

SKRIPSI

**PENENTUAN BILANGAN PERMANGANAT DAN
KESADAHAN PADA AIR SUMUR GALI SUMUR
BOR DAN PDAM DI PERCUT SEI TUAN
DELI SERDANG**

**OLEH:
RIZKY JAYANTI
NIM 1905011**



**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH MEDAN
MEDAN
2024**

SKRIPSI

PENENTUAN BILANGAN PERMANGANAT DAN KESADAHAN PADA AIR SUMUR GALI SUMUR BOR DAN PDAM DI PERCUT SEI TUAN DELI SERDANG

Diajukan Untuk Melengkapi Dan Memenuhi Syarat-Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Farmasi Pada Program Studi Sarjana Farmasi
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan

OLEH:
RIZKY JAYANTI
NIM. 1905011



**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH MEDAN
MEDAN
2024**

PENENTUAN BILANGAN PERMANGANAT DAN KESADAHAN PADA AIR SUMUR GALI SUMUR BOR DAN PDAM DI PERCUT SEI TUAN DELI SERDANG

ABSTRAK

**RIZKY JAYANTI
NIM 1905011**

Saat ini penduduk di Percut Sei Tuan Deli Serdang masih banyak menggunakan air sumur gali dan air sumur bor sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga dan masih sebagian kecil penduduk menggunakan air PDAM. Ditinjau dari kondisi sumur yang digunakan masih banyak yang tidak memenuhi persyaratan sebagai sumur yang baik untuk kesehatan, karena jarak sumur dengan tempat pembuangan sampah, kandang hewan ternak, dan pembuangan *water closet (wc)* terlalu dekat yaitu jaraknya kurang dari 10 m, dan terdapat juga sumur dengan kondisi yang di sekitarnya tidak diberi cincin pelindung yang baik dan lantai tidak permanen sehingga kemungkinan besar air sumur tersebut mengandung cemaran dan tidak memenuhi persyaratan air bersih dan keperluan rumah tangga sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI, Nomor: 416/Menkes/Per/1X/1990, di antaranya bilangan permanganat melebihi 10 mg/liter dan kesadahan total melebihi 500 mg/liter. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bilangan permanganat dan kesadahan di dalam air sumur gali dan sumur bor dibandingkan air PDAM di Desa Mencirim Deli Serdang sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Pengambilan sampel dilakukan dari 6 dusun dan tiap dusun masing-masing dua sampel pada sore hari, karena pada sore hari merupakan waktu peralihan dari kegiatan masyarakat yang penuh kesibukan. Penentuan bilangan permanganat dilakukan secara titrasi permanganometri tidak langsung dan kesadahan secara titrasi kompleksometri menggunakan indikator hitam eriokrom pada pH 9-10 untuk kesadahan total, dan indikator mureksid pada pH di atas 12 untuk kesadahan partial kalsium. Selisih antara kesadahan total dan partial dihitung sebagai kesadahan magnesium.

Hasil penelitian menunjukkan dari 12 sampel air sumur gali terdapat 6 sampel tidak memenuhi syarat permanganat dan 5 sampel tidak memenuhi persyaratan kesadahan. Dari 12 sampel air sumur bor terdapat 3 sampel tidak memenuhi syarat permanganat dan 7 sampel yang tidak memenuhi persyaratan kesadahan total. Air PDAM memenuhi syarat permanganat dan syarat kesadahan total.

Kata Kunci: *Air sumur gali, sumur bor PDAM, Percut Sei Tuan, bilangan permanganat, bilangan kesadahan*

**PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN INDAH MEDAN**

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

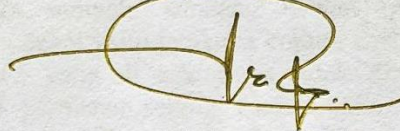
Nama : Rizky Jayanti
NIM : 1905011
Program Studi : Sarjana Farmasi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : Penentuan Bilangan Permanganat dan Kesdadahan Pada
Air sumur gali, Sumur Bor dan Air PDAM di Percut Sei
Tuan Deli Serdang

Pembimbing I



(Dr. apt. Hj. Cut Fatimah., M.Si)
NIDK. 9990275012

Pembimbing II



(apt. Drs. Muhammad Gunawan M.Si)
NIDN. 0116099102

Penguji



(Andilala, S.Kep., Ners, M.K.M.)
NIDN. 0129017901

DIUJI PADA TANGGAL : 10 Juni 2024
YUDISIUM : 10 Juni 2024

Panitia Ujian

Ketua



(Andilala, S.Kep., Ners, M.K.M.)
NIDN. 0129017901

Sekretaris



(Dr. apt. Hj. Cut Fatimah., M.Si)
NIDK. 9990275012

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rizky Jayanti
NIM : 1905011
Program Studi : Sarjana Farmasi
Jenjang Pendidikan : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : Penentuan Bilangan Permanganat dan Kepadatan Pada
Air sumur gali, Sumur Bor dan Air PDAM di Percut Sei
Tuan Deli Serdang

Menyatakan bahwa bahan skripsi penelitian yang saya buat ini adalah untuk memenuhi persyaratan kekelulusan di program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan. Bahan skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, bukan duplikasi dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan yang lain atau yang pernah dimuat di suatu publikasi ilmiah, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya dalam pustaka.

Selanjutnya apabila di kemudian hari ada pengaduan dari pihak lain, bukan menjadi tanggung jawab Dosen pembimbing, Penguji dan/atau pihak Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan, tetapi menjadi tanggung jawab sendiri.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun

Medan, Juni 2024

Yang menyatakan,



Rizky Jayanti

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah dan kasih karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Penentuan Bilangan Permanganat dan Kesadahan Pada Air Sumur gali, Sumur Bor dan Air PDAM di Percut Sei Tuan Deli Serdang”. Penelitian dan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada program Strata-1 Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan (STIKes Indah Medan). Diharapkan skripsi ini dapat menambah pengetahuan penulis dan bagi semua orang yang membaca tulisan ini.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat tidak mungkin penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Jumanis dan ibunda Jamiatus beserta saudara sekandung penulis yang tiada henti-hentinya mendoakan dan memberikan semangat, kasih sayang serta dukungan baik dari segi materi maupun non-materi, serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis. Penulis berharap dapat menjadi anak yang membanggakan.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak H. Abdul Haris Syarif Hasibuan, SE., selaku Pembina Yayasan Indah Medan, Bapak dr. M. Riski Ramadhan Hasibuan, SH., SE., M.K.M., selaku Ketua Yayasan Indah Medan yang telah menyediakan sarana dan prasarana di STIKes Indah Medan.

2. Bapak Andilala, S.Kep., Ners., M.K.M., selaku Ketua STIKes Indah Medan yang telah banyak memberi arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dr. apt. Hj. Cut Fatimah., M.Si., selaku Ketua Prodi S1 Farmasi STIKes Indah Medan sekaligus pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
4. Bapak apt. Drs. Muhammad Gunawan M.Si., selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak/ibu Dosen serta Staff pegawai di Prodi S1 Farmasi STIKes Indah Medan yang telah mendidik dan membantu penulis sampai sekarang ini.
6. Terima kasih juga kepada semua sahabat penulis terutama teman seperjuangan *circle* kita tetap kita yaitu Sindy Andriani, S. Farm., Dina Khairani, Silvia Fransiska, Rizky Ananda dan Dimas Syhadikop, serta seluruh teman seangkatan penulis tanpa menyebutkan satu per satu.

Penulis mendoakan semoga kebaikan yang diberikan oleh pihak yang disebutkan di atas mendapat balasan dari Allah SWT diberikan umur panjang dan kesehatan selalu. Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis terbuka dalam menerima kritik dan saran yang membangun.

Medan, Juni 2024

Rizky Jayanti

DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
ABSTRAK	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Hipotesis Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Krangka Fikir Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Uraian Tentang Air	6
2.1.1 Sifat Umum Air	6
2.1.2 Sumber-Sumber Air.....	8
2.1.2.1 Air angkasa.....	8
2.1.2.2 Air pemukiman.....	8
2.1.2.3 Air tanah.....	9
2.2 Sumur Gali Dan Sumur Bor.....	10
2.2.1 Pengertian sumur gali	10
2.2.2 Pengertian sumur bor.....	11
2.3 Pengertian Titrimetri.....	12
2.3.1 Larutan baku/pentiter.....	13

2.3.2 Penggolongan titrimetri	13
2.3.2.1 Titrasi asam basa	13
2.3.2.2 Titrasi pengendapan	14
2.3.2.3 Titrasi kompleksometri	14
2.3.2.4 Titrasi oksidasi- reduksi	15
2.3.3 Titrasi kompleksometri dengan EDTA	16
2.3.3.1 Pengaruh pH pada titrasi kompleks.....	17
2.3.3.2 Penentuan akhir titrasi pada kompleksometri	18
2.3.3.3 Cara-cara titrasi dengan EDTA	19
2.4 Permanganometri	21
2.4.1 Oksidasi dengan kalium permanganat	22
2.4.2 Sumber kesalahan permanganometri.....	23
2.5 Zat Organik Di Dalam Air	23
2.5.1 Bahaya zat organik dalam air	25
2.6 Kesadahan Air	26
2.6.1 Efek air sadah	27
2.6.2 Jenis air sadah	28
2.7 Kalsium.....	30
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Jenis Penelitian	34
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian	34
3.3 Populasi Dan sampel	34
3.4 Alat-Alat Yang Digunakan	35
3.5 Bahan-Bahan Yang Digunakan	35
3.6 Pembuatan/Persiapan Pereaksi	35
3.6.1 Pembuatan larutan asam sulfat 4N	35
3.6.2 Pembuatan larutan kalium permanganat 0,1 N	35
3.6.3 Pembuatan larutan 0,1 N KMnO_4	36
3.6.4 Pembuatan larutan 0,1 N asam oksalat	36
3.6.5 Pembuatan larutan 0,1 N asam oksalat	36
3.6.6 Pembakuan larutan KMnO_4	36
3.6.7 Pembuatan larutan standar Na_2EDTA 0,01 M.....	36

3.6.8 Pembuatan larutan standar zink sulfat 0,01 M	36
3.6.9 Pembuatan larutan hidroksida 1 N	36
3.6.10 Pembuatan larutan buffer amoniak	37
3.6.11 Pembuatan indikator mureksid.....	37
3.6.12 Pembuatan indikator EBT	37
3.7. Pembuatan Larutan Na_2EDTA 0,01 M	37
3.8 Pengambilan Sampel air Sumur	37
3.9 Penetapan Kadar Permanganat	38
3.9.1 Pembebasan zat organik pada labu Erlenmeyer.....	38
3.9.2 Prosedur bilangan permanganat dari sampel.....	38
3.10 Prosedur Penentuan Kesadahan.....	39
3.10.1 Penetapan kesadahan total.....	39
3.10.2 Penetapan kesadahan kalsium	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Pengambilan Sampel	41
4.2 Penentuan Bilangan Permanganat dan Kesadahan.....	41
4.2.1 Hasil penentuan bilangan kesadahan.....	43
4.2.2 Penentuan bilangan esadahan	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil pengamatan keadaan fisik air secara organoleptis	42
Tabel 4.2 Hasil penentuan bilangan permanganat sampel air sumur gali dari beberapa dusun	44
Tabel 4.3 Hasil penentuan bilangan permanganat sampel air sumur bor dari beberapa dusun dan air PDAM.....	45
Tabel 4.4 Hasil penentuan bilangan kesadahan sampel air sumur gali dari beberapa dusun	48
Tabel 4.5 Hasil penentuan bilangan kesadahan sampel air sumur bor dari beberapa dusun	49

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 Kerangka pikir penelitian	5
---	---

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan Kerja Penentuan Bilangan Permanganat	55
Lampiran 2. Bagan Kerja Penetapan Kesadahan Total	56
Lampiran 3. Bagan Kerja Penetapan Kesadahan Kalsium.....	57
Lampiran 4. Syarat Air Minum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.....	58
Lampiran 5. Pembuatan dan pembakuan larutan kalium permanganat.....	62
Lampiran 6. Pembuatan dan pembakuan larutan Na-EDTA.....	63
Lampiran 7. Contoh perhitungan bilangan permanganat di dalam sampel	64
Lampiran 8. Contoh perhitungan standar deviasi bilangan permanganat	66
Lampiran 9. Data hasil perhitungan bilangan permanganat dari sampel air sumur gali	68
Lampiran 10. Data hasil perhitungan bilangan permanganat dari sampel air sumur bor	71
Lampiran 11. Data hasil perhitungan bilangan permanganat dari sampel air sumur PDAM.....	74
Lampiran 12. Contoh perhitungan bilangan kesadahan di dalam sampel	75
Lampiran 13. Contoh perhitungan standar deviasi bilangan kesadahan	77
Lampiran 14. Data hasil perhitungan bilangan kesadahan total dari sampel air sumur gali	79
Lampiran 15. Data hasil perhitungan bilangan kesadahan total dari sampel air sumur bor.....	85
Lampiran 16. Data hasil perhitungan bilangan kesadahan sampel PDAM.....	91
Lampiran 17. Lampiran gambar sampel air sumur gali, sumur bor, dan PDAM.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Air merupakan bahan yang sangat penting fungsinya bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya yang tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, untuk diminum, dan bermacam-macam keperluan lainnya, seperti industri, pertanian, perikanan kebersihan sanitasi kota, rekreasi dan lain sebagainya (Wardhana, 2004, Rukaesih Achmad, 2004).

Setiap penggunaan air untuk suatu kebutuhan, diperlukan syarat - syarat kualitas air sesuai peruntukannya. Salah satu syarat yang penting adalah kadar cemaran zat kimia baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air. Oleh karena itu, penentuan kandungan banyaknya zat kimia dalam air menjadi salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas air, karena bisa menjadi salah satu ukuran tingkat pencemaran suatu perairan (Febrian, 2008).

Namun sering kali air yang digunakan tidak sesuai dengan syarat kesehatan karena sering ditemukan mengandung sumber penyakit yang membahayakan kelangsungan hidup. Air bersih memiliki beberapa kriteria yaitu jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Berdasarkan data yang ada, sumur gali dan sumur bor adalah suatu konstruksi sumur yang paling umum dipergunakan oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan (Onny, 2004). Adanya zat kimia organik dan anorganik dalam air menunjukkan bahwa air tersebut telah tercemar oleh kotoran manusia, hewan atau oleh sumber lain, dan zat organik merupakan bahan makanan bakteri atau mikroorganisme lainnya.

Semkin tinggi kandungan zat organik dan anorganik di dalam air, maka semakin tinggi tingkat cemaran air tersebut (Asmadi, 2012).

Di desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang provinsi Sumatera Utara, kebanyakan penduduknya menggunakan air sumur gali dan air sumur bor/pompa sebagai sumber air bersih dan untuk keperluan rumah tangga. Dan sudah terdapat beberapa rumah tangga yang telah mempergunakan air dari PDAM. Dilihat dari kondisi sumur yang dipergunakan oleh masyarakat di desa tersebut masih banyak yang kurang memenuhi syarat dari segi kesehatan, karena kemungkinan sebagian besar masyarakat belum mengetahui bagaimana kondisi sumur yang sehat, salah satunya adalah jarak antara sumur dengan tempat pembuangan water closet (wc) tidak boleh kurang 10 meter (Febrian, 2008).

Tingkat cemaran organik dikenal dengan bilangan permanganat, dan cemaran logam dikenal dengan kesadahan, umumnya adalah ion kalsium Ca dan magnesium Mg. Kesadahan air dikenal juga dengan istilah kekerasan air (*Hardness*), yaitu kesadahan umum (*general hardness = GH*) merupakan senyawa logam dengan berbagai ion dan kesadahan karbonat (*carbonate hardness = KH*) merupakan senyawa logam dengan karbonat (Asmadi, 2012).

Menurut PERMENKES mengenai air bersih Nomor 416/Menkes/Per/ IX /1990 tentang syarat-syarat mutu dan pengawasan kualitas air sebagai air minum dan keperluan rumah tangga dinyatakan bahwa kandungan senyawa organik sebagai bilangan permanganat tidak melebihi 10mg/liter dan kesadahan total dihitung sebagai CaCO_3 maksimum adalah 500 mg/liter. Nilai ambang batas kesadahan air untuk air minum adalah 100 mg/liter, sedangkan kesadahan air dianggap baik untuk air minum 50-80 mg/liter (Asmadi, 2012).

Berdasarkan uraian di atas penulis melakukan penentuan bilangan permanganat dan kesadahan di dalam air sumur gali, sumur bor dan PDAM di daerah desa Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, sehingga diketahui mutu air sesuai persyaratan untuk air bersih dan keperluan rumah tangga menurut PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 dengan persyaratan bilangan permanganat maksimum 10 mg/liter, kesadahan total dihitung sebagai CaCO_3 maksimum 500 mg/liter. Nilai ambang batas kesadahan air yang diperbolehkan untuk air minum adalah 100 mg/liter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian didapatkan rumusan masalah:

- a. Apakah air sumur gali dan sumur bor beserta air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga telah memenuhi persyaratan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu kadar zat organik (bilangan permanganat) tidak melebihi 10 mg/liter dan kesadahan total dihitung sebagai kalsium karbonat tidak melebihi 500 mg/liter ?.
- b. Apakah terdapat perbedaan kandungan senyawa organik (bilangan permanganat) dan kesadahan antara air sumur gali, sumur bor dan air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga?.

1.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan permasalahan, maka hipotesis pada penelitian ini adalah:

- a. Air sumur gali dan sumur bor yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan

keperluan rumah tangga tidak memenuhi persyaratan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu kadar zat organik (bilangan permanganat) melebihi 10 mg/liter dan kesadahan total dihitung sebagai kalsium karbonat melebihi 500 mg/liter, dan air PDAM memenuhi persyaratan.

- b. Terdapat perbedaan kandungan senyawa organik (bilangan permanganat) dan kesadahan antara air sumur gali, sumur bor dan air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga,

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui air sumur gali, sumur bor dan air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga telah memenuhi persyaratan kadar zat organik (bilangan permanganat) yaitu tidak lebih dari 10 mg/liter dan kesadahan total dihitung sebagai kalsium karbonat tidak lebih dari 500 mg/liter. sesuai dengan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990.
- b. Untuk mengetahui perbedaan kandungan senyawa organik (bilangan permanganat) dan kesadahan antara air sumur gali, sumur bor dan air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga.

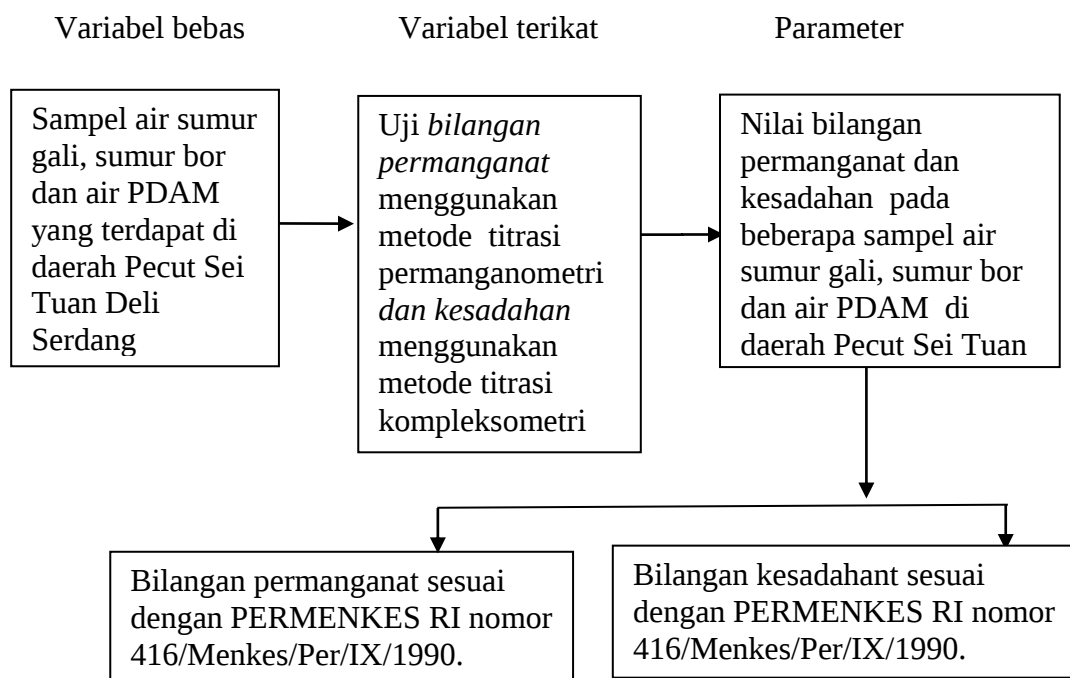
1.5 Manfaat Penelitian

- a. Sebagai bahan informasi kepada masyarakat terutama penggunaan air sumur gali dan sumur bor di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang

sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga.

- b. Sebagai bahan masukan kepada instansi terkait, misalnya kepala desa dan tim PKK kesehatan untuk memberi penyuluhan dan bimbingan bagi masyarakat terutama di daerah desa Pecut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, tentang pentingnya penggunaan air bersih dan keperluan rumah tangga dari sumber air bersih demi kesehatan, atau perlu adanya pengolahan.

1.6 Kerangka Fikir Penelitian



Gambar 1.1 Kerangka pikir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Tentang Air

Air adalah bahan yang sangat penting bagi semua dalam kehidupan di bumi setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh manusia terdiri dari air dan tidak seorang pun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Selain itu air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan juga untuk keperluan industri, pertanian, transportasi dan lain-lain (Chandra,2005).

Air merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia H_2O . satu molekul air tersusun dari dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Pada kondisi standar, air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau yaitu pada tekanan 100kPa (1bar) dan temperatur 273,15K (0°C). Dan merupakan suatu pelarut yang penting, mampu melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam- garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik (Kusmayadi, 2008).

Air di alam sangat jarang ditemukan dalam keadaan tidak tercemar. Sekalipun air hujan, meskipun awalnya murni, telah mengalami reaksi dengan gas-gas di udara dalam perjalanannya turun ke bumi dan selanjutnya terkontaminasi selama mengalir di atas permukaan bumi dan dalam tanah. Kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia (Suripin,2002).

2.1.1 Sifat umum air

Sifat air yang penting dapat digolongkan kedalam sifat fisik, sifat kimiawi dan sifat biologis (Slamet, 1994).

A. Sifat Fisika

Menurut Slamet (1994) ada beberapa sifat fisik air sebagai berikut :

- a. Titik beku 0°C
- b. Titik didih 100°C
- c. Wujud padat sebagai es, cair sebagai air dan wujud gas sebagai uap
- d. Massa jenis es (0°C) 0,92 g/cm³
- e. Massa jenis air (0°C) 1,00 g/cm³
- f. Panas spesifik 1/g/°C
- g. Panas penguapan 540 kal/g
- h. Temperatur kritis 347°C
- i. Tekanan kritis 217 atm
- j. Konduktivitas listrik spesifik (25°C) 1x10⁻¹⁷/ohm-cm
- k. Konstanta dielektrikum (25°C)

B. Sifat Kimia

- a. Air memiliki pH=7, dan oksigen terlarut (DO) jenuh 9 mg/L, merupakan pelarut yang universal, hampir semua jenis zat dapat larut di dalam air. Juga merupakan cairan biologis didapat dalam tubuh semua makhluk hidup.
- b. Alkalinitas, kebanyakan air bersifat alkalin karena garam-garam alkali sangat umum berada di tanah. Ketidak murnian air akibat adanya karbonat dan bikarbonat dari kalsium, sodium dan magnesium. Kesadahan air merupakan hal yang sangat penting dalam penyediaan air bersih. Air dengan kesadahan tinggi memerlukan sabun lebih banyak sebelum terbentuk busa (Suripin,2002). Air dapat terurai oleh pengaruh arus listrik dengan reaksi:



merupakan pelarut yang baik. Air dapat bereaksi dengan basa kuat dan asam kuat. Air bereaksi dengan berbagai substansi membentuk senyawa padat air terikat dengannya, misalnya senyawa hidrat (Gabriel, 2001).

C. Sifat Biologis

Di dalam suatu lingkungan air, terdapat berbagai benda hidup yang khas bagi lingkungan tersebut. Benda hidup di perairan dibagi ke dalam organisme yang alami dan yang tidak alami bagi lingkungan tersebut. Organisme alami dalam badan air merupakan organisme yang tidak patogen terhadap manusia sedangkan organisme tidak alami dapat berasal air limbah, air hujan, debu dan lain-lain yang kemungkinan menyebabkan masalah bagi kesehatan.

2.1.2 Sumber-sumber air

Air yang berada di permukaan bumi dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi : (Chandra, 2015).

- a. Air angkasa (hujan)
- b. Air permukaan
- c. Air tanah

2.1.2.1 Air angkasa (hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel abu, mikroorganisme dan gas misalnya CO₂ , nitrogen dan amonia.

2.1.2.2 Air permukaan

Air permukaan meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah maupun lainnya.

2.1.2.3 Air tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan kedalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah terbagi atas:

1. Air tanah dangkal.

Air tanah dangkal terjadi dengan adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena mempunyai lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan secara alami, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada permukaan air yang dekat dengan permukaan tanah.

Setelah menemui lapisan air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Air tanah dangkal ini dapat pada kedalaman 15 m sebagai sumur air minum, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air tanah dalam.

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Kualitas dari air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada

lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas karbon dioksida (CO_2) dan Mangan bikarbonat ($\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$).

3. Air mata air.

Air mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya air permukaan tanah) terbagi atas : (Sutrisno, 1996).

- a. Rembesan, air ke luar dari lereng-lereng
- b. Umbul, air ke luar ke permukaan pada suatu dataran.

2.2 Sumur Gali Dan Sumur Bor

2.2.1 Pengertian sumur gali

Sumur gali merupakan sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air bagi masyarakat sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan

sanitasi baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur (Depkes RI,1985).

Keberadaan sumber air ini harus dilindungi dari aktivitas yang dapat mencemari air. Sumber air ini harus memiliki tempat (lokasi) dan konstruksi yang terlindungi dari drainase permukaan dan banjir. Bila sarana sumber air bersih ini dibuat dengan memenuhi persyaratan kesehatan, maka pencemaran dapat dikurangi, sehingga kualitas air yang diperoleh lebih baik (Waluyo, 2009).

Dari segi kesehatan penggunaan sumur gali sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga kurang baik bila cara pembuatannya tidak benar-benar diperhatikan, maka untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya, yaitu dengan memperhatikan syarat-syarat fisik dari sumur tersebut yang didasarkan pada beberapa hal, diantaranya lokasi sumur tidak kurang dari 10 meter dari sumber pencemar, lantai sumur sekurang-kurang berdiameter 1 meter jaraknya dari dinding sumur dan kedap air, saluran pembuangan air limbah minimal 10 meter dan permanen, tinggi bibir sumur 0,8 meter, memiliki cincin (dinding) sumur minimal 3 meter dan memiliki tutup sumur kuat dan rapat (Indan,2000)

2.2.2 Pengertian sumur bor

Sumur bor adalah jenis sumur yang konstrusinya dengan cara pengeboran lapisan air yang lebih dalam ataupun lapisan tanah yang jauh dari tanah permukaan dapat dicapai sehingga sedikit dipengaruhi kontaminasi. Umumnya air ini bebas dari pengotoran mikrobiologi dan secara langsung dapat dipergunakan sebagai air minum. Air tanah ini dapat diambil dengan pompa tangan maupun pompa mesin (Depkes RI, 1990).

2.3 Pengertian Titrimetri

Titrimetri atau volumetri adalah salah satu cara penentuan jumlah zat yang di dalam suatu campuran dan luas pemakaiannya. Pada analisa titrimetri di peroleh hasil yang akurat dan teliti serta dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi zat lain. Pada dasarnya cara titrimetri ini terdiri dari pengukuran volume larutanpereaksi yang digunakan untuk bereaksi secara stokiometri dengan zat yang ditentukan. Larutan pereaksi itu biasanya diketahui konsentrasinya dengan pasti dan disebut pentiter atau larutan baku. Titrasi adalah proses penambahan peniter kedalam zat yang akan ditentukan konsentrasinya dengan menggunakan bantuan alat yang disebut buret.

Pada proses titrasi ditambahkan larutan indikator untuk menunjukkan titik akhir titrasi. Pada proses titrasi juga dikenal dua titik yaitu titik kesetaraan (ekuivalen) dan titik akhir titrasi. Titik kesetaraan akan dicapai bila jumlah zat pentiter dan zat yang akan ditentukan telah bereaksi secara stoikiometri. Sedangkan titik akhir titrasi adalah titik titrasi dapat dihentikan dengan adanya perubahan warna dari larutan dengan adanya penambahan indikator. Agar proses titrasi dapat berjalan dengan baik sehingga memberikan hasil pemeriksaan yang tepat dan teliti maka persyaratan berikut:

- 1) Interaksi antara peniter dan zat yang ditentukan harus berlangsung secara stoikiometri dengan faktor stoikiometrisnya berupa bilangan bulat.
- 2) Laju reaksi harus cukup tinggi agar titrasi berlangsung dengan cepat.
- 3) Interaksi antara pentiter dan zat yang ditentukan harus berlangsung secara terhitung (Mahida, 1984).

2.3.1 Larutan baku/peniter

Larutan baku/peniter merupakan larutan yang konsentrasinya atau kepekataannya telah diketahui dan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi zat yang lain dalam analisa volumetris. Larutan baku ini dapat dibagi dua yaitu:

- a. Larutan baku primer adalah larutan yang konsentrasinya telah diketahui dan dapat dibuat dengan cara penimbangan dan pengenceran yang teliti. Contoh larutan baku primer antara lain : asam oksalat ($\text{H}_2 \text{C}_2 \text{O}_4$), natrium tetra borac ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$), barium hidroksida ($\text{Ba}(\text{OH})_2$), dan lain-lain.
- b. Larutan baku sekunder adalah larutan baku yang konsentrasinya dapat diketahui dengan cara menstandarisasikan menggunakan larutan baku primer, contohnya natrium hidroksida (NaOH), asam klorida (HCl), dan lain-lain.

2.3.2 Penggolongan titrimetri

Pemeriksaan kimia secara titrimetri dengan berbagai cara tergantung pada jenis interaksi kimia yang terjadi, cara melakukan titrasi dan jumlah cuplikan yang digunakan. Penggolongan titrimetri berdasarkan pertidaksamaan kimia dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu : (Rivai, 1995).

2.3.2.1 Titrasi asam basa

Titrasi asam basa adalah titrasi yang didasarkan pada reaksi perpindahan proton antara senyawa yang mempunyai sifat asam dan basa. Dengan metode ini berbagai senyawa organik dan anorganik dapat ditentukan dengan mudah. Untuk titrasi basa digunakan larutan baku asam, misalnya asam klorida (HCl), asam sulfat ($\text{H}_2 \text{SO}_4$), asam oksalat ($\text{C}_2 \text{H}_2 \text{O}_4$) dan asam dititrasi dengan larutan baku basa, misalnya natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH). Titik akhir titrasi ditetapkan dengan bantuan indikator yang sesuai, atau secara

potensimetri.

2.3.2.2 . Titrasi pengendapan

Titration pengendapan adalah titration yang didasarkan pada reaksi pembentukan endapan yang sukar larut, misalnya ion-ion halida yaitu klorida bromida (kecuali flourida), sering dilakukan dengan larutan standar perak nitrat. Titik akhir titration juga ditentukan dengan bantuan indikator atau secara potensimetri.

2.3.2.3 Titrasi kompleksometri

Titration kompleksometri adalah cara titration didasarkan pada reaksi zat-zat pengkompleks dengan ion-ion logam, menghasilkan senyawa kompleks yang mantap. Zat pengkompleks yang paling sering digunakan adalah asam etilen diaminatetra asetat (EDTA), membentuk senyawa kompleks yang mantap dengan beberapa ion logam. Titik akhir titration ditetapkan dengan indikator logam.

Kompleks atau kelat yang terbentuk melalui titration terdiri dari dua komonen yang membentuk ligan dan tergantung pada titran serta titrat yang hendak diamati. Kelat yang terbentuk melalui titration terdiri dari dua komponen yang membentuk ligan dan tergantung pada titran serta titrat yang hendak diamati. Dalam larutan dengan pH tertentu besar kation atau logam dapat bereaksi dengan kompleks yang kemudian membentuk ion kompleks.

contoh :



Jika diperhatikan contoh-contoh kompleks, terlihat bahwa suatu kompleks

selalu terjadi dari sebuah ion logam yang dinamakan ion negatif atau molekul. Sedangkan yang dinamakan Ligand (dari kata latin ligare = mengikat) . Jumlah ligand ini berbeda-beda dari dua sampai delapan. Jumlah ikatan dengan ligand itu disebut bilangan koordinasi yang biasanya merupakan bilangan genap terutama bernilai 4 atau 6. Ion logam univalen biasanya mempunyai bilangan koordinasi dua.

Bila ion berkompleks dengan ligand maksudnya ion Zn^{2+} dengan etilendiamin (dua molekul ligand per ion Zn karena bilangan koordinasi Zn mencapai 4), maka terbentuk ikatan – ikatan yang mempunyai bentuk cincin atau lingkaran (ring). Lingkaran demikian lingkaran kelat (chelate ring) dari jenis ligan yaitu berbagai:

- a. Unidentat, yaitu ligan yang mempunyai 1 gugus donor pasangan elektron.
Contoh : NH_3 , CN.
- b. Bidentat, yaitu ligan yang mempunyai 2 gugus donor pasangan elektron.
Contoh : Etilendiamin.
- c. Polidentat, yaitu ligan yang mempunyai banyak gugus donor pasangan elektron. Contoh : asam etilen diamintetra asetat (EDTA).

Kompleks yang berisi lingkaran kelat dinamakan kelat (chelate) dan ligand yang bersangkutan disebut suatu pembentuk kelat (pengkelat, chelating agent).

2.3.2.4 Titrasi Oksidasi – Reduksi

Titration oksidasi – reduksi merupakan titration yang didasarkan pada proses perpindahan elektron antara zat pengoksidasi dengan zat pereduksi. Zat pengoksidasi dititrasi dengan larutan baku zat pereduksi kuat, misalnya $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, asam ascorbat. Sebaliknya, zat pereduksi dititrasi dengan larutan baku zat

pengoksidasi kuat, misalnya KmnO_4 , KbrO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Titik akhir titrasi ditentukan dengan indikator oksidasi reduksi yang sesuai atau secara potensiometri. Sedangkan pada titrasi iometri (salah satu metode oksidasi reduksi) digunakan larutan kanji sebagai indikator khusus (Rivai, 1995).

2.3.3 Titrasi kompleks dengan EDTA

Kelatometri dalam analisis kimia mempunyai kelemahan-kelemahan. Ahli kimia asal Swiss meneliti pada penggunaan asam-asam aminopolikarboksilat, salah satunya ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA).

Faktor-faktor yang membuat EDTA sangat baik sebagai pereaksi kompleksometri antara lain:

- a. Selalu membentuk kompleks ketika direaksikan dengan ion logam.
- b. Kestabilannya dalam membentuk kelat sangat konstan sehingga reaksi berjalan sempurna (kecuali dengan logam alkali)
- c. Dapat bereaksi cepat dengan banyak jenis ion logam menggunakan indikatornya secara khusus
- d. Mudah diperoleh bahan baku primernya untuk pembakuan/ standarisasi

Senyawa EDTA dapat membentuk senyawa kompleks yang mantap dengan sejumlah besar ion logam. Dalam larutan yang agak asam, dapat terjadi protonasi parsial EDTA tanpa pematangan sempurna kompleks logam, yang menghasilkan spesies seperti CuHY . Bila beberapa ion logam yang ada dalam larutan tersebut maka titrasi dengan EDTA akan menunjukkan jumlah semua ion logam yang ada dalam larutan tersebut. Pada setiap reaksi pembentukan kompleks terjadi ion H^+ . EDTA selalu mengalami pengionan bertahap melepaskan ion hydrogen (Harjadi, 1993).

2.3.3.1 Pengaruh pH pada titrasi kompleks dengan EDTA

a. Suasana terlalu asam

Proton yang dibebaskan pada reaksi yang terjadi dapat mempengaruhi pH jika H^+ yang dilepaskan terlalu tinggi, maka hal tersebut dapat terdisosiasi sehingga kesetimbangan pembentukan kompleks dapat bergeser ke kiri, karena terganggu oleh suasana system titrasi yang terlalu asam. Pencegahan : sistem titrasi perlu didapar untuk mempertahankan pH yang diinginkan.

b. Suasana terlalu basa

Bila pH sistem titrasi terlalu basa, maka kemungkinan akan terbentuk endapan hidroksida dari logam yang bereaksi, maka reaksi kesetimbangan akan bergeser ke kanan, sehingga pada suasana basa yang banyak akan terbentuk endapan.

Berdasarkan terbentuknya H^+ pada pembentukan ion kompleks dan melihat harga pK_a maka pembentukan kompleks akan lebih baik dan lebih stabil dalam larutan alkalis. Pada umumnya kompleks EDTA dengan kation valensi 2 stabil dalam larutan yang sedikit asam atau alkalis. kompleks EDTA dengan logam valensi 3 dan 4 stabil dalam larutan dengan $pH = 1-3$. Logam – logam bervalensi 2 misalnya Cu, Pb, atau Ni dapat stabil pada $pH = 3$ sehingga dapat dititrasi secara selektif walaupun tercampur dengan logam – logam alkali tanah. Co^{2+} stabil dalam larutan HCl pekat.

Pada titrasi kompleksometri diperlukan penambahan bufer pH, agar kompleksnya stabil, dan perubahan warnanya jelas. Stabilitas dari kompleks ditentukan oleh harga K_s = konstante stabiliti yang menyebabkan perubahan harga

Ks :

2.3.3.2 Penentuan titik akhir titrasi pada kompleksometri

Penentuan titik akhir titrasi pada kompleksometri digunakan indikator ion logam atau metal ion indikator, yaitu zat warna yang bersifat sebagai komplekson, sehingga dapat membentuk kompleks dengan ion logam yang mempunyai warna yang berbeda dengan warna indikator itu sendiri.

Indikator dalam titrasi kompleksometri tidak berubah karena perubahan pH, atau karena daya oksidasi (Roth 1988). Syarat-syarat indikator logam, yaitu:

- a. Reaksi warnanya harus sensitif, dengan kepekaan yang besar terhadap logam.
- b. Perubahan warna pada titik ekuivalen tajam
- c. Perbedaan warna dari indikator bebas dengan indikator kompleks harus mempunyai kestabilan yang efektif, pH titrasi tidak boleh tidak teroksidasi dan tereduksi.
- d. Kestabilan kompleks logam indikator harus cukup.
- e. Ikatan senyawa logam EDTA harus lebih kuat dari pada ikatan antara logam-logam dengan indikator. Artinya ikatan logam – logam Indikator logamnya harus dapat diikat oleh EDTA.

Beberapa indikator yang paling banyak digunakan dalam titrasi kompleksometri.

a. Eriochrom Black-T (EBT)

Digunakan pada daerah pH 7 – 11. Suatu kelemahan dari indikator Eriochrom Black-T (EBT) bahwa larutannya tidak stabil, bila disimpan akan terjadi peruraian secara lambat, sehingga setelah jangka waktu tertentu indikator tidak berfungsi lagi. Suatu kesulitan yang dialami indikator metalokromik adalah pembentukan kelat dengan logam yang tidak reversibel atau terlalu kuat. Bila hal

ini terjadi maka tidak dapat terjadi perubahan warna dan indikator kehilangan fungsinya. Kejadian ini disebut blocking indikator. Contohnya blocking dengan Fe^{3+} merupakan asam lemah, tidak stabil dalam air karena senyawa ini merupakan gugus sulfonat yang mudah terdisosiasi sempurna dalam air dan mempunyai 2 gugus fenol yang terdisosiasi lambat dalam air.

indikator EBT digunakan pada: penentuan kadar Ca, Mg, Cd, Zn, Mn, Hg.

b. Murexide

Merupakan indikator sering digunakan untuk titrasi Ca^{2+} , pada pH=12. Perubahan warnanya dari merah muda menjadi ungu. Disini tidak diperlukan masking agen untuk menentukan kesadahan Ca karena ion Mg dan logam lainnya tidak mengganggu pada pH di atas 11. Logam- logam tadi mengendap dan membentuk hidroksida.

c. Jingga Xylenol

Merupakan indikator membentuk kompleks dengan logam memberikan warna merah. Indikator ini dipakai pada pH rendah ($< 5,4$) atau dalam HNO_3 0,2 M untuk titrasi kelat EDTA yang kuat. Misal untuk Zn dan Fe (III) secara langsung pada pH 1,5- 3,0 dan tidak langsung untuk Zr Fe (III).

3.3.4 Cara-Cara Titrasi Dengan EDTA

a. Cara titrasi langsung (*Direct titration*)

Larutan yang mengandung ion logam yang ditetapkan diatur pH nya sehingga didapat pH tertentu, dan ditambah dengan larutan bufer (dapar) sehingga dapat mempertahankan pH (misalnya pH=10 dengan Amonia), kemudian dititrasi dengan larutan standar NaEDTA dengan indikator logam.

Untuk mencegah terjadinya endapan logam hidroksida atau garam basanya

ditambahkan complexing agent (bahan pembentuk kompleks pembantu) misalnya: sitrat, tartrat atau tri etanol amine. Pada titik akhir titrasi dapat ditunjukkan dengan perubahan warna dari indikator logam yang bebas (EBT) yaitu dari larutan yang berwarna merah anggur menjadi biru. Selain itu juga dapat ditetapkan secara amperometrik, spektrofotometri atau potensiometrik. Cara ini dapat untuk menentukan garam-garam dari Ca, Mg, Zn, Pb, dan Pb.

b. Titrasi kembali (*Back titration = Recidual titration*)

Beberapa kation tidak dapat dititrasi secara langsung, antara lain disebabkan karena :

- a. Kation yang mengendap sebagai hidroksida dengan logam pada pH yang ditentukan untuk titrasi.
- b. Pembentukan kompleks sangat lambat
- c. Tidak adanya indikator yang sesuai.

Untuk ini dilakukan dengan cara ditambahkan larutan standar EDTA berlebihan dengan bufer yang tepat kedalam larutan yang dianalisa atau ditentukan kadarnya. Larutan dipanaskan larutan estándar beberapa menit, setelah dingin kelebihan larutan EDTA ditentukan dengan logam yang sesuai misalnya MgCl_2 , ZnCl_2 atau $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

c. Titrasi substitusi

Cara ini digunakan untuk penetapan kadar :

- a. Kation yang tidak dapat bereaksi dengan indikator logam
- b. Kation yang membentuk kompleks EDTA yang kurang stabil dari pada kompleks EDTA dengan logam-logam lain, misalnya : Ca dan Mg.

Banyaknya Mg yang bebas setara dengan dengan kation yang ada dan

dapat dititrasi dengan standat EDTA dengan indikator yang sesuai. Ca, Pb dan raksa dapat ditetepkan dengan cara ini dengan menggunakan indikator EBT dengan hasil yang memuaskan.

2.4 Permanganometri

Permanganometri merupakan titrasi yang dilakukan berdasarkan reaksi oleh kalium permanganat (KMnO_4). Reaksi ini difokuskan pada reaksi oksidasi dan reduksi yang terjadi antara KMnO_4 dengan bahan tertentu. Titrasi dengan KMnO_4 sudah dikenal lebih dari seratus tahun. Kebanyakan titrasi dilakukan dengan cara langsung atas bahan yang dapat dioksidasi seperti Fe^{2+} , asam atau garam oksalat yang dapat larut dan sebagainya. Beberapa ion logam yang tidak dioksidasi dapat dititrasi secara tidak langsung dengan permanganometri seperti:

- a. Ion-ion Ca, Ba, Sr, Pb, Zn, dan Hg (I) yang dapat diendapkan sebagai oksalat. Setelah endapan disaring dan dicuci, dilarutkan dalam asam sulfat berlebih sehingga terbentuk asam oksalat secara kuantitatif. Asam oksalat inilah yang dititrasi dan hasil titrasi dapat dihitung dengan kesetaraan banyaknya ion logam yang bersangkutan.
- b. Ion-ion Ba dan Pb dapat pula diendapkan sebagai garam kromat. Setelah disaring, dicuci, dan dilarutkan dengan asam, ditambahkan pula larutan baku fero (II) sulfat (FeSO_4) berlebih. Sebagian Fe^{2+} dioksidasi oleh kromat tersebut dan sisanya dapat ditentukan banyaknya dengan menitrasinya dengan KMnO_4 (Effendi, 2003).

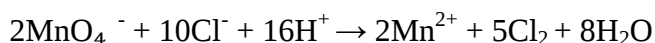
Kalium Permanganat (KMnO_4) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik, yang dikenal sebagai

parameter nilai permanganat atau sering disebut sebagai bahan organik total atau TOM (*Total Organic Matter*). Akan tetapi, kemampuan oksidasi oleh permanganat sangat bervariasi, tergantung pada senyawa-senyawa yang terkandung didalam air (Effendi, 2003).

Uji coba ini dengan cepat menunjukkan kebutuhan langsung oksigen yang disebabkan oleh zat-zat anorganik yang dioksidasi, seperti nitrit, sulfida, sulfit dan sebagainya, maupun oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasi dengan mudah. Uji coba permanganat, yang dapat dikerjakan dengan cepat, dengan demikian, dapat dipergunakan untuk penentuan kadar berbagai senyawa yang dapat bereaksi dengan permanganat. Uji coba permanganat selama empat jam merupakan uji coba kimia murni dan mengukur jumlah zat pencemar yang dioksidasi secara kimiawi oleh potasium permanganat. Uji coba permanganat menunjukkan jumlah yang sesungguhnya dari pada kotoran-kotoran organik di dalam suatu contoh (Mahida, 1993).

2.4.1 Oksidasi dengan kalium permanganat

Zat pengoksidasi yang berharga dan sangat kuat ini paling mula diperkenalkan dalam analisis titrimetri oleh F. Margueritte untuk titrasi besi (II), dalam larutan-larutan asam, reduksi ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut : $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (Vogel, 1994). Sehingga ekuivalennya adalah seperlima mol, yaitu $158,03/5$, atau $31,606$. Potensial standar dalam larutan asam menurut perhitungan adalah $1,51$ volt, maka ion permanganat dalam larutan asam adalah zat pengoksidasi yang kuat. Asam sulfat adalah asam yang paling sesuai, karena tak bereaksi terhadap permanganat dalam larutan encer. Dengan asam klorida, ada kemungkinan terjadi reaksi :



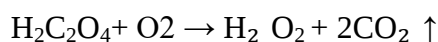
Kalium permanganat bukanlah suatu standar primer. Zat ini sukar diperoleh sempurna murni dan bebas sama sekali dengan mangan dioksida. Lagi pula air suling kemungkinan mengandung zat-zat pereduksi (runutan bahan-bahan organik, dan sebagainya), yang akan bereaksi dengan kalium permanganat dan dengan manganoksida. Adanya zat ini sangatlah mengganggu, karena mengkatalisis penguraian sendiri larutan permanganat (Vogel, 1994).

2.4.2 Sumber Kesalahan Permanganometri

Sumber-sumber kesalahan pada titrasi permanganometri, antara lain terletak pada larutan pentiter KMnO_4 pada buret. Apabila percobaan dilakukan dalam waktu yang lama, larutan KMnO_4 pada buret yang terkena sinar akan terurai menjadi MnO_2 sehingga pada titik akhir titrasi akan diperoleh pembentukan presipitasi coklat yang seharusnya adalah larutan berwarna jernih merah rosa. Pemberian KMnO_4 yang terlalu cepat pada larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ yang telah ditambahkan H_2SO_4 dan telah dipanaskan cenderung menyebabkan reaksi antara MnO_4^- dengan Mn^{2+} :



Pemberian KMnO_4 yang terlalu lambat pada larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ yang telah ditambahkan H_2SO_4 dan telah dipanaskan mungkin akan terjadi kehilangan oksalat karena membentuk peroksida yang kemudian terurai menjadi air. Reaksinya dapat dilihat sebagai berikut :



2.5 Zat Organik di Dalam Air

Air adalah zat kimia yang penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi.

Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (runoff, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia.

Di banyak tempat di dunia terjadi kekurangan persediaan air. Selain di bumi, sejumlah besar air juga diperkirakan terdapat pada kutub utara dan selatan planet Mars, serta pada bulan-bulan Europa dan Enceladus. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990, penggolongan air menurut peruntukannya ditetapkan sebagai berikut :

1. Golongan A : Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B : Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
3. Golongan C : Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D : Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.

Zat organik pada umumnya merupakan bagian dari binatang atau tumbuh-tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein, lemak,

dan lipid. Zat organik ini mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Kandungan zat organik di dalam air diidentifikasi sebagai bilangan permanganat yaitu banyaknya mg/liter kalium permanganat (KMnO_4) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terdapat dalam satu liter sampel air yang dididihkan selama 10 menit (Unus Suriawiria, 2005).

Untuk kebutuhan minum, air harus bebas dari logam berat, zat organik maupun mikroorganisme yang dapat membahayakan tubuh manusia. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka disarankan penggunaan air harus direbus terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya penyakit yang disebabkan oleh air. Air minum harus memenuhi standar yang berlaku baik kualitas maupun kuantitas sesuai persyaratan dari PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990, tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum.

Air minum mempunyai batas maksimal zat organik, karena kadar zat organik yang berlebihan memungkinkan pertumbuhan kuman yang dapat membahayakan kesehatan. Dalam standar PERMENKES RI nomor 416 /Menkes/Per/IX/1990 telah ditetapkan maksimal zat organik sebagai angka permanganat dalam air minum adalah 10 mg/liter (Unus Suriawiria, 2005).

2.5.1 Bahaya zat organik dalam air

Adanya bahan-bahan organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air, terutama timbulnya warna, bau dan rasa, dan kekeruhan yang tidak diinginkan. Tingginya kandungan zat organik dalam air dapat diketahui dengan menentukan angka permanganatnya. Walaupun kalium permanganat sebagai oksidator yang dipakai tidak dapat mengoksidasi semua zat

organik yang terkandung di dalam air, namun cara ini sangat praktis dan cepat pengerjaannya. Standar persyaratan kandungan bahan organik dalam air minum dan kebutuhan rumah tangga menurut PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/ 1990 maksimal yang diperbolehkan adalah 10 mg/L. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh penyimpangan terhadap standar ini adalah timbulnya bau yang tidak sedap pada air minum, dan dapat menyebabkan sakit perut (Sutrisno, 1996).

2.6 Kesadahan Air

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali busa. Cara yang lebih kompleks adalah melalui titrasi. Kesadahan air total dinyatakan dalam satuan ppm berat per volume (w/v) dari CaCO_3 .

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk di minum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun dapat membentuk gumpalan *scum* yang sukar di hilangkan. Dalam industri, kesadahan

air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Untuk menghilangkan kesadahan biasanya digunakan berbagai zat kimia, ataupun dengan menggunakan resin penukar ion.

Secara lebih rinci kesadahan dibagi dalam dua tipe, yaitu:

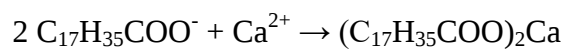
1. Kesadahan umum (*general hardness* atau *GH*)
2. Kesadahan karbonat (*carbonate hardness* atau *KH*)

Di samping dua tipe kesadahan tersebut, dikenal pula tipe kesadahan yang lain yaitu yang disebut sebagai kesadahan total atau *total hardness*. Kesadahan total merupakan penjumlahan dari GH dan KH. Kesadahan umum atau “*General Hardness*” merupakan ukuran yang menunjukkan jumlah ion kalsium (Ca^{2+}) dan ion magnesium (Mg^{2+}) dalam air. GH pada umumnya dinyatakan dalam satuan ppm (part per million/ satu persejuta bagian) kalsium karbonat (CaCO_3), tingkat kekerasan (dH), atau dengan menggunakan konsentrasi molar CaCO_3 . Satu satuan kesadahan Jerman atau dH sama dengan 10 mg CaO (kalsium oksida) per liter air. Kesadahan pada umumnya menggunakan satuan ppm CaCO_3 , dengan demikian satu satuan Jerman (dH) dapat diekspresikan sebagai 17.8 ppm CaCO_3 . Sedangkan satuan konsentrasi molar dari 1 mili ekuivalen = 2.8 dH = 50 ppm. Kesadahan karbonat atau KH merupakan besaran yang menunjukkan kandungan ion bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat (CO_3^{2-}) di dalam air. KH sering disebut sebagai alkalinitas yaitu suatu ekspresi dari kemampuan air untuk mengikat kemasaman (ion-ion yang mampu mengikat H^+).

2.6.1 Efek air sadah

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan

mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun tidak dapat membentuk busa, tetapi malah membentuk gumpalan *soap scum* (sampah sabun) yang sukar dihilangkan. Efek ini timbul karena ion $2+$ menghancurkan sifat surfaktan dari sabun dengan membentuk endapan padat (sampah sabun tersebut). Komponen utama dari sampah tersebut adalah kalsium stearat, yang muncul dari stearat natrium, komponen utama dari sabun:



Dalam industri, kesadahan air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Pada industri yang menggunakan ketel uap, air yang digunakan harus terbebas dari kesadahan. Hal ini dikarenakan kalsium dan magnesium karbonat cenderung mengendap pada permukaan pipa dan permukaan penukar panas. Presipitasi (pembentukan padatan tak larut) ini terutama disebabkan oleh dekomposisi termal ion bikarbonat, tetapi bisa juga terjadi sampai batas tertentu walaupun tanpa adanya ion tersebut. Penumpukan endapan ini dapat mengakibatkan terhambatnya aliran air di dalam pipa. Dalam ketel uap, endapan mengganggu aliran panas ke dalam air, mengurangi efisiensi pemanasan dan memungkinkan komponen logam ketel uap terlalu panas. Dalam sistem bertekanan, panas berlebih ini dapat menyebabkan kegagalan ketel uap. Kerusakan yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat bervariasi tergantung pada bentuk kristal, misalnya, kalsit atau aragonit.

2.6.2 Jenis air sadah

Air sadah digolongkan menjadi dua jenis, berdasarkan jenis anion yang diikat oleh kation (Ca^{2+} atau Mg^{2+}), yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap.

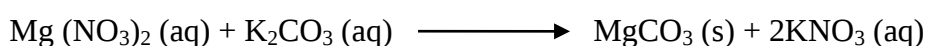
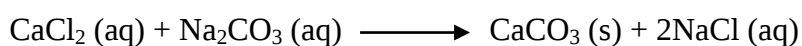
a. Air sadah sementara

Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan atau magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Air yang mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah sementara karena kesadahnya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} . Dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. Reaksi yang terjadi adalah :



b. Air sadah tetap

Air sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion Cl^- , NO_3^- , dan SO_4^{2-} . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida (CaCl_2), kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium klorida (MgCl_2), magnesium nitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$), dan magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadahnya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Untuk membebaskan air tersebut dari kesadahan, harus dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat-zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat, yaitu $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ atau $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$. Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} .



Dengan terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 berarti air tersebut

telah terbebas dari ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan.

2.7 Kalsium

Kalsium adalah unsur kimia dengan simbol dan Ca nomor atom 20. memiliki massa atom 40,078. Merupakan logam alkali tanah yang lunak berwarna abu-abu, dan merupakan unsur yang paling berlimpah di kerak bumi. Kalsium mempunyai kerapatan $1,55 \text{ g/cm}^3$, adalah yang paling ringan dari logam alkali tanah; magnesium (gravitasi spesifik 1,74) dan berilium (1,84) lebih padat, meskipun lebih ringan dalam massa atom. Seterusnya strontium, logam-logam alkali menjadi lebih padat dengan massa atom meningkat.

Kalsium terlarut kelima paling melimpah di air laut baik, setelah natrium, klorida, magnesium, dan sulfat. Kalsium sangat penting untuk organisme hidup, terutama dalam fisiologi sel, di mana pergerakan ion kalsium Ca^{2+} ke dalam dan keluar dari fungsi sitoplasma sebagai sinyal untuk banyak proses seluler.

Sebagai bahan utama yang digunakan dalam mineralisasi tulang kalsium adalah logam paling berlimpah oleh massa di banyak hewan. Garam kalsium tidak berwarna dari setiap kontribusi kalsium, dan solusi ion kalsium (Ca^{2+}) yang berwarna juga. Banyak garam kalsium yang tidak larut dalam air. Ketika dalam larutan, ion kalsium dengan selera manusia sangat bervariasi, yang dilaporkan sebagai sedikit asin, asam "mineral seperti", atau bahkan "menenangkan." Hal ini jelas bahwa banyak hewan bisa merasakan, atau mengembangkan rasa, untuk kalsium, dan menggunakan akal ini untuk mendeteksi mineral dalam menjilati garam atau sumber lain. Dalam gizi manusia, garam kalsium larut dapat ditambahkan ke jus tart tanpa efek banyak langit-langit rata-rata.

Kalsium merupakan unsur paling berlimpah kelima oleh massa dalam tubuh manusia, adalah utusan ionik umum seluler dengan banyak fungsi, dan berfungsi juga sebagai elemen struktural dalam tulang. Ini adalah kalsium bernomor atom relatif tinggi dalam kerangka yang menyebabkan tulang menjadi radio-opak. Dari komponen padat tubuh manusia setelah pengeringan dan pembakaran organik (seperti misalnya, setelah kremasi), sekitar sepertiga dari total massa "mineral" yang tersisa, adalah kilogram sekitar satu kalsium yang menyusun kerangka rata-rata (sisanya yang sebagian besar fosfor dan oksigen). Kalsium tidak alami ditemukan dalam keadaan unturnya. Paling sering pada batuan sedimen di kalsit mineral, dolomit dan gipsum. Hal ini juga terjadi pada batuan beku dan metamorf terutama dalam mineral silikat: plagioklas, amphiboles.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk menentukan gambaran suatu keadaan secara objektif tentang bilangan permanganat dan kesadahan. Air sumur gali, sumur bor dibandingkan dengan air PDAM yang digunakan masyarakat di daerah Pecut Sei Tuan Deli Serdang sebagai sumber air minum dan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Sampel diambil dari air sumur gali, sumur bor dan air PDAM di daerah Pecut Sei Tuan Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian, Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indah Medan, pada bulan Juli 2023 sampai Maret 2024.

1.3 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh air sumur gali, sumur bor dan air PDAM di daerah Pecut Sei Tuan Deli Serdang. Sebagai sampel dalam penelitian ini adalah 12 buah sampel air sumur gali, 12 buah sampel air bor, dan 1 buah air PDAM yang digunakan masyarakat sebagai sumber air minum dan keperluan rumah tangga di daerah Pecut Sei Tuan Deli Serdang .

Sampel diambil pada sore hari, karena pada sore hari merupakan waktu peralihan, dari kegiatan masyarakat yang penuh kesibukan kegiatan yang senggang, sehingga kemungkinan air sumur gali untuk tercemar lebih besar. Sampel diambil dari 6 dusun. Dan setiap dusun sebanyak 2 sumur gali dan 2

sumur bor, sehingga berjumlah 12 sampel sumur gali dan 12 sampel sumur bor dan PDAM.

3.4 Alat-alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah buret, statif, pipet labu Erlenmeyer 300 ml, labu tentukur 1000 ml, 500 ml, dan 100 ml, stop watch, pemanas listrik, gelas ukur 5 ml, pipet volume 10 ml, 50 ml, beker 1000 ml, 500 ml dan 100 ml, buret 50 ml, termometer, neraca analitik, dan alat-alat gelas laboratorium lainnya.

3.5 Bahan-bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sumur bor, sumur gali dan PDAM, akuades, dan bahan kimia yang berkualitas proanalisa keluaran E'Merck yaitu amonium klorida, amonia, indikator hitam eriokrom, indikator murexid, zinkum sulfat, natrium edetat, natrium hidroksida, asam sulfat, natrium klorida kalium permanganat, asam oksalat.

3.6 Pembuatan/Persiapan Pereaksi

3.6.1 Larutan asam sulfat 4N

Dimasukkan sebanyak 11 ml asam sulfat Pekat 98% ke dalam beker glas 100 ml yang sudah berisi akuades sebanyak 60 ml. Diencerkan dengan akuades hingga 100 ml.

3.6.2 Pembuatan larutan kalium permanganat 0,1 N

Ditimbang 3,2 gram Kalium permanganat. Dilarutkan dengan akuades, dan diencerkan hingga 100 ml, dan didihkan, kemudian didinginkan, dibiarkan selama 24 jam, dan disaring.

3.6.3 Pembuatan larutan kalium permanganat 0,01 N

Dimasukkan 100 ml kalium permanganat 0,1 N ke dalam labu tentukur 1 liter, diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

3.6.4 Pembuatan larutan 0,1 N Asam oksalat

Ditimbang 0,6317 gram asam oksalat dilarutkan dengan akuades. Di dalam labu tentukur 100 ml dan dicukupkan hingga garis tanda.

3.6.5 Pembuatan larutan 0,01 N Asam oksalat

Dipipet 10 ml 0,1N. Dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

3.6.6 Pembakuan larutan KMnO_4

Dipipet 10 ml larutan standar asam oksalat 0,0100N, Dimasukkan ke dalam Labu Erlenmeyer, ditambahkan 20 ml akuades dan 5 ml asam sulfat 4N, dipanaskan sampai suhu 60-70 °C. Dititrasi dengan larutan KMnO_4 yang akan dibakukan hingga terbentuk warna merah muda. Dicatat volume larutan KMnO_4 yang terpakai, dan dilakukan duplo, Dihitung normalitas larutan KMnO_4

3.6.7 Pembuatan larutan standar Na_2EDTA 0,01 M

Ditimbang 1,8612 gram Na_2EDTA dilarutkan dengan akuades dan diencerkan sampai 500 ml.

3.6.8 Pembuatan larutan standar Zink sulfat 0,01 M

Ditimbang 0,2875 gram ZnSO_4 dilarutkan dengan akuades di dalam labu tentukur 50 ml, dan diencerkan dengan akuades hingga garis tanda.

3.6.9 Pembuatan larutan Natrium hidroksida 1 N

Ditimbang 4 gram NaOH dilarutkan dengan akuades dan diencerkan

hingga 100 ml.

3.6.10 Pembuatan larutan buffer amoniak

Ditimbang 3,5 gram NH_4Cl dilarutkan dengan 15 ml NH_4OH dan diencerkan dengan akuades hingga 50 ml.

3.6.11 Pembuatan Indikator murexid

Dicampur 200 mg murexid dengan 10 gram NaCl yang digerus dengan mortir sampai halus dan homogen.

3.6.12 Indikator EBT

Ditimbang 25 mg EBT dengan 5 gram NaCl yang digerus dengan mortir sampai halus dan homogen.

3.7 Pembakuan Larutan $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ 0,01 M

Dipipet 10 ml larutan standar zink sulfat 0,01 M, dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml. Ditambahkan 25 ml akuades, 2 ml larutan buffer salmiak pH 10, dan 0,05 gram indikator EBT yang telah dicampur dengan NaCl . Dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ yang akan dibakukan sampai larutan berubah warna dari merah menjadi biru. Dicatat volume larutan Na_2EDTA yang terpakai, dan dilakukan duplo. Dihitung normalitas larutan Na_2EDTA

3.8 Pengambilan Sampel Air Sumur

Diambil bambu sepanjang mungkin, kemudian dimasukkan bambu tersebut ke dalam sumur gali sampai menyentuh dasar sumur, Ditarik kembali bambu tersebut, kemudin di beri tanda pada bambu yang terkena air, Kemudian diukur sepertiga dari tanda batas atas bambu, sepertiga dari dasar bambu, dan sepertiga dan setengah dari atas bambu yang basah. Selanjutnya di setiap tanda diikatkan botol ukuran 2 liter yang ditutup gabus yang sebelumnya gabus tersebut

di ikat dengan tali.

Pada saat botol yang sudah diikatkan pada bambu dimasukkan ke dalam sumur dan dasar bambu sudah menyentuh dasar sumur, pada saat tali yang dihubungkan gabus ditarik sehingga air sumur masuk ke dalam botol, Setelah botol terisi penuh dengan air, bambu ditarik secara perlahan-lahan. Untuk sumur bor dan air PDAM diambil melalui pipa dari pompa yang tersedia, sebelum nya dsterilka menggunakan alkohol dan lampu bunsen. Kemudian sampel air dimasukkan ke dalam wadah yang telah disetilkan dan segera dibawa ke laboratorium, dan disimpan di lemari pendingin.

3.9 Penetapan Bilangan Permanganat

3.9.1 Pembebasan zat organik pada alat-alat

Ke dalam alat-alat yang digunakan 250 ml dimasukan 100 ml akuades, ditambahkan 5 ml H_2SO_4 bebas zat organik dan beberapa tetes $KMnO_4$ 0,001 N sampai berwarna merah muda, kemudian di didihkan selama 10 menit dan dibuang larutan tersebut.

3.9.2 Prosedur penetapan bilangan permanganat dari sampel

Dipipet 100 ml sampel air sumur gali, sumur bor dan air PDAM masing masing yang telah dipersiapkan. Dimasukan ke dalam labu Erlemeyer. Ditambahkan 5 ml asam sulfat 4N. Dipasang pendingin, dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya selagi panas suhu sekitar $60-70^{\circ}C$, ditambahkan 10 larutan $KMnO_4$ 0,01 N secara kuantitatif melalui pipet volume. Labu Erlenmeyer ditutup dan dibiarkan selama 10 menit dengan suhu dipertahankan tetap sekitar $60-70^{\circ}C$ ditambahkan 10 ml larutan standar asam oksalat 0,01 N, sampai warna merah hilang (kalau warna merah tidak hilang ditambahkan lagi 5 ml larutan asam

oksalat secara kuantitatif). Kemudian selagi panas dititrasi dengan larutan standar KMnO_4 0,01 N sampai warna merah muda. Dicatat volume larutan KMnO_4 yang terpakai, dan diulangi pekerjaan sampai 6 kali. Dihitung bilangan permanganat menggunakan rumus :

$$\frac{[(10 + a) - (VB)] \times NA \times 0,316 \times 1000}{Volume\ sampel \times 0,01}$$

Keterangan :

a = volume KMnO_4 yang terpakai pada titrasi

VA = Volume KMnO_4 yang ditambahkan

VB = Volume Asam oksalat yang ditambahkan

NA = Normalitas KMnO_4

3.10 Prosedur Penentuan Kesadahan

3.10.1 Penetapan kesadahan total

Dipipet 50 ml sampel air sampel air sumur gali, air sumur bor dan air PDAM yang telah diambil dan telah dipersiapkan, masing masing dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Ditambahkan 1 ml larutan NaOH 4N sampai pH 10, ditamahkan larutan Buffer salmiak pH 10, dan indikator EBT sehingga terbentuk warna merah anggur. Dititrasi dengan larutan standar Na_2EDTA sampai terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi biru. Dicatat jumlah volume Na_2EDTA yang terpakai, diulangi pekerjaan sampai 6 kali. Dihitung kesadahan total (mg/liter) menggunakan rumus :

$$\frac{V.NaEDTA \times N.NaEDTA \times 100 \times 1000}{Volume\ sampel\ (ml)}$$

3.10.2 Penetapan kesadahan kalsium

Dipipet 50 ml sampel air sumur gali, air sumur bor dan air PDAM masing masing yang telah diambil dan telah dipersiapkan, dan dimasukkan ke dalam

labu Erlenmeyer. Ditambahkan 1 ml NaOH 4N sampai pH di atas 12, ditambahkan indikator mureksid sehingga terbentuk warna merah muda. Dititrasi dengan larutan standar Na₂EDTA sampai terjadi perubahan warna dari merah muda menjadi anggur. Dicatat jumlah volume Na₂EDTA yang terpakai, diulangi pekerjaan sampai 6 kali. Dihitung kesadahan parisial kalsium (mg/liter) menggunakan rumus :

$$\frac{V.NaEDTA \times N.NaEDTA \times 40 \times 1000}{Volume\ sampel\ (ml)}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan sampel

Penentuan bilangan permanganat dari air sumur gali dan sumur bor yang digunakan penduduk untuk air bersih dan keperluan rumah tangga bertujuan untuk mengetahui tingkat cemara organik di dalam air. Menurut PERMENKES RI nomor 416/Menkes/IX/1990 bahwa bilangan permanganat maksimal di dalam air bersih adalah 10,0 mg/liter. Dan penentuan bilangan kesadahan bertujuan untuk mengetahui tingkat kandungan logam. Di sebutkan bahwa menurut PERMENKES RI nomor 416/Menkes/IX/1990 kesadahan total di dalam air bersih dan keperluan rumah tangga adalah maksimum 500mg/liter.

Sampel yang diteliti adalah air sumur gali, sumur bor dan PDAM yang digunakan oleh penduduk di daerah desa Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga yaitu di ambil air sumur gali dan air sumur bor masing masing dari 6 desa. Dan dari setiap desa masing-masing 2 sampel sehingga jumlah sampel air sumur gali sebanyak 12 sampel, sumur bor 12 sampel, dan 1 sampel dari air PDAM.

4.2 Penentuan Bilangan Permanganat dan Kesadahan

Sebelum dilakukan penentuan bilangan permanganat dan bilangan kesadahan seluruh sampel air diperhatikan keadaan fisiknya secara organoleptis pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengamatan keadaan fisik air secara organoleptis

No	Sampel	Warna	Bau	Rasa
1	Sampel 1 sumur gali dusun 5	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
2	Sampel 2 sumur gali dusun 5	Agak kekuningan	Sedikit berbau	Sedikit terasa asin
3	Sampel 3 sumur gali dusun 7	Agak keruh kekuningan	Sedikit berbau	Sedikit terasa asin
4	Sampel 4 sumur gali dusun 7	Agak kekuningan	Sedikit berbau	Sedikit terasa asin
5	Sampel 5 sumur gali dusun 8	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
6	Sampel 6 sumur gali dusun 8	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
7	Sampel 7 sumur gali dusun 9	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
8	Sampel 8 sumur gali dusun 9	Agak kekuningan	Sedikit berbau	Sedikit terasa asin
9	Sampel 9 sumur gali dusun 10	Agak keruh kekuningan	Sedikit berbau	Sedikit terasa asin
10	Sampel 10 sumur gali dusun 10	Agak keruh kekuningan	Tidak berbau	Sedikit terasa asin
11	Sampel 11 sumur gali dusun 11	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
12	Sampel 12 sumur gali dusun 11	Agak keruh tidak berwarna	Sedikit berbau logam	Sedikit terasa asin
13	Sampel 1 sumur gali dusun 5	Jernih tidak Berwarna	Tidak berbau	Tidak Berasa
14	Sampel 2 sumur bor dusun 5	Agak keruh tidak berwarna	Sedikit berbau logam	Sedikit terasa asin
15	Sampel 3 sumur bor dusun 5	Agak keruh tidak berwarna	Sedikit berbau logam	Sedikit terasa asin
16	Sampel 4 sumur bor dusun 7	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa

17	Sampel 5 sumur bor dusun 7	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
18	Sampel 6 sumur bor dusun 8	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
19	Sampel 7 sumur bor dusun 8	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
20	Sampel 8 sumur bor dusun 9	Agak keruh tidak berwarna	Sedikit berbau logam	Sedikit terasa asin
21	Sampel 9 sumur bor dusun 9	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
22	Sampel 10 sumur bor dusun 10	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
23	Sampel 11 sumur bor dusun 10	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa
24	Sampel 12 sumur bor dusun 11	Agak keruh tidak berwarna	Tidak berbau logam	Sedikit terasa asin
25	Air PDAM	Jernih tidak berwarna	Tidak berbau	Tidak berasa

4.2.1 Hasil penentuan bilangan permanganat

Penentuan bilangan permanganat dilakukan secara titrasi permanganometri yaitu sampel ditambahkan dengan larutan standar kalium permanganat berlebihan, akan terjadi reaksi oksidasi dari senyawa organik berupa cemaran di dalam sampel. selanjutnya kelebihan larutan kalium permanganat ditambahkan larutan standar asam oksalat berlebihan, kemudian kelebihan larutan asam oksalat dititrasi kembali dengan larutan standar kalium permanganat.

Titrasi dilakukan pada suhu 60-70°C, karena bila dikerjakan pada suhu di bawah 60°C, dapat terbentuk mangan oksida (MnO_2) berwarna coklat sehingga titik akhir titrasi sulit diamati dan volume titrasi tidak tepat. Jika dilakukan pada suhu di atas 70°C dapat terjadi oksidasi sebagian senyawa organik di dalam

sampel oleh pemanasan sehingga titik akhir titrasi diperoleh lebih cepat dari semestinya, maka volume titrasi tidak tepat. Data dan perhitungan bilangan permanganat dari beberapa sampel sumur gali, dan sumur bor dan PDAM selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7, dan rekapitulasi hasil penentuan bilangan permanganat dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil penentuan bilangan permanganat sampel air sumur gali dari beberapa dusun

No	Sampel	Bilangan permanganat yang di peroleh (mg/liter)	Keterangan
1	Sampel 1 sumur gali dusun 5	$7,75 \pm 0,29$	Memenuhi syarat
2	Sampel 2 sumur gali dusun 5	$10,18 \pm 0,21$	Tidak memenuhi syarat
3	Sampel 3 sumur gali dusun 7	$10,93 \pm 0,24$	Tidak memenuhi syarat
4	Sampel 4 sumur gali dusun 7	$12,94 \pm 0,21$	Tidak memenuhi syarat
5	Sampel 5 sumur gali dusun 8	$6,41 \pm 0,18$	Memenuhi syarat
6	Sampel 6 sumur gali dusun 8	$9,16 \pm 0,43$	Memenuhi syarat
7	Sampel 7 sumur gali dusun 9	$9,33 \pm 0,18$	Memenuhi syarat
8	Sampel 8 sumur gali dusun 9	$11,92 \pm 0,21$	Tidak memenuhi syarat
9	Sampel 9 sumur gali dusun 10	$10,54 \pm 0,13$	Tidak memenuhi syarat
10	Sampel 10 sumur gali dusun 10	$10,10 \pm 0,25$	Tidak memenuhi syarat
11	Sampel 11 sumur gali dusun 11	$8,28 \pm 0,2$	Memenuhi syarat
12	Sampel 12 sumur gali dusun 11	$11,39 \pm 0,20$	Tidak memenuhi syarat

Tabel 4.3 Hasil penentuan bilangan permanganat sampel air sumur bor dari beberapa dusun dan air PDAM

No	Sampel	Bilangan permanganat yang di peroleh (mg/liter)	Keterangan
1	Sampel 1 sumur bor dusun 5	7,73±0,28	Memenuhi syarat
2	Sampel 2 sumur bor dusun 5	10,18±0,21	Tidak memenuhi syarat
3	Sampel 3 sumur bor dusun 7	10,37±0,25	Tidak memenuhi syarat
4	Sampel 4 sumur bor dusun 7	8,31±0,28	Memenuhi syarat
5	Sampel 5 sumur gali dusun 8	9,55±0,29	Memenuhi syarat
6	Sampel 6 sumur gali dusun 8	9,16±0,26	Memenuhi syarat
7	Sampel 7 sumur gali dusun 9	6,52±0,18	Memenuhi syarat
8	Sampel 8 sumur gali dusun 9	12,19±0,24	Tidak memenuhi syarat
9	Sampel 9 sumur gali dusun 10	9,33±0,18	Memenuhi syarat
10	Sampel 10 sumur gali dusun 10	8,02±0,28	Memenuhi syarat
11	Sampel 11 sumur gali dusun 11	7,41±0,21	Memenuhi syarat
12	Sampel 12 sumur gali dusun 11	8,87±0,21	Memenuhi syarat
13	Air PDAM	2,76±0,26	Memenuhi syarat

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa dari 12 sampel air sumur gali yang diuji terdapat 6 sampel tidak memenuhi syarat bilangan permanganat lebih dari 10 mg/liter, yaitu sampel 2 sumur gali dusun 5 sebesar 10,18±0,21 mg/liter, sampel 3 sumur gali dusun 7 sebesar 10,93±0,24 mg/liter, sampel 4 sumur gali dusun 7 sebesar 12,94±0,21 mg/liter, sampel 8 sumur gali dusun 9 sebesar

11,92±0,21 mg/liter, sampel 9 sumur gali dusun 10 sebesar 10,54±0,13 mg/liter, sampel 12 sumur gali dusun 11 sebesar 11,39±0,20 mg/liter.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 12 sampel air sumur bor yang diuji terdapat 3 sampel yang tidak memenuhi syarat bilangan permanganat yaitu sampel 2 sumur bor dusun 5 sebesar 10,18±0,21 mg/liter, sampel 3 sumur bor dusun 7 sebesar 10,37±0,25 mg/liter, sampel 8 sumur gali dusun 9 sebesar 12,19±0,24 mg/liter. Air PDAM memenuhi persyaratan bilangan permanganate, yaitu mengandung cemaran organik berdasarkan persyaratan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/IX/1990 mengenai air bersih yaitu bilangan permanganat tidak boleh melebihi 10,0 mg/liter.

Tingginya cemaran senyawa organik di dalam air sumur ini kemungkinan besar berasal dari adanya limbah disekitar sumur, terutama sampah organik bahkan ada beberapa sumur yang terlihat lokasinya sangat berdekatan dengan pembuangan WC (seпти tank), dan ada juga berdekatan dengan kandang lemak. Urea atau unsur nitrogen yang terdapat didalam sampah dan tinja atau feces dapat terdifusi kedalam sumur melalui tanah, dan senyawa ini berupa cemaran organik.

Cemaran organik yang tinggi didalam air jika dikonsumsi dapat membahayakan bagi kesehatan, karena akan terjadi berbagai reaksi didalam tubuh, antara lain terbentuknya radikal bebas yang dapat merusak jaringan dan menyebabkan berbagai penyakit degeneratif.

4.2.2 Penentuan bilangan kesadahan

Kesadahan merupakan ukuran tingginya kandungan logam didalam air. Terdapat berbagai logam didalam air, dan di antaranya berupa mineral yang

dibutuhkan tubuh, tetapi untuk kesadahan dihitung terhadap kesadahan total berupa kalsium karbonat dan kesadahan persial terhadap kalsium dengan magnesium. Menurut PERMENKES RI nomor 416/Menkes/IX/1990 mengenai air bersih disebutkan bahwa kesadahan total didalam air bersih adalah maksimum 500 mg/ liter.

Jika kesadahan air bersih dan keperluan rumah tangga lebih besar dari ketentuan ini dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, antara lain terbentuk endapan didalam ginjal atau saluran kemih dan bila tingginya kadar magnesium dapat menyebabkan diare dan gangguan pencernaan. Disamping itu juga dapat merugikan dari segi ekonomi yaitu pemborosan penggunaan sabun cuci karena air dengan kesadahan lain terutama bagi industri, kalsium dapat mengedap dan sabun ,kerugian lain utama bagi industri, kalsium dapat mengedap berkerak pada dinding pipa -pipa saluran air dan ketel.

Kesadahan didalam air dapat ditentukan dengan cara titrasi kompleksometri yaitu menggunakan larutan standar Na-EDTA dengan indikator hitam erikrom pada pH 9-10 akan diperoleh kesadahan total, dan dilakukan dengan indikator murexid pada pH diatas 12 diperoleh kalsium, selanjutnya dengan pengurangan volume pentiter yang dipakai dari dua cara titrasi ini dapat dihitung kadar magnesium. Data dan perhitungan kesadahan didalam sampel air sumur dapat dilihat lampiran 3, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil penentuan bilangan kesadahan beberapa sampel air sumur gali dari beberapa dusun

No	Sampel	Hasil kesadahan yang di peroleh			Keterangan
		Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/liter)	Kesadahan partial sebagai Ca^{2+} (mg/liter)	Kesadahan partial sebagai Mg^{2+} (mg/liter)	
1	Sampel 1 sumur gali dusun 5	$183,01 \pm 2,97$	$49,79 \pm 1,26$	$14,05 \pm 0,58$	Memenuhi syarat
2	Sampel 2 sumur gali dusun 5	$179,13 \pm 2,80$	$42,68 \pm 1,81$	$17,38 \pm 1,08$	Memenuhi syarat
3	Sampel 3 sumur gali dusun 7	$151,97 \pm 2,61$	$24,44 \pm 1,67$	$21,81 \pm 0,54$	Memenuhi syarat
4	Sampel 4 sumur gali dusun 7	$586,53 \pm 1,93$	$105,54 \pm 1,07$	$77,44 \pm 1,10$	Tidak Memenuhi syarat
5	Sampel 5 sumur gali dusun 8	$163,12 \pm 1,96$	$30,26 \pm 1,07$	$20,99 \pm 0,51$	Memenuhi syarat
6	Sampel 6 sumur gali dusun 8	$79,54 \pm 2,86$	$27,55 \pm 1,46$	$2,56 \pm 1,26$	Memenuhi syarat
7	Sampel 7 sumur gali dusun 9	$114,14 \pm 2,40$	$35,83 \pm 0,90$	$5,90 \pm 0,93$	Memenuhi syarat
8	Sampel 8 sumur gali dusun 9	$515,39 \pm 1,65$	$121,31 \pm 1,14$	$50,91 \pm 1,05$	Tidak Memenuhi syarat
9	Sampel 9 sumur gali dusun 10	$87,3 \pm 1,65$	$27,16 \pm 0,90$	$4,81 \pm 0,63$	Memenuhi syarat
10	Sampel 10 sumur gali dusun 10	$500,84 \pm 2,18$	$98,42 \pm 0,90$	$71,00 \pm 0,75$	Tidak Memenuhi syarat
11	Sampel 11 sumur gali dusun 11	$593,96 \pm 2,40$	$99,97 \pm 1,28$	$82,57 \pm 1,15$	Tidak Memenuhi syarat
12	Sampel 12 sumur gali dusun 11	$208,87 \pm 1,65$	$42,81 \pm 1,07$	$24,44 \pm 0,94$	Memenuhi syarat

Tabel 4.5 Hasil penentuan bilangan kesadahan beberapa sampel air sumur bor dari beberapa dusun dan PDAM

No	Sampel	Hasil kesadahan yang di peroleh			Keterangan
		Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/liter)	Kesadahan partial sebagai Ca^{2+} (mg/liter)	Kesadahan partial sebagai Mg^{2+} (mg/liter)	
1	Sampel 1 sumur bor dusun 5	$181,88 \pm 8,03$	$43,20 \pm 0,70$	$17,73 \pm 1,20$	Memenuhi syarat
2	Sampel 2 sumur bor dusun 5	$533,50 \pm 2,86$	$105,02 \pm 0,70$	$65,03 \pm 0,79$	Tidak Memenuhi syarat
3	Sampel 3 sumur bor dusun 7	$574,24 \pm 2,02$	$130,50 \pm 0,90$	$59,52 \pm 0,90$	Tidak Memenuhi syarat
4	Sampel 4 sumur bor dusun 7	$346,94 \pm 2,02$	$52,90 \pm 0,90$	$59,52 \pm 0,90$	Memenuhi syarat
5	Sampel 5 sumur bor dusun 8	$341,44 \pm 2,65$	$68,42 \pm 0,96$	$40,90 \pm 0,90$	Memenuhi syarat
6	Sampel 6 sumur bor dusun 8	$186,24 \pm 2,02$	$52,90 \pm 0,90$	$12,96 \pm 0,90$	Memenuhi syarat
7	Sampel 7 sumur bor dusun 9	$225,4 \pm 2,02$	$60,66 \pm 0,90$	$17,62 \pm 0,90$	Memenuhi syarat
8	Sampel 8 sumur bor dusun 9	$574,24 \pm 2,02$	$130,50 \pm 0,90$	$59,52 \pm 0,90$	Tidak Memenuhi syarat
9	Sampel 9 sumur bor dusun 10	$186,24 \pm 2,02$	$52,90 \pm 0,90$	$12,96 \pm 0,90$	Memenuhi syarat
10	Sampel 10 sumur bor dusun 10	$504,40 \pm 2,26$	$107,72 \pm 0,73$	$56,42 \pm 0,79$	Tidak Memenuhi syarat
11	Sampel 11 sumur bor dusun 11	$304,10 \pm 2,20$	$52,90 \pm 0,90$	$41,24 \pm 0,74$	Memenuhi syarat
12	Sampel 12 sumur bor dusun 11	$501,65 \pm 2,35$	$115,37 \pm 0,83$	$51,18 \pm 0,61$	Tidak Memenuhi syarat
13	Air PDAM	$68,06 \pm 1,87$	$21,86 \pm 0,90$	$3,22 \pm 0,83$	Memenuhi syarat

Tabel 4.4 di atas menunjukkan bahwa dari 12 sampel air sumur gali terdapat 3 sampel tidak memenuhi persyaratan kesadahan total, dihitung sebagai kalsium karbonat lebih besar dari 500 mg/liter, yaitu sampel 8 sumur gali dusun 9 sebesar $515,39 \pm 1,65$ 500 mg/liter, sampel 10 sumur gali dusun 10 sebesar $500,84 \pm 2,18$ mg/liter, sampel 11 sumur gali dusun 11 sebesar $593,96 \pm 2,40$ mg/liter

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari 12 sampel air sumur bor terdapat 6 sampel tidak memenuhi persyaratan kesadahan total yaitu dihitung sebagai kalsium karbonat lebih besar dari 500 mg/liter, yaitu sampel 2 sumur bor dusun 5 sebesar $533,50 \pm 2,86$ mg/liter, sampel 3 sumur bor dusun 7 sebesar $574,24 \pm 2,02$ mg/liter, sampel 8 sumur bor dusun 9 sebesar $574,24 \pm 2,02$ mg/liter, sampel 10 sumur bor dusun 10 sebesar $504,40 \pm 2,26$ mg/liter, sampel 12 sumur bor dusun 11 sebesar $501,65 \pm 2,35$ mg/liter

Air PDAM memenuhi persyaratan kesadahan total. Sesuai persyaratan permenkes RI nomor 416/Menkes/IX/1990 tidak lebih besar dari 500 mg/liter. Jika dilihat kriteria air menurut WHO Bahwa:

Kesadahan: 0-70 mg/ liter, kategori sangat rendah (sangat lunak)

70-140 mg/liter, kategori rendah (lunak)

140-210 mg/liter, kategori rendah (sedang)

210-320 mg/ liter, kategori agak tinggi (keras)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dari sampel air sumur gali dan sumur bor yang digunakan oleh masyarakat di daerah desa Percut Sei Tuan Deli Serdang memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan senyawa organik (bilangan permanganat) dari 12 sampel sumur gali terdapat 6 sampel yang tidak memenuhi persyaratan, dari 12 sampel air sumur bor terdapat 3 sampel tidak memenuhi persyaratan, dan dari PDAM memenuhi persyaratan sesuai PERMENKES RI, nomor: 416/Menkes/per/LX/1990 yaitu tidak boleh lebih dari 10 mg/ liter.
2. Kandungan logam (bilangan kesadahan) dari 12 sampel air sumur gali terdapat 3 sampel yang tidak memenuhi persyaratan, dari 12 sampel air sumur bor terdapat 6 sampel yang tidak memenuhi persyaratan dan air PDAM memenuhi persyaratan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/per/ IX/1990 yaitu lebih dari 500 mg/ liter.
3. Terdapat perbedaan yang signifikan perbedaan kandungan senyawa organik (bilangan permanganat) dan kandungan logam (bilangan kesadahan) dari sumur gali, sumur bor dan air PDAM yang digunakan oleh masyarakat di daerah desa Percut Sei Tuan Deli Serdang.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian maka disarankan:

1. Kepada Masyarakat penggunaan air sumur gali dan sumur bor sebagai sumber

air bersih dan keperluan rumah tangga tidak membuang sampah dan membuat kandang ternak berdekatan dengan sumur, dan membuat kondisi sumur lebih Baik.

2. Diharapkan kepada instansi terkait agar lebih giat lagi memberi bimbingan dan penyuluhan bagi masyarakat tentang hidup sehat, terutama pentingnya menggunakan air yang sehat.
3. Diharapkan kepada peneliti lainnya dapat dilanjutkan penelitian ini untuk pemeriksa terhadap parameter - parameter lain untuk uji mutu air yang digunakan masyarakat sebagai sumber air bersih dan keperluan rumah tangga.

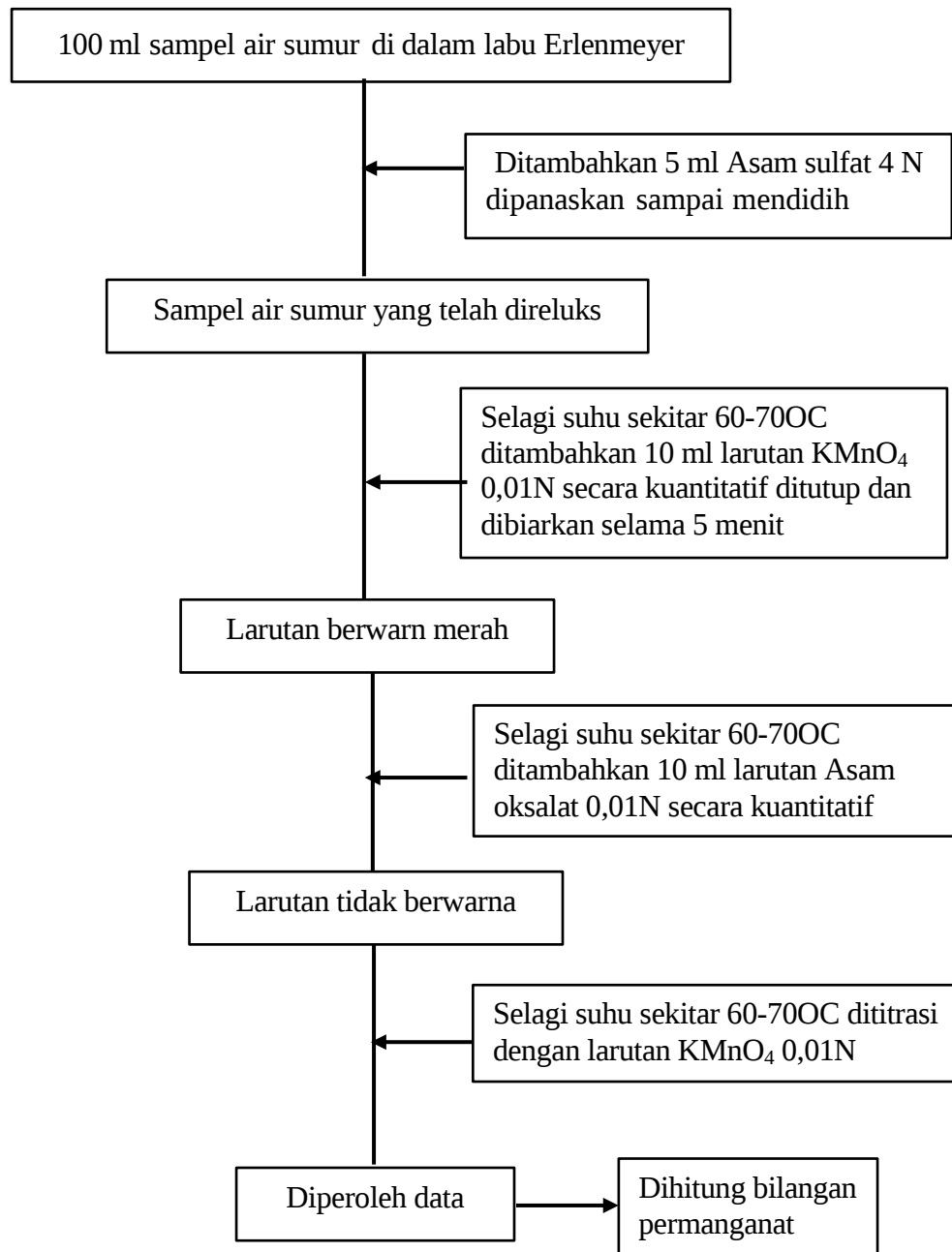
DAFTAR PUSTAKA

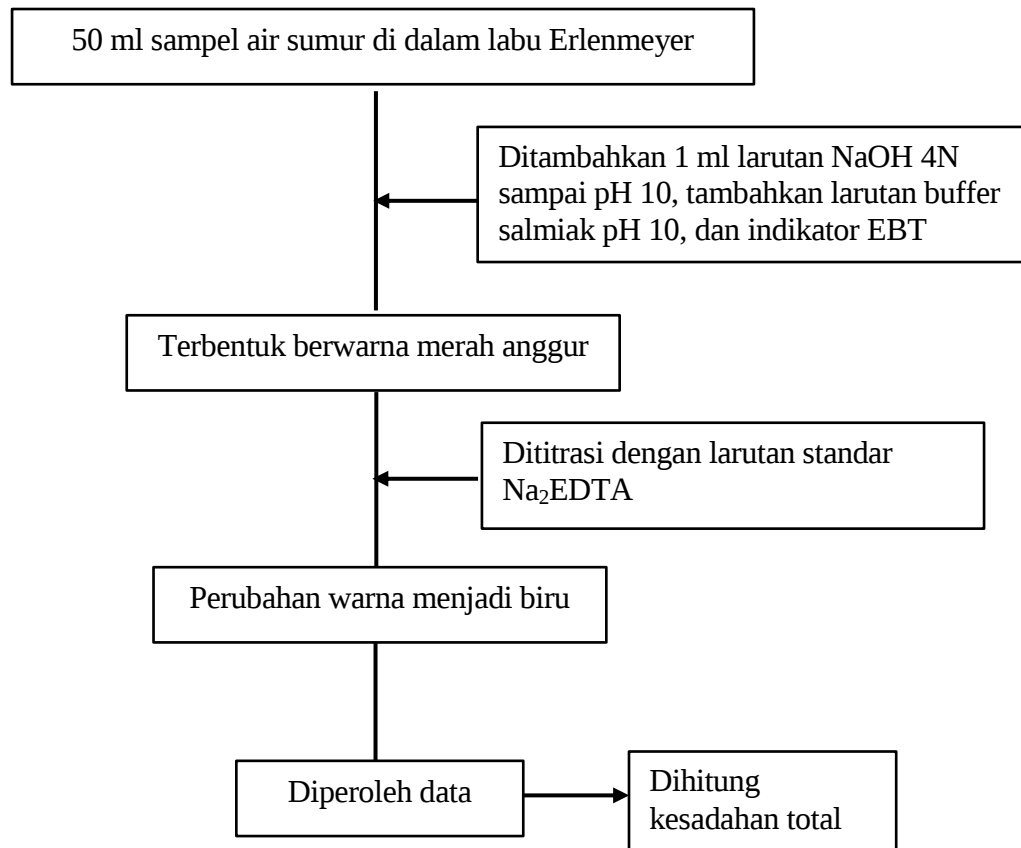
- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi Yogyakarta : Yogyakarta.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limah*. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Basset J. dan Mendham. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta : Buku Kedokteran EGC
- Chandra, Budiman. 2005. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Depertemen Kesehatan Republic Indonesia. 1990. *Petunjuk Pemeriksaan Air Binum/air Bersih*. Hal. 31-38
- Ditjen POM Depertemen Kesehatan Republic Indonesia (1995). *Farmakope Indonesia, Edisi IV*. Depertemen Kesehatan RI, Jakarta : Depertemen Kesehaan Republic Indonesia. Hal. 1124-1220
- Effendi, A.H. 2003. *Kualitas Air*. Yokyakarta : Kanisius. Hal. 44-47
- Entjang, Indan. 2000. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: Citra Aditya Bakti.
- Febrian, M, B. 2008. *Pengembangan Sensor Chemical Oxygen Demand (COD) Berbasis Fotoelektrokatalisis : Evaluasi Respon Terhadap Beberapa Surfaktan*. Universitas Indonesia
- Gabriel. J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta : Penerbit Hipokrates.
- Kusmayadi. 2008. *Cara Memilih dan Mengelola Makanan Untuk Perbaikan Gizi Masyarakat*. diakses tanggal 5 Januari 2013.
- Mahida, U.N. 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV. Rajawali. Jakarta.
- Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Edisi Keempat. Jakarta : PT. Rajawal Grafindo
- Mulia, R.M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nana Sudjana & Ahmad Rivai, 1990. *Media Mengajar*. Bandung : Citra Aditya Bakti.
- Slamet, Y. 1994. *Pembangunan Masyarakat Berwawasan Partisipatif*. Surakarta: Sebelas Maret University.
- Suripin. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- Suriawiria U. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta Papas Sinar Sinanti.

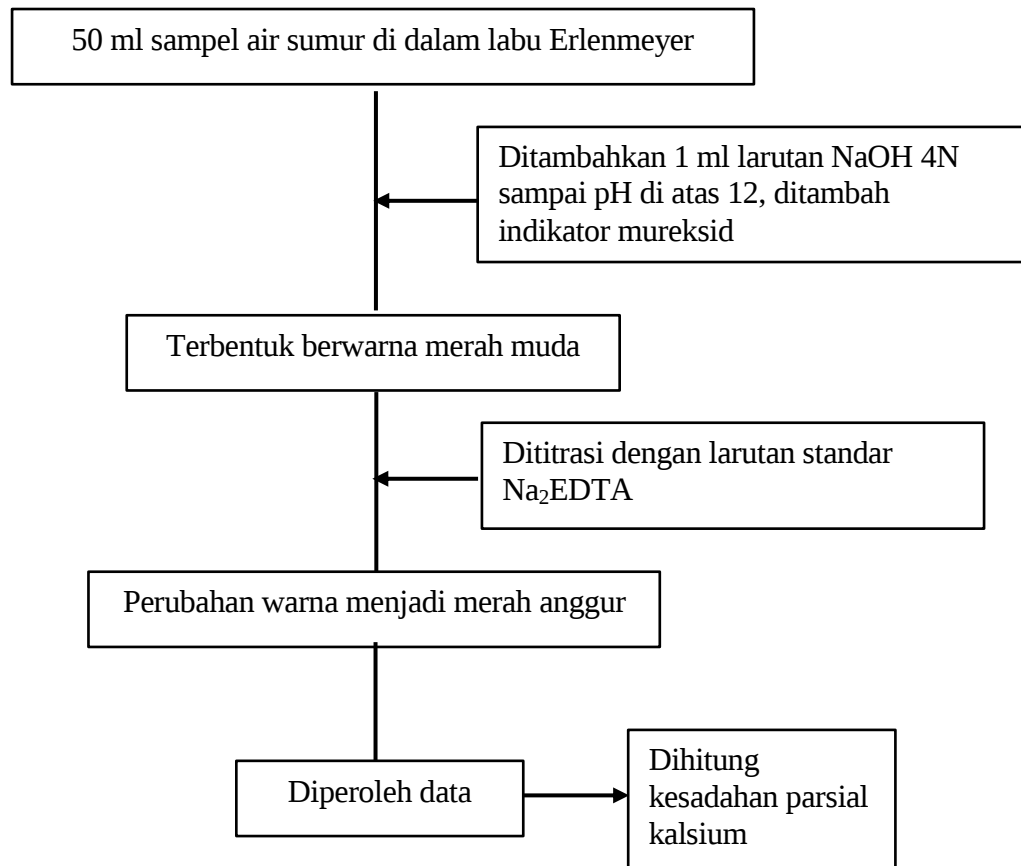
Totok Sutrisno. Dkk. 1996. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta.

Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*, Malang: UMM Press.

Wardana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan* Amdi Offset, Yogyakarta.

Lampiran 1. Bagan Kerja Penentuan Bilangan Permanganat

Lampiran 2. Bagan Kerja Penetapan Kesadahan Total

Lampiran 3. Bagan Kerja Penetapan Kesadahan Kalsium

Lampiran 4. Syarat air minum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010



Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

Lampiran 4 (lanjutan). Syarat air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI
Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006

Lampiran 4 (lanjutan). Syarat air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI
Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3

Lampiran 4 (lanjutan). Syarat air minum Peraturan Menteri Kesehatan RI
Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010



No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitriles		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

Lampiran 5. Pembuatan dan pembakuan larutan kalium permanganat

1. Pembuatan larutan kalium permanganat (KMnO₄) 0,01N

KMnO₄ 1M = 5N, karena melepaskan 5 elektron

Berdasarkan reaksi : $\text{MnO}_4 + 8\text{H}^+ + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

$$\text{BM KMnO}_4 = 158,03 \text{ g/mol} \quad \text{BE KMnO}_4 = \frac{158,03}{5} = 31,604 \text{ grek/mol}$$

$$\text{Normalitas (N)} = \frac{\text{Bobot KMnO}_4 \text{ (g)}}{\text{BE KMnO}_4 \text{ (grk/ml)}}$$

$$\text{Normalitas (N)} = 0,01 = \frac{\text{Bobot KMnO}_4 \text{ (g)}}{31,604 \text{ (grk/ml)}}$$

Bobot KMnO₄ yang ditimbang = 0,01 x 31,604 = 0,3160 g

Ditimbang KMnO₄ sebanyak 0,3160 g dilarutkan dalam akuades sampai 1liter

2. Pembuatan larutan Asam oksalat 0,01N

Asam oksalat (H₂C₂O₄) 1M = 2N karena bilangan oksidasi Asam Oksalat = 2

BM Asam oksalat = 126,07 g/mol

$$\text{BE Asam oksalat} = \frac{126,07}{2} = 63,035 \text{ grek/mol}$$

$$\text{Normalitas (N)} = \frac{\text{Bobot Asam oksalat (g)}}{\text{BE Asam oksalat (grk/ml)}}$$

Dibuat larutan asam oksalat 0,01 N sebanyak 500 ml

$$\text{Bobot Asam oksalat} = 0,01 \times 63,035 \times \frac{500 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 0,31652 \text{ g}$$

Bobot Asam oksalat yang ditimbang = 0,3000 g

$$\text{Normalitas (N)} = \frac{0,30 \text{ (g)}}{63,035 \text{ (grk/ml)}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{500 \text{ ml}} = 0,0095 \text{ N}$$

3. Pembakuan larutan kalium permanganat (KMnO₄)

Volume asam oksalat yang dipipet = 10 ml

Normalitas asam oksalat = 0,0095 N

Volume kalium permanganat (KMnO₄) hasil titrasi

= V₁ = 10,32 ml ; V₂ = 10,33 ml ; V₃ = 10,33 ml

Volume kalium permanganat (KMnO₄) hasil titrasi rata-rata = 10,32 ml

Normalitas KMnO₄ dihitung dengan rumus $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

10 ml x 0,0095 N = 10,32 ml x N₂

$$N_2 \text{ (Normalitas KMnO}_4) = \frac{10 \text{ ml} \times 0,0095 \text{ N}}{10,32 \text{ ml}} = 0,0092 \text{ N}$$

Lampiran 6. Pembuatan dan pembakuan larutan Na₂-EDTA

1. Pembuatan Larutan Na-EDTA 0,01 M

$$\text{BM Na-EDTA} = 372,24$$

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{Bobot Na}_2\text{EDTA (g)}}{\text{BM Na}_2\text{EDTA} \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$$

$$0,01 \text{ M} = \frac{\text{Bobot Na}_2\text{EDTA (g)}}{372,24 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Bobot Na}_2\text{-EDTA yang ditimbang} = 0,01 \times 372,24 = 3.7224 \text{ g}$$

Ditimbang 3.7224 g Na₂-EDTA dilarutkan dengan akuades sampai 1 liter

2. Pembuatan Larutan Zink sulfat 0,01 M

$$\text{BM ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 287,54$$

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{Bobot Zink Sulfat (g)}}{\text{BM Zink Sulfat} \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$$

Dibuat sebanyak 100 ml

$$0,01 \text{ M} = \frac{\text{Bobot Zink Sulfat (g)}}{287,54} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$$

$$\text{Bobot yang ditimbang} = 0,01 \text{ M} \times 287,54 \text{ g/mol} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 0,2875 \text{ g}$$

Ditimbang seksama 0,2875g Zink sulfat dilarutkan dengan akuades dalam labu tentukur 100 ml

$$\text{Molaritas Zink sulfat} = \frac{0,2875 \text{ g}}{287,54} \times \frac{1000 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} = 0,0100 \text{ M}$$

3. Pembakuan Larutan Na-EDTA

$$\text{Rumus perhitungan: } V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$\text{Molaritas ZnSO}_4 = 0.0100 \text{ M}$$

$$\text{Volume ZnSO}_4 = 10,00 \text{ ml}$$

Volume Na₂ - EDTA:

$$V_1 = 10,30 \text{ ml} ; V_2 = 10,35 \text{ ml} ; V_3 = 10,30 \text{ ml}$$

$$\text{Volume rata-rata Na}_2\text{-EDTA} = 10,32 \text{ ml}$$

$$\text{Molaritas Na}_2\text{-EDTA} = \frac{10,00 \times 0,0100 \text{ M}}{10,32} = 0,0097 \text{ M}$$

Lampiran 7. Contoh perhitungan bilangan permanganat di dalam sampel

Diambil contoh dari hasil penetapan Bilangan Permanganat di dalam sampel 1 air sumur gali dusun 5

Volume sampel yang diuji = 100 ml

Volume larutan pentiter (Kalium Permanganat) yang ditambahkan untuk oksidasi sampel = 10,00 ml (VA)

Volume larutan standar Asam oksalat yang ditambahkan untuk oksidasi kelebihan KMnO_4 = 10,00 ml (VB)

Volume larutan pentiter (Kalium Permanganat) untuk titrasi sampel yang diperoleh = 2,70 ml (a)

Normalitas larutan pentiter (Kalium Permanganat) = 0,0092 N

Bilangan Permanganat di dalam di dalam sampel :

$$= \frac{(VA + a) - VB \times \text{Normalitas } \text{KMnO}_4 \times 0,316 \times 1000}{0,01 \times \text{Volume sampel (ml)}}$$

$$= \frac{(10 + 2,70) - 10 \times 0,0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,001} = 7,85 \text{ mg/l}$$

Dikerjakan 6 kali hasilnya sebagai berikut

Volume sampel (ml)	Volume KMnO_4 yang ditambahkan (ml)	Volume Asam oksalat yang ditambahkan (ml)	Normalitas KMnO_4 (N)	Volume KMnO_4 Pada titrasi (ml)
100	20	10	0.001	10
	20	10	0.001	10
	20	10	0.001	10
	20	10	0.001	10
	20	10	0.001	10
	20	10	0.001	10

Rumus bilangan permanganat =

$$= \frac{(VA + a) - VB \times \text{Normalitas } \text{KMnO}_4 \times 0,316 \times 1000}{0,01 \times \text{Volume sampel (ml)}}$$

$$= \frac{V.\text{KMnO}_4 (\text{yang ditambah} + \text{hasil Pada titrasi}) - V \text{ As.oksalat} \times N}{V.\text{KMnO}_4 \times 0,316 \times 1000 \text{ V Sampel} \times 0,01}$$

$$1. = \frac{(10+2,70 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,85 \text{ mg/liter}$$

$$2. = \frac{(10+ 2.75 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,99 \text{ mg/liter}$$

$$3. = \frac{(10+ 2.60 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,56 \text{ mg/liter}$$

$$4. = \frac{(10+2.65 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,70 \text{ mg/liter}$$

$$5. = \frac{(10+2.70 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,85 \text{ mg/liter}$$

$$6. = \frac{(10+ 2.60 \text{ ml}) - 10.00 \times 0.0092 \times 0,316 \times 1000}{100 \times 0,01} = 7,56 \text{ mg/liter}$$

Bilangan permanganate rata-rata=

$$\frac{7,85 \text{ mg/l}+7,99\text{mg/l}+7,56/\text{l}+7,70\text{mg/l}+7,85\text{mg/l}+7,56\text{mg/l}}{6}$$

6

$$= 7,51 \text{ mg/liter}$$

Dengan cara yang sama dihitung untuk sampel lainnya, hasil selengkapnyadapat dilihat pada lampiran 9, 10, dan 11

Lampiran 8. Contoh perhitungan standar deviasi bilangan permanganat

Sebagai contoh diambil data bilangan permanganat dari sampel air sumur gali 1

NO.	Bilangan permanganat (mg/liter) (X)	$(x - \bar{x})$	$(X - \bar{x})^2$
1	7,85	-0,0969	0,0094
2	7,99	-0,2423	0,0587
3	7,56	0,1938	0,0376
4	7,70	0,0485	0,0023
5	7,85	-0,0969	0,0094
6	7,56	0,1938	0,0376
n = 6	$\sum X = 46,51$ mg/liter $\bar{X} = 7,75$ mg/liter	$\sum (x - \bar{x})^2 = 0,1549$	

$$\text{St.deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1549}{5}} = 0,18$$

Dasar penolakan data adalah apabila $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ dengan tingkat

kepercayaan 99,99%, $\alpha = 0,01$; $n = 6$, $dk = 5$ dan $t_{\text{tabel}} = 4,032$

$$1. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,85 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,09}{0,07} = 1,35$$

$$2. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,99 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,24}{0,07} = 3,37$$

$$3. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,56 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,19}{0,07} = 2,69$$

$$4. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,70 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,05}{0,07} = 0,67$$

$$5. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,85 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,09}{0,07} = 1,35$$

$$6. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|7,56 - 7,75|}{\frac{1,50}{\sqrt{6}}} = \frac{0,19}{0,07} = 2,69$$

Seluruh t_{hitung} yang diperoleh dari ke-6 perlakuan $< t_{\text{tabel}}$, berarti semua

data ini bisa diterima.

Menghitung bilangan permanganat sebenarnya :

Bilangan permanganat rata-rata $\bar{x} = 7,75$ mg/liter

Standar deviasi = 0,18

Bilangan permanganat sebenarnya = $\bar{x} \pm t_{(1-1/2\alpha \text{ dk})} \times \frac{SD}{\sqrt{n}}$

Bilangan permanganat sebenarnya = $\bar{x} \pm t_{(1-1/2\alpha \text{ dk})} \times \frac{0,18}{\sqrt{6}}$

Bilangan permanganat sebenarnya = $7,75 \pm 4,032 \times \frac{0,18}{\sqrt{6}}$

Bilangan permanganat sebenarnya = $7,75 \pm 0.29$ mg/liter

Lampiran 10. Data hasil perhitungan bilangan permanganat dari sampel air sumur bor (Lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume KMnO ₄ ditambahkan (ml)	Volume Asam oksalat ditambahkan (ml)	Norma litas KMnO ₄ (N)	Volume KMnO ₄ pada titrasi sampel (ml)	Bilangan Perma nganat (mg/liter)
Sampel 5 Sumur bor dusun 8	100	100	100	0,0092	3,25	9,45
	100	100	100	0,0092	3,20	9,30
	100	100	100	0,0092	3,35	9,74
	100	100	100	0,0092	3,30	9,59
	100	100	100	0,0092	3,25	9,45
	100	100	100	0,0092	3,35	9,74
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 9,55 mg/liter Standar deviasi = 0,18 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (9,55±0,29) mg/liter						
Sampel 6 Sumur bor dusun 8	100	100	100	0,0092	3,15	9,16
	100	100	100	0,0092	3,10	9,01
	100	100	100	0,0092	3,15	9,16
	100	100	100	0,0092	3,10	9,01
	100	100	100	0,0092	3,15	9,16
	100	100	100	0,0092	3,25	9,45
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 9,16 mg/liter Standar deviasi = 0,16 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (9,16±0,26) mg/liter						
Sampel 7 Sumur bor dusun 9	100	100	100	0,0092	2,15	6,25
	100	100	100	0,0092	2,20	6,40
	100	100	100	0,0092	2,20	6,40
	100	100	100	0,0092	2,25	6,54
	100	100	100	0,0092	2,25	6,54
	100	100	100	0,0092	2,20	6,40
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 6,42 mg/liter Standar deviasi = 0,11 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (6,52±0,18) mg/liter						
Sampel 8 Sumur bor dusun 9	100	100	100	0,0092	4,15	12,06
	100	100	100	0,0092	4,25	12,36
	100	100	100	0,0092	4,20	12,21
	100	100	100	0,0092	4,15	12,06
	100	100	100	0,0092	4,25	12,36
	100	100	100	0,0092	4,15	12,06
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 12,19 mg/liter Standar deviasi = 0,14 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (12,19 ±0,24) mg/liter						

Lampiran 10. Data hasil perhitungan bilangan permanganat dari sampel air sumur bor (Lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume KMnO ₄ ditambahkan (ml)	Volume Asam oksalat ditambahkan (ml)	Norma litas KMnO ₄ (N)	Volume KMnO ₄ pada titrasi sampel (ml)	Bilangan Permanganat (mg/liter)
Sampel 9 Sumur bor dusun 10	100	100	100	0,0092	3,15	9,16
	100	100	100	0,0092	3,20	9,30
	100	100	100	0,0092	3,20	9,30
	100	100	100	0,0092	3,25	9,45
	100	100	100	0,0092	3,25	9,45
	100	100	100	0,0092	3,20	9,30
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 9,33 mg/liter Standar deviasi = 0,11 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (9,33±0,18) mg/liter						
Sampel 10 Sumur bor dusun 10	100	100	100	0,0092	2,75	7,99
	100	100	100	0,0092	2,70	7,85
	100	100	100	0,0092	2,70	7,85
	100	100	100	0,0092	2,75	7,99
	100	100	100	0,0092	2,80	8,14
	100	100	100	0,0092	2,85	8,29
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 8,02 mg/liter Standar deviasi = 0,17 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (8,02±0,28) mg/liter						
Sampel 11 Sumur bor dusun 11	100	100	100	0,0092	2,50	7,27
	100	100	100	0,0092	2,55	7,41
	100	100	100	0,0092	2,50	7,27
	100	100	100	0,0092	2,60	7,56
	100	100	100	0,0092	2,55	7,41
	100	100	100	0,0092	2,60	7,56
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 7,41 mg/liter Standar deviasi = 0,13 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (7,41±0,21) mg/liter						
Sampel 12 Sumur bor dusun 11	100	100	100	0,0092	3,00	8,72
	100	100	100	0,0092	3,10	9,01
	100	100	100	0,0092	3,00	8,72
	100	100	100	0,0092	3,05	8,87
	100	100	100	0,0092	3,05	8,87
	100	100	100	0,0092	3,10	9,01
Bilangan Permanganat rata-rata di dalam sampel = 8,87 mg/liter Standar deviasi = 0,13 Bilangan Permanganat sebenarnya di dalam sampel = (8,87±0,21) mg/liter						

Lampiran 12. Contoh perhitungan bilangan kesadahan di dalam sampel

Diambil contoh dari sampel sumur gali dusun 5, diperoleh data sebagai berikut :

No.	Volume Sampel (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)
1.	50	0,0097	9,35	6,50
2.	50	0,0097	9,45	6,30
3.	50	0,0097	9,50	6,30
4.	50	0,0097	9,30	6,40
5.	50	0,0097	9,45	6,50
6.	50	0,0097	9,55	6,50

A. Kesadahan total

$$= \frac{\text{Volume Na-EDTA} \times \text{N.Na-EDTA} \times 100 \times 1000}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

$$1. = \frac{9,35 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 181,39 \text{ mg/liter}$$

$$2. = \frac{9,45 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 183,33 \text{ mg/liter}$$

$$3. = \frac{9,50 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 184,30 \text{ mg/liter}$$

$$4. = \frac{9,30 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 180,42 \text{ mg/liter}$$

$$5. = \frac{9,45 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 183,33 \text{ mg/liter}$$

$$6. = \frac{9,55 \times 0,0097 \times 100 \times 1000}{50} = 185,27 \text{ mg/liter}$$

B. Kesadahan Partial (Kalsium)

$$= \frac{\text{Volume Na-EDTA} \times N.\text{Na-EDTA} \times 40 \times 1000}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

$$1. = \frac{6,50 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 50,44 \text{ mg/liter}$$

$$2. = \frac{6,30 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 48,89 \text{ mg/liter}$$

$$3. = \frac{6,30 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 48,89 \text{ mg/liter}$$

$$4. = \frac{6,40 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 49,66 \text{ mg/liter}$$

$$5. = \frac{6,50 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 50,44 \text{ mg/liter}$$

$$6. = \frac{6,50 \times 0,0097 \times 40 \times 1000}{50} = 50,44 \text{ mg/liter}$$

C. Kesadahan Parsial (Magnesium)

$$\frac{\text{Vol. Na - EDTA}(\text{titrasi total} - \text{titrasi partial kalsium}) \times N.\text{Na - EDTA} \times 24 \times 1000}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

$$1. = \frac{(9,15 - 6,50) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 12,34 \text{ mg/liter}$$

$$2. = \frac{(9,20 - 6,30) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 13,50 \text{ mg/liter}$$

$$3. = \frac{(9,15 - 6,30) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 13,27 \text{ mg/liter}$$

$$4. = \frac{(9,20 - 6,40) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 13,04 \text{ mg/liter}$$

$$5. = \frac{(9,30 - 6,50) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 13,04 \text{ mg/liter}$$

$$6. = \frac{(9,20 - 6,50) \times 0,0097 \times 24 \times 1000}{50} = 12,57 \text{ mg/liter}$$

Lampiran 13. Contoh perhitungan standar deviasi bilangan kesadahan

Sebagai contoh diambil data bilangan permanganat dari sampel 1 air sumur gali dusun 5

NO.	Bilangan kesadahan total (mg/liter) (X)	$(x - \bar{x})$	$(X - \bar{x})^2$
1	181,39	-1,6167	2,6136
2	183,33	0,3233	0,1045
3	184,30	1,2933	1,6727
4	180,42	-2,5867	6,6908
5	183,33	0,3233	0,1045
6	185,27	2,2633	5,1227
n = 6	$\sum X = 1098,04$ mg/liter $\bar{X} = 183,01$ mg/liter	$\sum (x - \bar{x}^2) = 16,3089$	

$$\text{St.deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{16,3089}{5}} = 1,81$$

Dasar penolakan data adalah apabila $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ dengan tingkat kepercayaan 99,99% , $\alpha = 0,01$; n = 6, dk = 5 dan $t_{\text{tabel}} = 4,032$

$$1. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|181,39 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{1,62}{0,74} = 2,19$$

$$2. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|183,33 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{0,32}{0,74} = 0,44$$

$$3. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|184,30 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{1,29}{0,74} = 1,75$$

$$4. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|180,42 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{2,59}{0,74} = 3,51$$

$$5. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|183,33 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{0,32}{0,74} = 0,44$$

$$2. t_{\text{hitung}} = \frac{|x - \bar{x}|}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{|185,27 - 183,01|}{\frac{1,06}{\sqrt{6}}} = \frac{2,26}{0,74} = 3,07$$

Seluruh t_{hitung} yang diperoleh dari ke-6 perlakuan $< t_{\text{tabel}}$, berarti semua data inibisa diterima.

Menghitung bilangan kesadahan total sebenarnya :

Bilangan kesadahan total rata-rata $\bar{X} = 183,01$ mg/liter

Standar deviasi = 1,81

$$\text{Bilangan kesadahan total sebenarnya} = \bar{X} \pm t_{(1-1/2\alpha \text{ dk})} \times \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Bilangan kesadahan total sebenarnya} = \bar{X} \pm t_{(1-1/2\alpha \text{ dk})} \times \frac{1,81}{\sqrt{6}}$$

$$\text{Bilangan kesadahan total sebenarnya} = 183,01 \pm 4,032 \times \frac{0,18}{\sqrt{6}}$$

Bilangan kesadahan total sebenarnya = $183,01 \pm 2.97$ mg/liter.

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur gali

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 1 sumur gali dusun 5	50	9,35	0,0097	181,39	6,50	50,44	13,27
		9,45	0,0097	183,33	6,30	48,489	14,67
		9,50	0,0097	184,30	6,30	48,89	14,90
		9,30	0,0097	180,42	6,40	49,66	13,50
		9,45	0,0097	183,33	6,50	50,44	13,74
		9,55	0,0097	185,27	6,50	50,44	14,20

Kesadahan total rata-rata = 183,01 mg/liter

Standar deviasi = 1,81

Kesadahan total sebenarnya = $183,01 \pm 2,97$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 49,79 mg/liter

Standar deviasi = 0,76

Kesadahan kalsium sebenarnya = $49,79 \pm 1,26$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 14,05 mg/liter

Standar deviasi = 0,65

Kesadahan magnesium sebenarnya = $14,05 \pm 0,58$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 2 sumur gali dusun 5	50	9,25	0,0097	179,45	5,50	42,68	17,46
		9,10	0,0097	176,54	5,60	43,46	16,30
		9,20	0,0097	178,48	5,30	41,13	18,16
		9,20	0,0097	178,48	5,40	41,90	17,69
		9,35	0,0097	181,39	5,70	44,23	16,99
		9,30	0,0097	180,42	5,50	42,68	17,69

Kesadahan total rata-rata = 179,13 mg/liter

Standar deviasi = 1,70

Kesadahan total sebenarnya = $179,13 \pm 2,80$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 42,68 mg/liter

Standar deviasi = 1,10

Kesadahan kalsium sebenarnya = $42,68 \pm 1,81$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 17,38 mg/liter

Standar deviasi = 0,65

Kesadahan magnesium sebenarnya = $17,38 \pm 1,07$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur gali (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 3 sumur gali dusun 7	50	7,9	0,0097	153,26	3,3	25,61	21,42
		7,8	0,0097	151,32	3	23,28	22,35
		7,7	0,0097	149,38	3	23,28	21,88
		7,9	0,0097	153,26	3,3	25,61	21,42
		7,9	0,0097	153,26	3,2	24,83	21,88
		7,8	0,0097	151,32	3,1	24,06	21,88

Kesadahan total rata-rata = 151,97 mg/liter

Standar deviasi = 1,58

Kesadahan total sebenarnya = $151,97 \pm 2,61$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 24,44 mg/liter

Standar deviasi = 1,07

Kesadahan kalsium sebenarnya = $24,44 \pm 1,76$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 21,81 mg/liter

Standar deviasi = 0,35

Kesadahan magnesium sebenarnya = $21,81 \pm 0,58$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 4 sumur gali dusun 7	50	30,25	0,0097	586,85	13,50	104,76	77,99
		30,30	0,0097	587,82	13,50	104,76	78,22
		30,20	0,0097	585,88	13,70	106,31	76,82
		30,30	0,0097	587,82	13,60	105,54	77,76
		30,15	0,0097	584,91	13,70	106,31	76,59
		30,20	0,0097	585,88	13,60	105,54	77,29

Kesadahan total rata-rata = 586,53 mg/liter

Standar deviasi = 1,17

Kesadahan total sebenarnya = $586,53 \pm 1,93$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 105,54 mg/liter

Standar deviasi = 0,69

Kesadahan kalsium sebenarnya = $105,54 \pm 1,14$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 77,44 mg/liter

Standar deviasi = 0,65

Kesadahan magnesium sebenarnya = $77,44 \pm 1,07$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur gali (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 5 sumur gali dusun 8	50	8,40	0,0097	162,96	4,00	31,04	20,49
		8,35	0,0097	161,99	3,80	29,49	21,42
		8,40	0,0097	162,96	3,90	30,26	20,95
		8,50	0,0097	164,9	4,00	31,04	20,49
		8,40	0,0097	162,96	3,80	29,49	21,42
		8,40	0,0097	162,96	3,90	30,26	20,95

Kesadahan total rata-rata = 163,12 mg/liter

Standar deviasi = 0,95

Kesadahan total sebenarnya = $163,12 \pm 1,57$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 30,26 mg/liter

Standar deviasi = 0,69

Kesadahan kalsium sebenarnya = $30,26 \pm 1,14$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 20,99 mg/liter

Standar deviasi = 0,31

Kesadahan magnesium sebenarnya = $20,99 \pm 0,51$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 6 sumur gali dusun 8	50	4,00	0,0097	77,6	3,50	27,16	2,33
		4,00	0,0097	77,6	3,60	27,94	1,86
		4,20	0,0097	81,48	3,40	26,38	3,72
		4,10	0,0097	79,54	3,70	28,71	1,86
		4,20	0,0097	81,48	3,50	27,16	3,26
		4,10	0,0097	79,54	3,60	27,94	2,33

Kesadahan total rata-rata = 79,54 mg/liter

Standar deviasi = 1,74

Kesadahan total sebenarnya = $79,54 \pm 2,86$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 27,55 mg/liter

Standar deviasi = 0,81

Kesadahan kalsium sebenarnya = $27,55 \pm 1,34$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 2,56 mg/liter

Standar deviasi = 0,77

Kesadahan magnesium sebenarnya = $2,56 \pm 1,26$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sampel sumur gali (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 7 sumur gali dusun 9	50	5,80	0,0097	112,52	4,70	36,47	5,12
		6,00	0,0097	116,4	4,60	35,70	6,52
		5,90	0,0097	114,46	4,50	34,92	6,52
		5,80	0,0097	112,52	4,60	35,70	5,59
		5,90	0,0097	114,46	4,60	35,70	6,05
		5,90	0,0097	114,46	4,70	36,47	5,59

Kesadahan total rata-rata = 114,14 mg/liter

Standar deviasi = 1,46

Kesadahan total sebenarnya = $114,14 \pm 2,40$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 35,83 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $35,83 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 5,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,56

Kesadahan magnesium sebenarnya = $5,90 \pm 0,93$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 8 sumur gali dusun 9	50	26,60	0,0097	516,04	15,50	120,28	51,68
		26,60	0,0097	516,04	15,60	121,06	51,22
		26,50	0,0097	514,1	15,80	122,61	49,82
		26,60	0,0097	516,04	15,70	121,83	50,75
		26,60	0,0097	516,04	15,60	121,06	51,22
		26,50	0,0097	514,1	15,60	121,06	50,75

Kesadahan total rata-rata = 515,39 mg/liter

Standar deviasi = 1,00

Kesadahan total sebenarnya = $515,39 \pm 1,65$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 121,31 mg/liter

Standar deviasi = 0,80

Kesadahan kalsium sebenarnya = $121,31 \pm 1,32$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 50,91 mg/liter

Standar deviasi = 0,64

Kesadahan magnesium sebenarnya = $50,91 \pm 1,05$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur gali (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 9 sumur gali dusun 10	50	4,50	0,0097	87,3	3,50	27,16	4,66
		4,60	0,0097	89,24	3,40	26,38	5,59
		4,50	0,0097	87,3	3,50	27,16	4,66
		4,50	0,0097	87,3	3,50	27,16	4,66
		4,60	0,0097	89,24	3,60	27,94	4,66
		4,50	0,0097	87,3	3,50	27,16	4,66

Kesadahan total rata-rata = 87,95 mg/liter

Standar deviasi = 1,00

Kesadahan total sebenarnya = $87,3 \pm 1,65$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 27,16 mg/liter

Standar deviasi = 0,49

Kesadahan kalsium sebenarnya = $27,16 \pm 0,81$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 4,81 mg/liter

Standar deviasi = 0,38

Kesadahan magnesium sebenarnya = $4,81 \pm 0,63$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 10 sumur gali dusun 10	50	25,80	0,0097	500,52	12,60	97,78	61,46
		25,75	0,0097	499,55	12,60	97,78	61,23
		25,90	0,0097	502,46	12,70	98,55	61,46
		25,75	0,0097	499,55	12,80	99,33	60,30
		25,80	0,0097	500,52	12,70	98,55	60,99
		25,90	0,0097	502,46	12,70	98,55	61,46

Kesadahan total rata-rata = 500,84 mg/liter

Standar deviasi = 1,33

Kesadahan total sebenarnya = $500,84 \pm 2,18$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 98,42 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $98,42 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 61,15 mg/liter

Standar deviasi = 0,46

Kesadahan magnesium sebenarnya = $71,00 \pm 0,75$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 14 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur gali (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 11 sumur gali dusun 11	50	30,60	0,0097	593,64	12,80	99,33	82,88
		30,50	0,0097	591,7	12,90	100,10	81,95
		30,60	0,0097	593,64	13,00	100,88	81,95
		30,60	0,0097	593,64	13,00	100,88	81,95
		30,70	0,0097	595,58	12,80	99,33	83,34
		30,70	0,0097	595,58	12,80	99,33	83,34

Kesadahan total rata-rata = 593,96 mg/liter

Standar deviasi = 1,46

Kesadahan total sebenarnya = $593,96 \pm 2,40$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 99,97 mg/liter

Standar deviasi = 0,76

Kesadahan kalsium sebenarnya = $99,97 \pm 1,26$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 82,57 mg/liter

Standar deviasi = 0,70

Kesadahan magnesium sebenarnya = $82,57 \pm 1,15$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 12 sumur gali dusun 11	50	10,80	0,0097	209,52	5,70	44,23	23,75
		10,80	0,0097	209,52	5,50	42,68	24,68
		10,70	0,0097	207,58	5,60	43,46	23,75
		10,80	0,0097	209,52	5,50	42,68	24,68
		10,70	0,0097	207,58	5,40	41,90	24,68
		10,80	0,0097	209,52	5,40	41,90	25,14

Kesadahan total rata-rata = 208,87 mg/liter

Standar deviasi = 1,00

Kesadahan total sebenarnya = $208,87 \pm 1,65$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 42,81 mg/liter

Standar deviasi = 0,91

Kesadahan kalsium sebenarnya = $42,81 \pm 1,49$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 24,44 mg/liter

Standar deviasi = 0,57

Kesadahan magnesium sebenarnya = $24,44 \pm 0,94$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 1 sumur bor dusun 5	50	9,50	0,0097	184,3	5,60	43,46	18,16
		9,45	0,0097	183,33	5,60	43,46	17,93
		9,40	0,0097	182,36	5,60	43,46	17,69
		9,00	0,0097	174,6	5,50	42,68	16,30
		9,40	0,0097	182,36	5,50	42,68	18,16
		9,50	0,0097	180,42	5,60	43,46	18,16

Kesadahan total rata-rata = 181,88 mg/liter

Standar deviasi = 3,67

Kesadahan total sebenarnya = $181,88 \pm 6,04$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 43,20 mg/liter

Standar deviasi = 0,40

Kesadahan kalsium sebenarnya = $43,20 \pm 0,66$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 17,73 mg/liter

Standar deviasi = 0,73

Kesadahan magnesium sebenarnya = $17,73 \pm 1,20$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 2 sumur bor dusun 5	50	27,40	0,0097	531,56	13,50	104,76	64,72
		27,50	0,0097	533,5	13,60	105,54	64,72
		27,60	0,0097	535,44	13,50	104,76	65,65
		27,40	0,0097	531,56	13,50	104,76	64,72
		27,50	0,0097	533,5	13,60	105,54	64,72
		27,60	0,0097	535,44	13,50	104,76	65,65

Kesadahan total rata-rata = 533,50 mg/liter

Standar deviasi = 1,74

Kesadahan total sebenarnya = $533,50 \pm 2,86$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 105,02 mg/liter

Standar deviasi = 0,40

Kesadahan kalsium sebenarnya = $105,02 \pm 0,66$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 65,03 mg/liter

Standar deviasi = 0,48

Kesadahan magnesium sebenarnya = $65,03 \pm 0,79$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 3 sumur bor dusun 7	50	29,60	0,0097	574,24	16,90	131,14	59,13
		29,60	0,0097	574,24	16,80	130,37	59,60
		29,70	0,0097	576,18	16,70	129,59	60,53
		29,60	0,0097	574,24	16,80	130,37	59,60
		29,50	0,0097	572,3	16,80	130,37	59,13
		29,60	0,0097	574,24	16,90	131,14	59,13

Kesadahan total rata-rata = 574,24 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $574,24 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 130,50 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $130,50 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 59,52 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $59,52 \pm 0,90$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 4 sumur bor dusun 7	50	19,60	0,0097	380,24	6,90	53,54	59,13
		19,60	0,0097	380,24	6,80	52,77	59,60
		19,70	0,0097	382,18	6,70	51,99	60,53
		19,60	0,0097	380,24	6,80	52,77	59,60
		19,50	0,0097	378,3	6,80	52,77	59,13
		19,60	0,0097	380,24	6,90	53,54	59,52

Kesadahan total rata-rata = 380,24 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $346,94 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 52,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $52,90 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 59,52 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $59,52 \pm 0,90$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 5 sumur bor dusun 8	50	17,60	0,0097	341,44	8,90	69,06	40,51
		17,60	0,0097	341,44	8,80	68,29	40,97
		17,70	0,0097	343,38	8,70	67,51	41,90
		17,60	0,0097	341,44	8,80	68,29	40,97
		17,50	0,0097	339,5	8,80	68,29	40,51
		17,60	0,0097	341,44	8,90	69,06	40,51

Kesadahan total rata-rata = 341,44 mg/liter

Standar deviasi = 1,00

Kesadahan total sebenarnya = $341,44 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 68,42 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $68,42 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 40,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $40,90 \pm 0,90$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 6 sumur bor dusun 8	50	9,60	0,0097	186,24	6,90	53,54	12,57
		9,60	0,0097	186,24	6,80	52,77	13,04
		9,70	0,0097	188,18	6,70	51,99	13,97
		9,60	0,0097	186,24	6,80	52,77	13,04
		9,50	0,0097	184,3	6,80	52,77	12,57
		9,60	0,0097	186,24	6,90	53,54	12,57

Kesadahan total rata-rata = 186,24 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $186,24 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 52,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $52,90 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 12,96 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $12,96 \pm 0,90$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 7 sumur bor dusun 9	50	11,60	0,0097	225,04	7,90	61,30	17,23
		11,60	0,0097	225,04	7,80	60,53	17,69
		11,70	0,0097	226,98	7,70	59,75	18,62
		11,60	0,0097	225,04	7,80	60,53	17,69
		11,50	0,0097	223,1	7,80	60,53	17,23
		11,60	0,0097	225,04	7,90	61,30	17,23

Kesadahan total rata-rata = 225,04 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $225,4 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 60,66 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $60,66 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 17,62 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $17,62 \pm 0,90$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 8 sumur bor dusun 9	50	29,60	0,0097	574,24	16,90	131,14	59,13
		29,60	0,0097	574,24	16,80	130,37	59,60
		29,70	0,0097	576,18	16,70	129,59	60,53
		29,60	0,0097	574,24	16,80	130,37	59,60
		29,50	0,0097	572,3	16,80	130,37	59,13
		29,60	0,0097	574,24	16,90	131,14	59,13

Kesadahan total rata-rata = 574,24 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $574,24 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 130,50 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $130,50 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 59,52 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $59,52 \pm 0,90$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 9 sumur bor dusun 10	50	9,60	0,0097	186,24	6,90	53,54	12,57
		9,60	0,0097	186,24	6,80	52,77	13,04
		9,70	0,0097	188,18	6,70	51,99	13,97
		9,60	0,0097	186,24	6,80	52,77	13,04
		9,50	0,0097	184,3	6,80	52,77	12,57
		9,60	0,0097	186,24	6,90	53,54	12,57

Kesadahan total rata-rata = 186,24 mg/liter

Standar deviasi = 1,23

Kesadahan total sebenarnya = $186,24 \pm 2,02$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 52,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $52,90 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 12,96 mg/liter

Standar deviasi = 0,54

Kesadahan magnesium sebenarnya = $12,96 \pm 0,90$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 10 sumur bor dusun 10	50	25,90	0,0097	502,46	13,90	107,86	55,87
		26,00	0,0097	504,4	13,80	107,09	56,80
		25,95	0,0097	503,43	13,95	108,25	55,87
		26,00	0,0097	504,4	13,90	107,86	56,34
		26,10	0,0097	506,34	13,85	107,48	57,04
		26,05	0,0097	505,37	13,90	107,86	56,57

Kesadahan total rata-rata = 504,40 mg/liter

Standar deviasi = 1,37

Kesadahan total sebenarnya = $504,40 \pm 2,26$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 107,73 mg/liter

Standar deviasi = 0,40

Kesadahan kalsium sebenarnya = $107,72 \pm 0,66$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 56,42 mg/liter

Standar deviasi = 0,48

Kesadahan magnesium sebenarnya = $56,42 \pm 0,79$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 15 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel sumur bor (lanjutan)

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 11 sumur bor dusun 11	50	15,60	0,0097	302,64	6,90	53,54	40,51
		15,75	0,0097	305,55	6,80	52,77	41,67
		15,65	0,0097	303,61	6,70	51,99	41,67
		15,70	0,0097	304,58	6,80	52,77	41,44
		15,60	0,0097	302,64	6,80	52,77	40,97
		15,75	0,0097	305,55	6,90	53,54	41,21

Kesadahan total rata-rata = 304,10 mg/liter

Standar deviasi = 1,34

Kesadahan total sebenarnya = $304,10 \pm 2,20$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 52,90 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $52,90 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 41,24 mg/liter

Standar deviasi = 0,45

Kesadahan magnesium sebenarnya = $41,24 \pm 0,74$ mg/liter

Memenuhi syarat

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Sampel 12 sumur bor dusun 11	50	25,80	0,0097	500,52	14,90	115,62	50,75
		25,85	0,0097	501,49	14,80	114,85	51,45
		25,95	0,0097	503,43	14,85	115,24	51,68
		25,80	0,0097	500,52	14,90	115,62	50,75
		25,95	0,0097	503,43	14,95	116,01	51,22
		25,80	0,0097	500,52	14,80	114,85	51,22

Kesadahan total rata-rata = 501,65 mg/liter

Standar deviasi = 1,43

Kesadahan total sebenarnya = $501,65 \pm 2,35$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 115,37 mg/liter

Standar deviasi = 0,47

Kesadahan kalsium sebenarnya = $115,37 \pm 0,77$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 51,18 mg/liter

Standar deviasi = 0,37

Kesadahan magnesium sebenarnya = $51,18 \pm 0,61$ mg/liter

Tidak Memenuhi syarat

Lampiran 16 . Data dan hasil perhitungan kesadahan total dari sampel air
PDAM

Sampel	Volume sampel (ml)	Volume Na EDTA pada titrasi total (ml)	Normalitas Na EDTA (N)	Kesadahan total sebagai CaCO_3 (mg/ml)	Volume Na EDTA pada titrasi partial (ml)	Partial sebagai kalsium (mg/l)	Partial sebagai magnesium (mg/l)
Air PDAM	50	3,60	0,0097	69,84	2,90	22,50	3,26
		3,50	0,0097	67,9	2,80	21,73	3,26
		3,55	0,0097	68,87	2,70	20,95	3,96
		3,50	0,0097	67,9	2,80	21,73	3,26
		3,45	0,0097	66,93	2,80	21,73	3,03
		3,45	0,0097	66,93	2,90	22,50	2,56

Kesadahan total rata-rata = 68,06 mg/liter

Standar deviasi = 1,13

Kesadahan total sebenarnya = $68,06 \pm 1,87$ mg/liter

Kesadahan kalsium rata-rata = 21,86 mg/liter

Standar deviasi = 0,58

Kesadahan kalsium sebenarnya = $21,86 \pm 0,96$ mg/liter

Kesadahan magnesium rata-rata = 3,22 mg/liter

Standar deviasi = 0,45

Kesadahan magnesium sebenarnya = $3,22 \pm 0,74$ mg/liter

Memenuhi syarat

Lampiran 17. Lampiran gambar sampel air sumur gali, sumur Bor, dan PDAM



Air sumur gali dusun 1



Air sumur gali dusun 2



Air sumur gali dusun 3



Air sumur gali dusun 4



Air sumur gali dusun 5



PDAM



Air sumur bor dusun 6



Air sumur bor dusun 7

Lampiran 17. Lampiran gambar sampel air sumur gali, sumur Bor, dan PDAM
(lanjutan)



Air sumur bor dusun 8



Air sumur bor dusun 9