

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi elektrolit

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang berdisosiasi menjadi partikel yang bermuatan (ion) positif atau negatif. Ion bermuatan positif disebut kation dan ion bermuatan negatif disebut anion. Keseimbangan keduanya disebut sebagai elektronetralitas. Sebagian besar proses metabolisme memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit. Konsentrasi elektrolit yang tidak normal dapat menyebabkan banyak gangguan (Yaswir dan Ferawati, 2012).

elektrolit bermuatan listrik positif disebut kation, yaitu: Na, K, Ca, Mg, dan bermuatan listrik negative disebut anion, yaitu: Cl dan HCO₃. Untuk mempertahankan keadaan fisiologis yang stabil rasio anion dengan kation serta konsentrasinya di setiap kompartemen harus seimbang dan relative menetap. Jenis elektrolit yang berada di tiap kompartemen adalah sama tetapi konsentrasinya berbeda. Elektrolit utama di ekstrasel adalah natrium dan chloride, sedangkan elektrolit utama intrasel adalah kalium dan fosfat. Adanya perubahan konsentrasi elektrolit dan atau rasio anion dan kation akan menimbulkan perubahan aktivitas sel yang dapat membahayakan kehidupan (Kusnanto, 2016).

2.1.1 Pemeriksaan Elektrolit :

1. Natrium (Na⁺)

Nilai normal : 135 – 144 mEq/L

SI unit : 135 – 144 mmol/L

Deskripsi :

Natrium merupakan kation yang banyak terdapat di dalam cairan ekstraseluler. Berperan dalam memelihara tekanan osmotik, keseimbangan asam - basa dan membantu rangkaian transmisi impuls saraf. Konsentrasi serum natrium diatur oleh ginjal, sistem saraf pusat (SSP) dan sistem endokrin.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Banyak obat yang mempengaruhi kadar natrium darah antara lain seperti Steroid anabolik, kortikosteroid, laksatif, litium, dan antiinflamasi nonsteroid dapat meningkatkan kadar natrium
- 2) Karbamazepin, diuretik, sulfonilurea, dan morfin dapat menurunkan kadar natrium
- 3) Trigliserida tinggi atau protein rendah dapat secara artifisial menurunkan kadar natrium.

b. Hal yang harus diwaspadai :

Nilai kritis untuk Natrium:

<120 mEq/L lemah, dehidrasi

90-105 mEq/L gejala neurologi parah, penyebab vaskular

> 155 mEq/L gejala kardiovaskular dan ginjal

> 160 mEq/L gagal jantung

2. Kalium (K⁺)

Nilai normal: 0 - 17 tahun : 3,6 - 5,2 mEq/L

SI unit : 3,6 - 5,2 mmol/L

: ≥ 18 tahun : 3,6 – 4,8 mEq/L

SI unit : 3,6 – 4,8 mmol/L

Deskripsi :

Kalium merupakan kation utama yang terdapat di dalam cairan intraseluler, (bersama bikarbonat) berfungsi sebagai buffer utama. Lebih kurang 80% - 90% kalium dikeluarkan dalam urin melalui ginjal. Aktivitas mineralokortikoid dari adrenokortikosteroid juga mengatur konsentrasi kalium dalam tubuh. Hanya sekitar 10% dari total konsentrasi kalium di dalam tubuh berada di ekstraseluler dan 50 mmol berada dalam cairan intraseluler, karena konsentrasi kalium dalam serum darah sangat kecil maka tidak memadai untuk mengukur kalium serum. Konsentrasi kalium dalam serum berkorelasi langsung dengan kondisi fisiologi pada konduksi saraf, fungsi otot, keseimbangan asam-basa dan kontraksi otot jantung.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Penggunaan obat; pemberian penisilin kalium secara IV mungkin menjadi penyebab hiperkalemia; penisilin natrium dapat menyebabkan peningkatan ekskresi kalium
- 2) Beberapa obat dapat menyebabkan peningkatan kadar kalium seperti penisilin natrium, diuretik hemat kalium (spironolakton), ACEI, NSAID
- 3) Hiperkalemia juga sering dijumpai pada gangguan ginjal
- 4) Penurunan kadar kalium sebesar 0,4 mEq/L bisa terjadi setelah pemberian insulin. Namun manifestasi klinisnya tidak bermakna
- 5) Hiponatremia dapat terjadi pada pasien dengan penyakit jantung
- 6) Pemberian glukosa selama pemeriksaan toleransi atau asupan dan pemberian glukosa jumlah besar pada pasien dengan penyakit jantung dapat menyebabkan penurunan sebesar 0,4 mEq/L kadar darah kalium

7) Sejumlah obat yang meningkatkan kadar kalium, khususnya diuretik hemat kalium dan antiinflamasi nonsteroid, khususnya jika terdapat gangguan.

3. Klorida (Cl⁻)

Nilai normal : 97 - 106 mEq/L

SI unit : 97 - 106

mmol/L

Deskripsi:

Anion klorida terutama terdapat di dalam cairan ekstraseluler. Klorida berperan penting dalam memelihara keseimbangan asam basa tubuh dan cairan melalui pengaturan tekanan osmotis. Perubahan konsentrasi klorida dalam serum jarang menimbulkan masalah klinis, tetapi tetap perlu dimonitor untuk mendiagnosa penyakit atau gangguan keseimbangan asam-basa.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Konsentrasi klorida plasma pada bayi biasanya lebih tinggi dibandingkan pada anak-anak dan dewasa
- 2) Beberapa obat tertentu dapat mengubah kadar klorida
- 3) Peningkatan klorida terkait dengan infus garam IV berlebih

b. Hal yang harus diwaspadai :

nilai kritis klorida: <70 atau > 120 mEq/L atau mmol/L

4. Calcium (Ca⁺⁺)

Nilai normal : 8,8 – 10,4 mg/dL

SI unit : 2,2 – 2,6

mmol/L

Deskripsi :

Kation kalsium terlibat dalam kontraksi otot, fungsi jantung, transmisi impuls saraf dan pembekuan darah. Lebih kurang 98-99% dari kalsium dalam tubuh terdapat dalam rangka dan gigi. Sejumlah 50% dari kalsium dalam darah terdapat dalam bentuk ion bebas dan sisanya terikat dengan protein. Hanya kalsium dalam bentuk ion bebas yang dapat digunakan dalam proses fungsional. Penurunan konsentrasi serum albumin 1 g/dL menurunkan konsentrasi total serum kalsium lebih kurang 0,8 mEq/dL.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Diuretik tiazid dapat mengganggu ekskresi kalsium urin dan menyebabkan hiperkalsemia
- 2) Bagi pasien dengan insufisiensi ginjal menjalani dialisis, resin penukar ion kalsium terkadang digunakan untuk hiperkalsemia. Resin ini dapat meningkatkan kadar kalsium
- 3) Peningkatan uptake magnesium dan fosfat dan penggunaan laksatif berlebihan dapat menurunkan kadar kalsium karena peningkatan kehilangan kalsium di usus halus
- 4) Jika kadar kalsium menurun akibat defisiensi magnesium (seperti pada absorpsi usus besar yang tidak baik), pemberian magnesium akan memperbaiki defisiensi kalsium
- 5) Jika seorang pasien diketahui memiliki atau diduga memiliki abnormalitas pH, pemeriksaan pH dengan kadar kalsium dilakukan secara bersamaan

6) Banyak obat menyebabkan peningkatan atau penurunan kadar kalsium. Suplemen kalsium yang dikonsumsi segera sebelum pengumpulan spesimen akan menyebabkan nilai kalsium tinggi yang false.

7) Peningkatan kadar protein serum meningkatkan kalsium; penurunan protein menurunkan kalsium.

b. Hal yang harus diwaspadai :

1) Nilai kritis total kalsium:

2) < 6 mg/dL (1,5 mmol/L) dapat menyebabkan tetanus dan kejang

3) 13 mg/dL (3,25 mmol/L) dapat menyebabkan kardiotoksitas, aritmia, dan koma

4) Terapi cepat pada hiperkalsemia adalah kalsitonin

5. Fosfor anorganik (PO₄)

Nilai normal : Pria; 0-5 tahun : 4-7 mg/dL	SI unit: 1,29-2,25 mmol/L
6-13 tahun: 4-5,6 mg/dL	SI unit : 1,29-1,80 mmol/L
14-16 tahun: 3,4-5,5 mg/dL	SI unit 1,09-1,78 mmol/L
17-19 tahun: 3-5 mg/dL	SI unit: 0,97-1,61 mmol/L
≥20 tahun: 2,6-4,6 mg/dL	SI unit: 0,89-1,48 mmol/L
wanita; 0-5 tahun: 4-7 mg/dL	SI unit : 1,29-2,25 mmol/L
6-10 tahun: 4,2-5,8 mg/dL	SI unit: 1,35-1,87 mmol/L
11-13 tahun: 3,6-5,6 mg/dL	SI unit : 1,16-1,8 mmol/L
14-16 tahun: 3,2-5,6 mg/dL	SI unit : 1,03-1,8 mmol/L
≥17 tahun: 2,6-4,6 mg/dL	SI unit: 0,84-1,48 mmol/L

Deskripsi :

Fosfat dibutuhkan untuk pembentukan jaringan tulang, metabolisme glukosa dan lemak, pemeliharaan keseimbangan asam-basa serta penyimpanan dan transfer energi dalam tubuh. Sekitar 85% total fosfor dalam tubuh terikat dengan kalsium. Bila kadar fosfat diperiksa maka nilai serum kalsium juga harus diperiksa.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Kadar fosfor normal lebih tinggi pada anak-anak
- 2) Kadar fosfor dapat meningkat secara false akibat hemolisis darah; karenanya pisahkan serum dari sel sesegera mungkin
- 3) Obat dapat menjadi penyebab menurunnya fosfor
- 4) Penggunaan laksatif atau enema yang mengandung natrium fosfat dalam jumlah besar akan meningkatkan fosfor sebesar 5 mg/dL setelah 2 hingga 3 jam. Peningkatan tersebut hanya sementara (5-6 jam) tetapi faktor ini harus dipertimbangkan jika dijumpai abnormalitas kadar.

6. Magnesium (Mg²⁺)

Nilai normal: 1,7 - 2,3 mg/dL SI unit : 0,85 – 1,15 mmol/L

Deskripsi :

Magnesium dibutuhkan bagi ATP sebagai sumber energi. Magnesium juga berperan dalam metabolisme karbohidrat, sintesa protein, sintesa asam nukleat, dan kontraksi otot. Defisiensi magnesium dalam diet normal jarang terjadi, tetapi diet fosfat yang tinggi dapat menurunkan absorpsi magnesium. Magnesium juga mengatur iritabilitas neuromuskular, mekanisme penggumpalan darah dan absorpsi kalsium.

a. Faktor pengganggu :

- 1) Terapi salisilat, litium dan produk magnesium jangka panjang (misalnya: antasida, laksatif) dapat menyebabkan peningkatan kadar magnesium false, khususnya jika terjadi kerusakan ginjal
- 2) Kalsium glukonat, seperti juga sejumlah obat lain, dapat mengganggu metode pemeriksaan dan menyebabkan penurunan hasil.
- 3) Hemolisis akan memberikan hasil invalid, karena sekitar tiga per empat magnesium dalam darah ditemukan pada intrasel darah merah (kemenkes, 2011).

2.2 Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang penting untuk manusia, 99 persen kalsium di dalam tubuh manusia terdapat di tulang. Dan sebanyak 1 persen kalsium terdapat di dalam cairan tubuh seperti serum darah, di sel-sel tubuh, dalam cairan ekstra seluler dan intra seluler. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh manusia, yaitu sekitar 1,5-2% berat badan. Artinya jika berat badan kita 50 kg, maka 0,750 - 1 kilogram adalah kalsium. Sekitar 99% kalsium berada dalam jaringan yang keras, yaitu jaringan tulang dan gigi. Selebihnya kalsium tersebar luas di dalam tubuh (Shita, et al., 2010).

2.2.1 Fungsi Kalsium

Kalsium mempunyai peranan penting di dalam tubuh. Beberapa fungsi kalsium diantaranya adalah :

1. Pembentukan Tulang

Kalsium memberikan kekuatan mekanis pada tulang dan gigi. kalsium dalam tulang mempunyai dua fungsi yaitu sebagai bagian integral dari struktur tulang dan sebagai tempat menyimpan kalsium. Guthrie dan Picciano (1995) menyatakan proses pembentukan tulang dimulai pada awal perkembangan janin, dengan membentuk matriks yang kuat, tetapi masih lunak dan lentur yang merupakan cikal bakal tulang tubuh. Matriks yang merupakan sepertiga bagian dari tulang terdiri atas serabut yang terbuat dari kolagen yang diselubungi oleh bahan gelatin. Segera setelah matriks mulai menjadi kuat dan mengeras melalui proses kalsifikasi, yaitu terbentuknya Kristal mineral yang mengandung senyawa kalsium. Kristal ini terdiri dari kalsium fosfat atau kombinasi kalsium fosfat dan kalsium hidroksida yang dinamakan hidroksiapatit $[(3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2)]$. Kalsium merupakan mineral yang utama dalam ikatan ini, keduanya harus berada dalam jumlah yang cukup didalam cairan yang mengelilingi matriks tulang. Batang tulang yang merupakan bagian keras matriks, mengandung kalsium, fosfat, magnesium, seng, natrium karbonat dan fluor disamping hidroksiapatit.

2. Membantu Pertumbuhan

kalsium secara nyata diperlukan untuk pertumbuhan karena merupakan bagian penting dalam pembentukan tulang dan gigi, juga dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil untuk mendukung fungsi sel dalam tubuh. Penelitian di Jepang menunjukkan bahwa orang yang diet rendah kalsium lebih pendek dibandingkan dengan diet kalsium yang adekuat. Diet rendah kalsium berarti rendah protein, sedangkan protein dibutuhkan untuk pertumbuhan, termasuk pertumbuhan tulang. Namun, secara jelas belum dapat dibuktikan bahwa kekurangan kalsium

menyebabkan gagal pertumbuhan karena banyak faktor yang mempengaruhinya. dalam masa pertumbuhan ukuran tulang, kandungan kalsium dan kebutuhan kalsium meningkat. Setelah pertumbuhan berhenti, kemungkinan fase dimana penambahan jumlah tulang dan kalsium bersama akan tetap bertambah sampai usia sekitar 30 tahun. Setelah peak bone mass tercapai, jumlah tulang akan menurun, dan akan menyebabkan ketidak seimbangan antara resorpsi dan pembentukan tulang.

3. Pembentukan Gigi

Kalsium juga berperan dalam pembentukan gigi mineral yang membentuk dentin (bagian tengah gigi) dan email (bagian luar gigi) adalah mineral yang sama dengan membentuk tulang. Akan tetapi, kristal dalam gigi lebih padat dan kadar airnya lebih rendah. Protein dalam email gigi adalah keratin, sedangkan dalam dentin adalah kolagen. Berbeda dengan tulang, gigi sedikit sekali mengalami perubahan setelah muncul dalam rongga mulut. Pertukaran antara kalsium gigi dan kalsium tubuh berlangsung lambat dan terbatas pada kalsium yang terdapat dalam lapisan dentin. Sedikit pertukaran mungkin juga terjadi antara saliva (ludah) dan email gigi. Kerusakan kalsium pada masa pembentukan gigi dapat menyebabkan meningkatnya kerentanan terhadap kerusakan gigi.

4. Mengatur Pembekuan Darah

pada saat terjadi luka, ion kalsium yang di dalam darah merangsang pembebasan fosfolipida tromboplastin dari platelet darah yang terluka. Tromboplastin ini mengkatalis perubahan prothombin (bagian darah normal),

menjadi thrombin. Thrombin kemudian membantu perubahan fibrinogen menjadi fibrin yang merupakan gumpalan darah.

5. Katalisator Reaksi-Reaksi Biologik

Kalsium juga berfungsi sebagai katalisator reaksi-reaksi biologik, seperti absorpsi vitamin B12, tindakan enzim pemecah lemak, lipase pancreas, ekskresi insulin oleh pankreas, pembentukan dan pemecahan asetilkolin. Asetilkolin yaitu bahan yang diperlukan dalam transmisi suatu rangsangan dari suatu serabut saraf ke serabut saraf yang lain. Kalsium diperlukan untuk mengkatalis reaksi-reaksi ini yang diambil dari persediaan kalsium di dalam tubuh.

6. Kontraksi Otot

Kalsium berperan dalam interaksi protein didalam otot yaitu aktin dan miotin, pada saat otot berkontraksi. Bila darah kalsium kurang dari normal, otot tidak bisa mengendur setelah berkontraksi. Akibatnya tubuh akan kaku dan akan menimbulkan kejang. Winarno (1997) menyatakan dalam proses kontraksi otot, rangsangan yang menghasilkan kontraksi otot merupakan impuls listrik yang diangkut oleh serabut urat saraf. Diperkirakan stimulasi kimia dari ujung saraf ke tenunan otot yang menyebabkan terjadinya kontraksi adalah lepasnya ion-ion kalsium dari tempat penyimpanannya dalam sel. Keluarnya ion kalsium menstimulasi enzim ATP-ase dalam myosin, yang mengakibatkan pecahnya ATP yang menghasilkan energi dan terbentuknya ikatan silang antara myosin dan actin yang disebut actomiosin dan terjadilah kontraksi. Setelah terjadi pengenduran otot, ion kalsium dipompa kembali ke tempat penyimpanannya dalam sel (Agustiani, 2011).

2.2.2 Faktor yang Meningkatkan Absorpsi Kalsium

Beberapa faktor yang dapat meningkatkan absorpsi kalsium, yaitu :

1. Vitamin D

Vitamin D di ubah menjadi bentuk aktif 1,25 dihidroksi vitamin D secara langsung mempengaruhi kemampuan sel usus untuk mengabsorpsi kalsium. Vitamin D mengatur pembentukan kalsium terikat protein yang merupakan pembawa kalsium masuk dalam usus dan melepaskanya ke dalam darah. Adanya vitamin D bentuk aktif dapat meningkatkan absorpsi kalsium sebanyak 10 – 30%.

2. Laktosa

Laktosa dapat meningkatkan absorpsi pasif kalsium dengan meningkatkan kelarutan kalsium pada ileum. Pada bayi, laktosa dapat meningkatkan proporsi absorpsi kalsium sebanyak 33% - 48%.

3. Kebutuhan Kalsium

Kebutuhan kalsium yang tinggi seperti pada masa kehamilan, laktasi, remaja akan meningkatkan absorpsi kalsium sampai 50%. Bila asupan kalsium rendah, tubuh akan beradaptasi dengan mengabsorpsi kalsium dalam jumlah besar dan mengekskresi lebih sedikit.

4. Potassium

Potassium bekerja berlawanan dengan sodium. Potassium membantu absorpsi kalsium dalam tubuh yaitu dengan mengurangi kalsium lewat urin.

2.2.3 Faktor yang Menurunkan Absorpsi Kalsium

Beberapa faktor yang dapat menurunkan absorpsi kalsium, yaitu:

1. Protein dan Sodium

Protein terutama protein hewani dan sodium dapat menurunkan absorpsi kalsium melalui urin. Setiap penambahan 43 mmol sodium akan menyebabkan penambahan kehilangan 0.66 mmol (26,3 mg) kalsium dan setiap penambahan 1 g protein menyebabkan kehilangan 0,044 mmol (1,75 mg) kalsium.

2. Fosfor

Asupan tinggi fosfor mengurangi kehilangan kalsium lewat urin, akan tetapi meningkatkan kehilangan kalsium lewat feses pada waktu yang bersamaan, sehingga tidak ada keuntungan yang di dapat.

3. Asam oksalat

Asam oksalat terdapat dalam sayuran hijau daun, seperti bayam. Asam oksalat dengan kalsium akan membentuk kalsium oksalat yang tidak larut dan sulit di absorpsi. Terbentuknya kalsium oksalat tergantung pada jumlah asam oksalat yang ada. Jika terdapat kalsium dalam jumlah cukup untuk membentuk ikatan dengan asam oksalat maka tidak ada asam oksalat bebas untuk bergabung dengan kalsium dari bahan makanan lain. Sayuran daun pada umumnya banyak mengandung asam oksalat bebas. Kurang lebih 55% asam oksalat bebas pada bayam terdapat dalam bentuk bebas dan mudah larut.

4. Ketidakstabilan Emosi

Efisiensi absorpsi kalsium dapat dipengaruhi oleh stabilitas emosional individ. Stress, tegang, cemas, sedih, bosan dapat mengganggu absorpsi kalsium.

5. Kurang Olah Raga

Orang yang tidak melakukan olah raga ketahanan tubuh seperti berjalan, berlari, bed rest sehingga cenderung tidak aktif, dapat kehilangan 0,5% kalsium tulag per bulan dan sulit untuk mengganti kehilangan kalsium tersebut. Beberapa

bukti menemukan bahwa kehilangan kalsium lebih disebabkan oleh kurangnya berat tulang bukan ketidak aktifan bergerak. Orang berolah raga renang memiliki kepadatan tulang lebih rendah dari pada mereka yang berolah raga ketahanan tubuh seperti berlari atau jalan.

6. Serat

Serat dapat meningkatkan motilitas gastrointestinal, mengikat mineral dalam struktur serat. Serat dalam sayuran hijau tidak memiliki efek terhadap absorpsi kalsium, namun serat dalam gandum dapat mengurangi absorpsi kalsium.

7. Kafein

Konsumsi tinggi kafein meningkatkan kalsium melalui urin dan merangsang sekresi urin ke dalam gastrointestinal. Secangkir kopi dapat mengurangi absorpsi kalsium kurang lebih 3 mg.

8. Obat

Obat – obatan seperti anti konvulsan, kortison, tiroksin, dan antacid mengandung aluminium memiliki efek samping menurunkan kalsium (Mulyani, 2009).

2.2.4 Sumber Kalsium

Sumber kalsium terbagi menjadi dua, yaitu hewani dan nabati. Sumber kalsium dari hewani antara lain; ikan, udang, susu dan produk olahan susu (*dairy*) seperti *yogurt*, keju dan *ice cream*, kuning telur, ikan teri, udang rebon, dan daging sapi. Namun, bila mengonsumsi makanan hewani secara berlebih terutama daging sapi dapat menghambat penyerapan kalsium, karena kadar proteinnya tinggi. Kandungan protein yang tinggi akan meningkatkan keasaman (pH) darah.

Untuk itu, walaupun kaya kalsium makanan hewani harus dikonsumsi secukupnya saja. Sumber makanan yang mengandung kalsium nabati terdapat di sayuran hijau seperti sawi, bayam, brokoli, daun papaya, daun singkong, peterseli. Selain itu terdapat juga pada biji-bijian seperti kenari, wijen, dan kacang almond. Kacangkacangan juga mengandung kalsium seperti kacang kedelai, kacang merah, kacang polong, tempe, dan tahu (Shita, et al., 2010).

2.2.5 Sifat Kimia Kalsium

Kalsium adalah sebuah elemen kimia dengan symbol Ca dan nomor atom 20. Mempunyai massa atom 40.078 amu. Dari sifat fisika kalsium diketahui titik leburnya 840°C dan titik didihnya 1484°C. Kalsium merupakan zat yang dibutuhkan sejak bayi hingga tua. Jumlah kebutuhan kalsium dapat dibedakan berdasarkan jenis kelamin dan usia. Menurut salah satu dokter ahli gizi, kebutuhan kalsium yang dibutuhkan orang Indonesia rata-rata adalah 500-800 mg/hari. Pada usia lanjut dan wanita menopause dianjurkan asupan kalsium per hari adalah 1000 mg (Rusdianto, 2011).

2.3 Faktor Kesalahan Dalam Pemeriksaan

Dari sebuah pemeriksaan seringkali terjadi kesalahan atau hasil yang tidak sesuai dengan nilai normal, yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Faktor yang pertama adalah alat yang belum dikalibrasi. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi kesalahan dalam pengukuran analitik adalah dengan proses kalibrasi.

2. Faktor yang kedua adalah kurangnya pemeliharaan alat. Faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap kerusakan alat-alat laboratorium contohnya suhu, tingkat kelembapan udara, debu, dan kotoran. Dapat dicegah dengan upaya perawatan secara rutin dan teratur.

3. Faktor ketiga adalah kesalahan dalam pipetasi. Kesalahan dalam pipetasi juga merupakan faktor yang sering dialami oleh petugas laboratorium. Karena dalam penelitian ini pipetasi yang dilakukan adalah dengan cara manual tidak menggunakan alat otomatis, maka pipetasi dari tabung satu dengan tabung lain dengan volume tertentu terutama dalam jumlah kecil belum tentu memiliki volume yang sama, meski sudah menggunakan mikropipet yang terstandarisasi, sehingga hal ini berpengaruh pada perolehan hasil pemeriksaan (Santoso, 2015).

2.4 Mikropipet

Mikropipet adalah alat tangan yang digunakan untuk mengukur dan memindahkan sejumlah kecil cairan, seperti air, darah, dilaboratorium. Beberapa pipet memiliki volume yang tetap, tetapi yang lain disesuaikan dikenal dengan nama mikropipet adjustable (Arini, 2015).

Mikropipet dengan *tip* sekali pakai sering digunakan untuk mengukur volume yang kecil. Pipet jenis ini tersedia dalam berbagai kapasitas volume, mulai dari 5 ul sampai 1000 ul. Tip yang telah digunakan langsung dibuang ke dalam disinfektan melalui mekanisme ejektor (*ejector mechanism*). Mikropipet memiliki pengisap berfungsi-ganda yang dioperasikan melalui ibu jari. Fungsi pertama untuk mengambil sampel dan fungsi kedua untuk mengeluarkan sampel dari tip ke

dalam tabung. Mikropipet harus dikalibrasi dan dirawat sesuai petunjuk pemakaiannya (WHO, 2003).

Mikropipet ini ditemukan dan dipatenkan pada tahun 1960 oleh Dr. Hanns Schmitz (Marburg, Jerman). Setelah itu, mitra penemu dari perusahaan bioteknologi Eppendorf, Dr. Heinrich Netheler, mewarisi hak-hak yang melekat pada paten itu dan memulai penggunaan mikropipet secara umum dan luas di laboratorium-laboratorium di dunia. Pada tahun 1972, mikropipet yang dapat ditala ditemukan di Universitas Wisconsin–Madison oleh beberapa orang, terkhusus Warren Gilson dan Henry Lardy (Lestari, 2016).

2.4.1 Jenis-jenis Mikropipet

Mikropipet berdasarkan volumenya terdiri atas tiga jenis yang umum digunakan yaitu P20, P200, dan P1000. Setiap ukuran yang berbeda dirancang untuk mengukur cairan dalam rentang volume yang berbeda. Mikropipet P20 dapat mengukur volume dalam kisaran 0,02 dan 0,7 ons (0,5 - 20 μ l) sedangkan P200 dapat mengukur volume antara 0,7 dan 6,8 ons (20 - 200 μ l). Mikropipet P1000 adalah mikropipet yang tersedia lebih besar dan biasanya digunakan untuk mengukur cairan dengan volume di kisaran antara 3,4 dan 33,8 ons (100 – 1000 μ l). Berikut ini adalah bentuk dari berbagai macam mikropipet (arini, 2016).

2.4.2 Jenis-jenis Tip pada Mikropipet

1. Jenis-jenis tip

Jenis dan warna tip bermacam-macam, tergantung pada kapasitas volume dan jenis yang sesuai. Pipet tip bersifat disposable dan digunakan untuk

menjamin presisi dan keakuratan dari pipet. Pipet tip tersedia dalam bentuk non steril, steril dan terdapat filter, ada juga yang RNase, DNase dan endotoxin free.

Tip adalah wadah berbahan polimer yang digunakan pada ujung mulut mikropipet, dan berfungsi sebagai wadah penampungan sampel. Ukuran dan warna tip bisa bermacam-macam, tergantung dengan jenis mikropipet yang sesuai. Tip pada umumnya bersifat disposable atau sekali pakai, namun beberapa tip ada pula yang digunakan berulang-ulang karena dapat disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Pada beberapa jenis tip ada yang memiliki filter, yang berfungsi untuk mencegah masuknya kembali cairan yang diambil dari tip ke dalam mikropipet. Penyimpanan tip diletakkan di dalam rak tip dan disesuaikan dengan warna atau kapasitas penampungan sampelnya. Tip yang digunakan dalam praktikum, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Tip putih (*white tip*) dipakai untuk mikropipet dengan volume 5-10 μl dengan ketelitian hingga 0,05 μl .
- b. Tip kuning (*yellow tip*) dipakai untuk mikropipet dengan volume 20-200 μl dengan ketelitian hingga 0,1 μl .
- c. Tip biru (*blue tip*) dipakai untuk mikropipet dengan volume maksimal 1.000 μl dengan ketelitian hingga 1 μl (arini, 2016).

2.4.3 Prosedur Pemakaian mikropipet

Dalam memakai mikropipet, yang perlu dicermati merupakan volume cairan yang akan dipindahkan. Ada beberapa tipe mikropipet berdasarkan volumenya, tipe mikropipet yang kerap dipakai memiliki kisaran 10-100 mikro liter (μl) dan 100-1000 mikro liter (μl). Pada penggunaannya, biasanya dilakukan campuran konsumsi kedua tipe mikropipet ini, semisal untuk memindahkan 1030

μl cairan, maka dipakai pipet tipe pertama untuk memindahkan 30 μl dan pipet tipe kedua untuk memindahkan cairan sebanyak 1000 μl . Pemilihan tipe pipet yang pas ini penting untuk mengirit waktu

Ada beberapa tahapan dalam menggunakan mikropipet ialah:

1. Mengatur volume : Setiap mikropipet dilengkapi dengan bagian pengaturan volume (*volume adjustment knob*) yang terletak pada kepala pipet. Untuk mengaturnya, dan tinggal memutar-mutar bagian tersebut dan mencermati angka yang tertera di bagian tengah (badan) mikropipet (*digital volume indicator*). Misal, untuk mengambil sample larutan dengan volume 105 mikroliter, kita bisa memakai P100. Hal ini karena range mikropipet P100 memang ditujukan pada pengambilan sample larutan antara 100-1000 mikroliter.
2. Memasang tip : Setiap mikropipet membutuhkan tip yang berbeda. Tip biru (*blue tip*) dipakai untuk mengambil sampel larutan dengan volume sampai dengan 1 mL, berarti blue tip ini cocok untuk P1000. Lalu untuk P100 memakai tips kuning (*yellow tip*) yang mampu menampung volume hingga 200 mikroliter. Tancapkan ujung mikropipet pada tip yang sesuai. Pastikan tip terpasang dengan benar.
3. Mengambil dan keluarkan larutan sampel : bila tip sudah terpasang, selanjutnya yang perlu dilakukan merupakan menekan tombol knop sampai hambatan pertama (*first stop*). Jangan ditekan lebih dalam lagi. setelah itu masukan ke dalam sample cairan yang akan kita ambil.

4. Pastikan tip tercelup ke dalam sampel larutan : setelah itu lepaskan tekanan dari tombol knop secara lama-lama agar cairan tertarik ke dalam mikropipet. sehabis itu, untuk memindahkan sampel larutan yang sudah kita ambil, tinggal tekan tombol knop sampai hambatan kedua (*second stop*). Pastikan semua cairan yang diambil sudah terpindahkan semua. Terakhir, untuk membebaskan tip yang melekat pada mikropipet tinggal tekan tombol *tip ejector button*.

5. Gunakan sesuai dengan volume yang akan diukur/dipipet : memakai pipet dibawah volume yang dianjurkan akan menciptakan kesalahan yang lebih besar. Untuk mendapatkan reproduibilitas maksimal ikuti anjuran sebagai berikut: persisten dalam kecepatan dan kehalusan saat menekan dan membebaskan penyedot. Tekanan yang persisten dalam penekanan penyedot pada pembatas pertama. Kedalaman penyedotan yang cukup dan persisten. Posisi pemipetan kira-kira vertikal. Jangan sampai ada gelembung udara. Jangan pernah meninggalkan pipet pada posisi mendatar apalagi terbalik saat tip terisi sampel (kesehatan, 2017).

2.4.4 Beberapa Faktor Penyebab Kontaminasi *Tip* Pada Mikropipet :

1. Penyebab Kontaminasi Pipet-ke-Sampel : Menggunakan tip atau pipet yang sudah terkontaminasi. Cara pencegahannya yaitu bisa dengan cara bersihkan dan sterilkan bagian pipet yang kontak dengan sampel. Gunakan tip steril, dan ganti tip setiap berganti sampel.

2. Penyebab Kontaminasi Sampel-ke-Pipet : Sampel atau aerosol dari sampel kontak dan memasuki bagian pipet. Pencegahan jangan terlalu memiringkan pipet,

simpan selalu pipet secara vertikal, sedot cairan dengan perlahan dan gunakan filter tip atau gunakan pipet positive-displacement.

3. Kontaminasi Sampel-ke-Sampel (*sample carryover*). Penyebab kontaminasi bisa karena menggunakan tip bekas untuk pemeriksaan sampel yang berbeda. Cara pencegahan ganti tip setiap berganti sampel (winarni, 2010).

2.5 Deterjen

Deterjen merupakan salah satu produk komersial yang digunakan untuk menghilangkan kotoran pada pencucian pakaian. Dalam deterjen mengandung bahan yang mempunyai sifat aktif permukaan (surfaktan). Surfaktan ini digunakan untuk proses pembabahan dan pengikat kotoran, sehingga sifat dari deterjen dapat berbeda tergantung jenis surfaktannya (Kirk and Othmer, 1982). Deterjen yang dijual bebas di pasaran biasanya mengandung 20 – 40 % surfaktan, sedangkan sisanya adalah bahan kimia yang biasanya disebut dengan additives atau deterjen builders yang berfungsi untuk meningkatkan daya bersih deterjen.

Bahan surfaktan yang biasa digunakan adalah *alkyl benzene (ABS)*. Senyawa ini termasuk dalam senyawa non biodegradable yaitu tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme, dan juga banyak menimbulkan busa baik pada sungai ataupun air tanah sehingga senyawa tersebut diganti dengan linear *alkyl sulphonat (LAS)* yang lebih mudah didegradasi. Penggunaan LAS di Negara – Negara berkembang seperti Indonesia masih terbatas dikarenakan harga LAS yang mahal (Santi, 2009).

2.5.1 Surfaktan

Surfaktan dapat diklasifikasi ke dalam empat kelompok menurut gugus hidrofilik, yaitu anionik, non ionik, kationik dan zwitterionik. Linear dan *branched* alkilbenzene sulfonat serta sabun merupakan jenis surfaktan anionik yang umumnya digunakan dalam formulasi detergen. Namun, *linear alkilbenzene sulfonat* (LAS) yang sering digunakan sebagai surfaktan dalam formulasi detergen. LAS dapat terbiodegradasi dan bila dilarutkan dalam air akan berubah menjadi partikel bermuatan negatif, memiliki daya bersih yang sangat baik, dan biasanya berbusa banyak. Penggunaan detergen yang berlimpah dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan yang disebabkan dari limbah detergen adalah dengan cara mengambil surfaktannya kembali (Puspitasari, dkk., 2013)

2.5.2 Efek Deterjen Dalam Air

Adapun efek yang dapat ditimbulkan oleh adanya detergen dalam air antara lain :Terbentuknya film akan menyebabkan menurunnya tingkat transfer ke dalam air, pada konsentrasi yang melebihi ambang batas yang ditentukan, dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang cukup serius, kombinasi antara polyphospat dengan surfaktan dalam detergen dapat mempertinggi kandungan phospat dalam air. Hal ini akan menyebabkan terjadinya entroikasi yang dapat menimbulkan warna pada air (Santi, 2009).

Deterjen tidak dapat diuraikan dalam jangka waktu lama dalam kondisi perairan alamiah sehingga deterjen adalah zat yang persisten. Oleh karena tidak terdapat mekanisme alamiah yang dapat menguraikan zat tersebut, maka akan terjadi terakumulasi dalam badan air. Deterjen juga menimbulkan busa di perairan

yang tidak dapat diterima oleh estetika dan menimbulkan kesulitan dalam pengolahan air (Sopiah, et al., 2006).

2.6 Hipotesis

Ada perbedaan hasil kadar kalsium dalam penggunaan *tip* disposable dan *tip non disposable* dalam pemeriksaan kadar kalsium.

