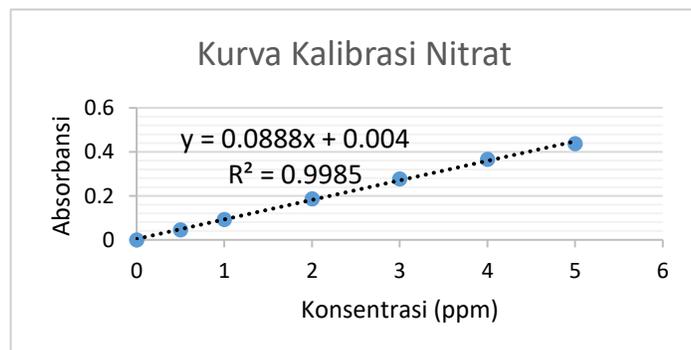
Pengukuran Larutan Standar Amonium

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,25	0,0032
0,5	0,0066
1,0	0,0157
1,5	0,0224
2,0	0,0290
2,5	0,0357



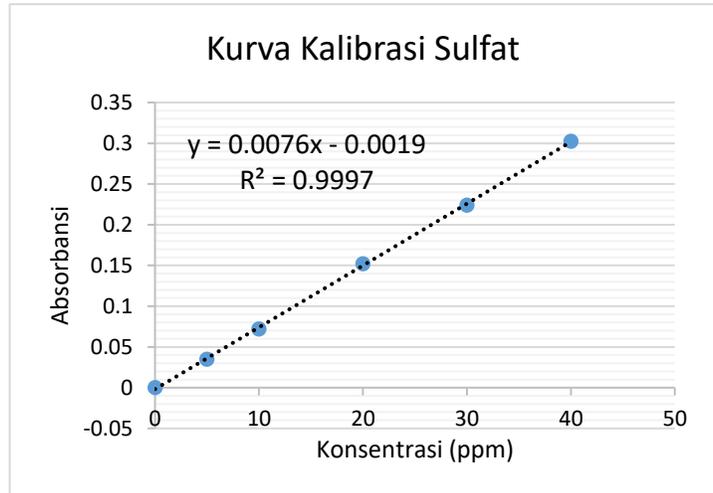
Pengukuran Larutan Standar Nitrat

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
0,5	0,046
1,0	0,092
2,0	0,186
3,0	0,277
4,0	0,366
5,0	0,437



Pengukuran Larutan Standar Sulfat

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi
0	0
5	0,035
10	0,072
20	0,152
30	0,224
40	0,302
50	0,378



Lampiran 14. Perhitungan Kadar Klorida

Standarisasi AgNO₃ 0,01N menggunakan NaCl

NaCl yang harus ditimbang untuk Konsentrasi 0,01N:

$$\text{BE NaCl} = 58,44$$

Volume yang dibuat 100 ml

$$\text{Gram NaCl} = \text{BE NaCl} \times \text{Volume yang dibuat} \times \text{N NaCl}$$

$$= 58,44 \times 0,1 \text{ L} \times 0,01\text{N}$$

$$= 0,0584 \text{ gram}$$

Data penimbangan Natrium Klorida

$$\text{Berat NaCl yang harus ditimbang} = 0,0584 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji Kosong} = 14,7518 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji + NaCl} = 14,8148 \text{ gram}$$

$$\text{Bobot NaCl} = 14,8148 \text{ gram} - 14,7518 \text{ gram}$$

$$= 0,0630 \text{ gram}$$

Data standarisasi AgNO₃ dengan NaCl :

$$\text{Volume natrium klorida} = 10 \text{ mL}$$

Volume AgNO_3 penitaran 1 = 11,20 mL

Penitaran 2 = 11,20 mL

Rata rata = 11,20 mL

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{\text{mg NaCl}}{fp \times \text{Volume AgNO}_3 \times \text{Bst NaCl}}$$

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{0,0630 \text{ mg}}{10 \times 11,20 \text{ ml} \times 58,44}$$

$$N_{\text{AgNO}_3} = 0,0095$$

Perhitungan Kadar Klorida

Data Titration

Blanko = 0,2 mL

Air Hasil Pemurnian pada Laju Alir 60 ml/menit = 0,3 mL

Air Hasil Pemurnian pada Laju Alir 120 ml/menit = 0,4 mL

Air Hasil Pemurnian pada Laju Alir 180 ml/menit = 0,5 mL

$$\text{Kadar Klorida} = \frac{(A-B) \times N \times 35,5}{V}$$

Keterangan:

A : Volume larutan baku AgNO_3 untuk titrasi contoh uji (mL)

B : Volume larutan baku AgNO_3 untuk titrasi Blanko (mL)

C : Normalitas AgNO_3

D : Volume Sampel (mL)

$$1. \text{ Cl}^- \text{ pada Laju Alir 15 ml/menit} = \frac{(0,3-0,2) \times 0,0095 \times 35,5}{10}$$

$$= 0,001 \text{ ppm}$$

$$2. \text{ Cl}^- \text{ pada Laju Alir 30 ml/menit} = \frac{(0,3-0,2) \times 0,0095 \times 35,5}{10}$$

$$= 0,001 \text{ ppm}$$

$$3. \text{ Cl}^- \text{ pada Laju Alir 180 ml/menit} = \frac{(0,3-0,2) \times 0,0095 \times 35,5}{10}$$

$$= 0,001 \text{ ppm}$$

$$4. \text{ Cl}^- \text{ pada Laju Alir 180 ml/menit} = \frac{(0,4-0,2) \times 0,0095 \times 35,5}{10}$$

$$= 0,006 \text{ ppm}$$

$$5. \text{ Cl}^- \text{ pada Laju Alir 180 ml/menit} = \frac{(0,45-0,2) \times 0,0095 \times 35,5}{10}$$

$$= 0,008 \text{ ppm}$$

Perhitungan Standarisasi HCl 1N dengan Na₂CO₃ untuk Pengujian Kapasitas Resin

Na₂CO₃ yang harus ditimbang untuk Konsentrasi 1N:

$$\text{BE NaCl} = 53$$

Volume yang dibuat 100 ml

$$\text{Gram NaCl} = \text{BE NaCl} \times \text{Volume yang dibuat} \times \text{N NaCl}$$

$$= 53 \times 0,1 \text{ L} \times 1\text{N}$$

$$= 5,3 \text{ gram}$$

Data penimbangan Na₂CO₃

$$\text{Berat Na}_2\text{CO}_3 \text{ yang harus ditimbang} = 5,3 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,5232 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji Kosong} = 13,2138 \text{ gram}$$

$$\text{Bobot Na}_2\text{CO}_3 = 18,5232 \text{ gram} - 13,2138 \text{ gram}$$

$$= 5,3094 \text{ gram}$$

$$\text{Volume HCl penitaran 1} = 2,30 \text{ mL}$$

$$\text{Penitaran 2} = 2,30 \text{ mL}$$

$$\text{Rata rata} = 2,30 \text{ mL}$$

$$N \text{ HCl} = \frac{\text{mg Na}_2\text{CO}_3}{\text{fp} \times \text{Volume HCl} \times \text{Bst Na}_2\text{CO}_3}$$

$$N HCl = \frac{5300 \text{ mg}}{10 \times 2,30 \text{ ml} \times 53}$$

$$N HCl = 1,075$$

Lampiran 15. Perhitungan Kapasitas Resin

Perhitungan Standarisasi NaOH 1N dengan Asam Oksalat untuk Pengujian Kapasitas Resin

Asam Oksalat yang harus ditimbang untuk Konsentrasi 1N:

$$BE (COOH)_2 \cdot 2H_2O = 63$$

Volume yang dibuat 100 ml

$$\text{Gram } (COOH)_2 \cdot 2H_2O = \frac{BE (COOH)_2 \cdot 2H_2O}{(COOH)_2 \cdot 2H_2O} \times \text{Volume yang dibuat} \times N$$

$$= 63 \times 0,1 \text{ L} \times 1N$$

$$= 6,3 \text{ gram}$$

Data penimbangan $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$

$$\text{Berat } (COOH)_2 \cdot 2H_2O \text{ yang harus ditimbang} = 6,3 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji} + (COOH)_2 \cdot 2H_2O = 28,3651 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kaca Arloji Kosong} = 22,0637 \text{ gram}$$

$$\text{Bobot } (COOH)_2 \cdot 2H_2O = 28,3651 \text{ gram} - 22,0637 \text{ gram}$$

$$= 6,3014 \text{ gram}$$

$$\text{Volume NaOH Penitaran 1} = 9,80 \text{ mL}$$

$$\text{Penitaran 2} = 9,80 \text{ mL}$$

$$\text{Rata rata} = 9,80 \text{ mL}$$

$$N NaOH = \frac{mg (COOH)_2 \cdot 2H_2O}{fp \times Volume NaOH \times Bst (COOH)_2 \cdot 2H_2O}$$

$$N NaOH = \frac{62014 \text{ mg}}{10 \times 9,80 \text{ ml} \times 63}$$

$$N NaOH = 1,0204$$

Perhitungan Kapasitas Resin Anion

Data Analisis:

No	Jenis Resin	Berat (gram)	Volume Titrasi	Kapasitas Ion (meq/gram)
1	Resin Anion Amberlite HPR 4200-Cl	10,0022	12,5 ml HCl	1,3437

Perhitungan:

$$Kapasitas Resin = \frac{a \cdot v}{W}$$

Keterangan:

A : Molaritas regeneran

V : Volume regeneran saat titrasi

W : Bobot Resin (gram)

$$Kapasitas Penukar Anion (meq/gram) = \frac{1,0752 \cdot 12,5}{10,0022}$$

$$Kapasitas Penukar Anion \left(\frac{meq}{gram} \right) = 1,3437$$

Perhitungan Kapasitas Resin Kation

Data Analisis:

No	Jenis Resin	Berat (gram)	Volume Titrasi	Kapasitas Ion (meq/gram)
1	Resin Kation Amberlite HPR 1300-H	10,0065	18,4 ml NaOH	1,8763

Perhitungan:

$$Kapasitas Resin = \frac{a \cdot v}{W}$$

Keterangan:

- A : Molaritas regeneran
 V : Volume regeneran saat titrasi
 W : Bobot Resin (gram)

$$Kapasitas Penukar Anion (meq/gram) = \frac{1,0204 \cdot 18,4}{10,0065}$$

$$Kapasitas Penukar Anion (meq/gram) = 1,8763$$

Lampiran 16. Gambar saat proses pemurnian air hujan



Gambar 9. Alat untuk Pemurnian Air Hujan



Gambar 10. Resin Kation dan Anion



Gambar 11. Pengukuran DHL Air Hujan



Gambar 12. Pengukuran pH Air Hujan



Gambar 13. Pengukuran TDS Air Hujan

Lampiran 17. Karakteristik Resin Kation

Typical Properties

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Gel
Type	Strong acid cation
Functional Group	Sulfonic acid
Physical Form	Dark brown, translucent, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	H ⁺
Total Exchange Capacity	≥ 2.0 eq/L (H ⁺ form)
Water Retention Capacity	46.0 – 52.0% (H ⁺ form)
Particle Size [§]	
Particle Diameter	650 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.10
< 300 µm	≤ 0.1%
> 850 µm	≤ 5.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 95%
Friability:	
Average	≥ 350 g/bead
> 200 g/bead	≥ 95%
Swelling	Na ⁺ → H ⁺ : 7%
Density	
Particle Density	1.22 g/mL
Shipping Weight	785 g/L

[§] For additional particle size information, please refer to the [Particle Size Distribution Cross Reference Chart](#) (Form No. 45-D00954-en).

Suggested Operating Conditions

Temperature Range (H ⁺ form)	5 – 120°C (41 – 248°F)
pH Range	
Service Cycle	1 – 14
Stable	0 – 14

For additional information regarding recommended minimum bed depth, operating conditions, and regeneration conditions for [mixed beds](#) (Form No. 45-D01127-en) or [separate beds](#) (Form No. 45-D01131-en) in water treatment, please refer to our Tech Facts.

Lampiran 18. Karakteristik Resin Anion

Historical Reference

DuPont™ AmberLite™ HPR4200 Cl Ion Exchange Resin has previously been sold as DOWEX MARATHON™ 4200 Cl Ion Exchange Resin.

Typical Properties

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Gel
Type	Strong base anion, Type I
Functional Group	Trimethylammonium
Physical Form	Yellow, translucent, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Cl ⁻
Total Exchange Capacity	≥ 1.30 eq/L (Cl ⁻ form)
Water Retention Capacity	49.0 – 55.0% (Cl ⁻ form)
Particle Size [§]	
Particle Diameter	650 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.25
< 300 µm	≤ 0.3%
> 850 µm	≤ 5.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 90%
Swelling	Cl ⁻ → OH ⁻ : 20%
Density	
Particle Density	1.07 g/mL
Shipping Weight	670 g/L

[§] For additional particle size information, please refer to the [Particle Size Distribution Cross Reference Chart](#) (Form No. 45-D00954-en).

Suggested Operating Conditions

Temperature Range	
OH ⁻ form †	5 – 80°C (41 – 140°F)
Cl ⁻ form	5 – 100°C (41 – 212°F)
pH Range	
Service Cycle	1 – 14
Stable	0 – 14

† Operating at elevated temperatures, for example above 60 – 70°C (140 – 158°F), may impact resin life. Contact our technical representative for details.

For additional information regarding recommended minimum bed depth, operating conditions, and regeneration conditions for [mixed beds](#) (Form No. 45-D01127-en) or [separate beds](#) (Form No. 45-D01131-en) in water treatment, please refer to our Tech Facts.

Lampiran 19. Karakteristik Aquades yang diperjualbelikan di pasaran

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product Name	: AQUADEST	Molecular Weight	: 18.02 g/mol
Catalog No.	: A-1078	Batch No.	: 231117024
Grade	: Laboratory Reagent	Manufacturing Date	: November 23,2017
Formula	: H ₂ O	Expire Date	: November , 2022
Cas No	: 7732 – 18 - 5		

NO.	ITEM TEST	UNITS	SPECIFICATION	RESULT
1.	Appearance	–	Clear and free of visible particulate	Passes test
2.	Conductivity at 25 °C	uS/cm	≤ 1.0	0.15
3.	pH at 25 °C	–	5.0 – 7.5	7.25
4.	Turbidity	NTU	≤ 0.5	< 0.5
5.	Total Dissolve Solid (TDS)	ppm	≤ 0.5	0.075
6.	Residu on evaporation	ppm	≤ 1.0	NIL
7.	Total Organic Carbon (TOC)	ppm	≤ 50	< 50
8.	Total Hardness	ppm	≤ 0.1	NIL
9.	Chloride (Cl)	ppm	≤ 0.5	0.35
10.	Silica (as SiO ₂)	ppm	≤ 0.5	0.0205
11.	Iron (Fe)	ppm	≤ 0.1	0.0399