

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Air Bersih Untuk Air Minum

2.1.1 Pengertian Air

Air adalah zat yang ada di alam yang dalam kondisi normal berada di atas permukaan bumi berbentuk cair dan akan membeku pada suhu nol derajat celcius (0°C) dan mendidih pada suhu seratus derajat celcius (100°C). Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan. Dengan demikian semakin naik jumlah penduduk maka semakin naik pula laju pertumbuhan dan laju pemanfaatan sumber-sumber airnya. Beban pengotoran air juga sesuai dengan cepatnya pertumbuhan (Bobihu, 2012).

Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum (Joko, 2010).

Air memegang peran penting bagi kehidupan manusia dan juga makhluk hidup lainnya. Oleh manusia air digunakan untuk minum, memasak, mencuci, dan mandi. Disamping itu juga air digunakan untuk mengairi sawah, ladang, industri dan masih banyak lagi. Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkut zat – zat makanan, juga merupakan sumber energi serta sebagai keperluan lainnya (Sasongko dkk, 2014).

Air merupakan komponen utama dalam tubuh manusia. Sekitar 80% dari kebutuhan individu merupakan kontribusi dari cairan termasuk air, dan sisanya diperoleh dari makanan (Aprillia dkk, 2014).

Manusia dan semua makhluk hidup lainnya butuh air. Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi. Menurut dokter dan ahli kesehatan manusia wajib minum air putih 8 gelas perhari. Tumbuhan dan binatang juga mutlak membutuhkan air. Tanpa air keduanya akan mati. Sehingga dapat dikatakan air merupakan salah satu sumber kehidupan. Dengan kata lain air merupakan zat yang paling esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup (Kodoatie dkk, 2010).

Komposisi mineral dalam air minum yang bersumber dari permukaan (dataran tinggi atau rendah) di dominasi oleh unsur kalsium dan magnesium. (Izar dkk, 2007). Menurut WHO air yang kesadahnya tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan yaitu dapat menyebabkan penyumbatan darah jantung (*cardiovascular disease*) dan batu ginjal (*urolithiasis*) (Dinora dkk, 2013).

2.1.2 Persyaratan Kualitas Air Bersih Untuk Air Minum

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2010 menyebutkan bahwa air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku air bersih. Sesuai dengan ketentuan badan dunia (WHO) maupun badan setempat (Departemen

Kesehatan) serta ketentuan atau peraturan lain yang berlaku seperti APHA (*American Public Health Association* atau Asosiasi Kesehatan Masyarakat AS), layak tidaknya air untuk kehidupan manusia ditentukan berdasarkan persyaratan kualitas secara fisik, secara kimia dan secara biologis (Quddus, 2014).

1. Persyaratan Fisik

Air yang dipergunakan untuk minum adalah air yang tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih dengan suhu di bawah suhu udara (± 25 °C). Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya (Anggraini, 2012).

a. Kekeruhan

Warna, kekeruhan, zat partikulat, dan organisme yang tampak juga dapat menjadi perhatian konsumen serta dapat menimbulkan permasalahan terkait mutu dan kelayakan persediaan air minum (Widyastuti dkk, 2011).

Kekeruhan adalah efek optik yang terjadi jika sinar membentuk material tersuspensi di dalam air. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik seperti lumpur dan buangan (Quddus, 2014).

b. Bau

Bau disebabkan oleh adanya senyawa lain yang terkandung dalam air seperti gas H_2S , NH_3 , senyawa fenol, klorofenol dan lain-lain. Pengukuran biologis senyawa organik dapat menghasilkan bau pada zat cair dan gas. Bau yang disebabkan oleh senyawa organik ini selain mengganggu dari segi estetika, juga beberapa senyawanya dapat bersifat karsinogenik. Pengukuran secara kuantitatif bau sulit diukur karena hasilnya selalu subjektif (Joko, 2010).

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk kedalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan karena proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian zat organik berakibat meningkatkan penggunaan oksigen terlarut di air *Biological Oxighen Demand* (BOD) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen terlarut *Disvolved Oxigen* (DO) di dalam air.

Bau pada air minum dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Tujuan deteksi bau pada air minum yaitu untuk mengetahui ada bau atau tidaknya bau yang berasal dari air minum yang disebabkan oleh pencemaran. Apabila air minum memiliki bau maka dapat dikategorikan sebagai air minum yang tidak memenuhi syarat dan kurang layak untuk dimanfaatkan (Quddus, 2014).

Bau air dapat pula disebabkan oleh beberapa faktor seperti mikroorganisme akuatik perairan, effluent (limbah cair) rumah tangga, industri maupun tempat pengolahan sampah (Hapsari, 2015).

c. Rasa

Timbulnya rasa pada air minum biasanya berkaitan erat dengan bau pada air tersebut. Pada air minum, rasa diupayakan agar menjadi netral dan dapat diterima oleh pengguna air (Quddus, 2014). Tes rasa air jika rasa payau atau asin maka cek hasil laboratorium terhadap kandungan klorida (Joko, 2010).

Rasa dan bau dapat berasal dari kontsminan kimia anorganik dan organik serta sumber atau proses biologis (misalnya, mikroorganisme akuatik), dari kontaminasi zat kimia sintetis, dari korosi atau sebagai hasil pengolahan air (misal, klorinasi). Rasa dan bau juga dapat dihasilkan selama penyimpanan dan distribusi akibat aktivitas mikroba. Rasa dan bau dalam air minum dapat menjadi petunjuk

beberapa bentuk pencemaran atau penyimpangan selama pengolahan atau distribusi air. Hal tersebut tentunya juga dapat menjadi petunjuk keberadaan substansi yang potensial berbahaya. Penyebabnya harus diselidiki dan otoritas kesehatan yang tepat harus diberi tahu, terutama jika terjadi perubahan yang mendadak dan cukup besar (Widyastuti dkk, 2011).

Air yang normal seharusnya tidak memiliki rasa, air yang berasa dapat terjadi dikarenakan terdapat penyimpangan yang diakibatkan oleh adanya introduksi bahan asing atau kontaminan (Hapsari, 2015).

2. Persyaratan Kimiawi

Salah satu syarat kimia yang harus dipenuhi dalam kualitas air minum dalam parameter kimia adalah kesadahan. Dengan adanya kesadahan dalam air dengan jumlah yang tidak memenuhi syarat dapat mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi dan segi kesehatan (Nugroho dkk, 2013).

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan. Zat ataupun bahan kimia yang terdapat di dalam air minum tidak boleh sampai menimbulkan kerusakan pada tempat penyimpanan air, sebaliknya zat ataupun bahan kimia dan atau mineral yang dibutuhkan oleh tubuh, hendaknya harus terdapat dalam kadar yang sewajarnya dalam sumber air minum tersebut (Anggraini, 2012).

Air bersih tidak boleh mengandung bahan – bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah: pH yang diperbolehkan berkisar antara 6,5 – 9,0, total solid, zat organik, CO₂ agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chloride (Cl), nitrit, flourida (F), serta logam berat (Quddus, 2014).

3. Persyaratan Bakteriologis

a. Bakteri

Menurut Permenkes No. 492 tahun 2010, air minum berkualitas dinilai dari parameter mikrobiologi adalah tidak ditemukannya bakteri total *coliform* dan *Escherichia coli* dalam 100 ml sampel (Afif dkk, 2015).

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 Coli/100 ml air. Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (faeces) dan tanah. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah Bakteri *typhum*, *Vibrio colerae*, Bakteri *dysentriae*, *Entamoeba hystolitica*, Bakteri *enteritis* (penyakit perut). Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah berkontaminasi dengan kotoran manusia (Anggraini, 2012).

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang penting pada penanganan air. Bakteri adalah jasad renik yang sederhana, tidak berwarna, satu sel. Bakteri dapat bertahan hidup dan berkembangbiak dengan cara memanfaatkan makanan terlarut dalam air. Bakteri tersebut berperan dalam dekomposisi unsur organik dan akan menstabilkan buangan organik. Bakteri yang mendapat perhatian di dalam air minum terutama adalah bakteri *Escherichia coli* yaitu koliform yang dijadikan indikator dalam penentuan air minum.

b. Virus

Virus adalah berupa makhluk yang bukan organisme sempurna, antara benda hidup dan tidak hidup, berukuran sangat kecil antara 20-100 nm atau sebesar 1/50 kali ukuran bakteri. Perhatian utama virus pada air minum adalah terhadap

kesehatan masyarakat, karena walaupun hanya 1 virus mampu menginfeksi dan menyebabkan penyakit. Virus berada dalam air bersama tinja yang terinfeksi, sehingga menjadi sumber infeksi (Quddus, 2014).

1.1.3 Sumber Air Bersih

Jumlah Air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi ialah pergerakan air yang dialami yang terdiri dari berbagai peristiwa yaitu penguapan (evaporasi) air yang terdapat di dalam atau keadaan berkeringat (transpirasi) yang dialami oleh makhluk hidup, Pembentukan awan (kondensasi), peristiwa jatuhnya air ke bumi (presipitasi) dan aliran air pada permukaan bumi dan di dalam tanah.

Sumber air yang umum digunakan pada masyarakat untuk mendapatkan air bersih yaitu:

1. Air laut

Air laut mempunyai sifat yaitu asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2. Air Atmosfir atau Air Materiologik

Air atmosfer atau air meteorologik atau biasa disebut dengan air hujan ini didapat dari angkasa karena terjadinya proses presipitasi dari awan, atmosfer yang mengandung uap air. Air hujan dalam keadaan murni sangat bersih karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri atau debu dan lain sebagainya, maka untuk menggunakan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun karena masih banyak mengandung kotoran (Anggraini, 2012).

3. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan sebagainya. Beberapa pengotor ini untuk masing-masing air permukaan akan berbeda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotornya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi. Setelah mengalami suatu proses pengotoran, pada suatu saat air permukaan ini akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yakni udara yang mengandung oksigen akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan oksigen akan meresap ke dalam air permukaan.

Sumber air permukaan antara lain sungai, danau, rawa, situ, embung, ranu, waduk, telaga (Kodoatie dkk, 2010). Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum umumnya dapat terpenuhi (Anggraini, 2012).

Air sungai ada dua macam :

a. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

b. Air rawa / danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O₂ kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut (Bobihu, 2012).

4. Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan di dalam retak-retak batuan yang disebut juga sebagai air celah atau *fissure water* air tawar dan air laut semakin masuk ke daratan (Purnomo dkk, 2013).

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah ditemukan pada akifer. Pergerakan air tanah sangat lambat, kecepatan arus berkisar antara 10^{-10} - 10^{-3} m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah, dan pengisian kembali air (*recharge*). Karakteristik utama yang membedakan air tanah dan air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran (Anggraini, 2012).

2.2 Tinjauan Tentang Air Berkapur

Salah satu syarat kimia yang harus dipenuhi dalam kualitas air minum dalam parameter kimia adalah kesadahan. Salah satu kesadahan adalah kesadahan kalsium atau yang lebih dikenal sering dikenal dengan air kapur. Dengan adanya kesadahan dalam air dengan jumlah yang tidak memenuhi syarat dapat mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi dan segi kesehatan. Pada umumnya air tanah atau air sumur mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi. Hal ini terjadi karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air (Nugroho dkk, 2013).

Air tanah pada umumnya tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi litosfir yang dilaluinya atau mungkin adanya pencemaran dari lingkungan sekitar. Mineral-mineral dalam aliran air tanah dapat larut dan terbawah sehingga mengubah kualitas air tersebut. Air tanah sering mengandung unsur-unsur yang cukup tinggi menyebabkan air berwarna kuning kecoklatan dan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan, yaitu bersifat toksik terhadap organ melalui gangguan secara fisiologisnya, misalnya kerusakan hati, ginjal dan syaraf. Mengonsumsi air minum secara terus menerus dengan kandungan mangan, besi, magnesium, kalsium, dan logam yang lain dalam jumlah melebihi baku mutu air maka dimungkinkan adanya akumulasi logam tersebut dalam tubuh (Anggraini, 2012).

2.2.1 Dampak Mengonsumsi Air Berkapur

Air permukaan dan air sumur pada umumnya mengandung bahan-bahan metal terlarut, seperti Na, Mg, Ca dan Fe, air yang mengandung komponen-

komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah. Kesadahan dalam tingkat tertentu akan bermanfaat bagi kesehatan, namun ketika kesadahan menjadi tinggi dan dikonsumsi manusia dalam jangka waktu yang lama akan dapat mengganggu kesehatan. Secara khusus kelebihan unsur kalsium akan menjadikan *hyperparathyroidism*, batu ginjal (*kidney stone*), dan jaringan otot rusak (*musculusweaknes*) (Patria, 2011).

Dalam pemakaian yang cukup lama, kesadahan dapat menimbulkan gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan CaCO_3 dan MgCO_3 . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Haryanti Rita (2006) yang menyatakan bahwa adanya hubungan bermakna antara kualitas kesadahan total air bersih dengan kejadian penyakit batu ginjal dan saluran kemih. Hasil perhitungan OR (Odd Ratio) menunjukkan bahwa responden yang kadar kesadahan tidak memenuhi syarat mempunyai resiko terkena penyakit batu ginjal dan saluran kemih sebesar 5.916 kali lebih besar dari pada responden yang kadar kesadahan air bersihnya memenuhi syarat (Bobihu, 2012). Berikut ini adalah dampak mengkonsumsi air berkapur :

1. Batu Saluran Kemih

Batu saluran kemih merupakan penyakit terbanyak ke tiga dibidang urologi setelah penyakit infeksi saluran kemih dan penyakit kelenjar prostate. Penyakit ini diperkirakan menyerang 1,4% dari jumlah penduduk Indonesia. Komposisi mineral dalam air minum yang bersumber dari air permukaan (dataran tinggi / rendah) didominasi oleh unsur kalsium dan magnesium, kadar kalsium (Ca^{2+}) inilah diduga dapat mengakibatkan hiperekresi kalsium urin dan supersaturasi (kristalisasi

kalsium oksalat) yang merupakan proses awal terjadinya batu saluran kemih (Izhar dkk, 2017).

Batu saluran kemih merupakan suatu penyakit saluran kemih yang sangat banyak di dunia dan terjadi terutama pada penduduk yang tinggal di sekitar penambangan kapur. Manifestasi batu saluran kemih dapat berbentuk rasa sakit yang ringan sampai berat dan komplikasi seperti urosepsis dan gagal ginjal. Zat – zat atau bahan kimia yang terkandung di dalam air misalnya Ca, Mg, Mn yang melebihi standart kualitas tidak baik untuk dikonsumsi oleh orang dengan fungsi ginjal yang kurang baik, karena akan menyebabkan pembentukan batu pada saluran kemih. Kebiasaan minum juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi pembentukan batu saluran kemih. Orang yang banyak mengkonsumsi air dengan kandungan kapur tinggi akan menjadi predisposisi pembentukan batu saluran kemih (Wahap dkk, 2012).

Batu saluran kemih bermacam-macam. Biasanya batu ini mengandung kapur (*calcium*), yang berarti didalam tubuh si penderita mengandung banyak zat kapur. Zat kapur yang berlebihan ini berasal dari makanan dan yang kaya zat kapur, terutama di daerah berkapur. Pada penduduk dari wilayah berkapur tinggi dan minum air tanah, ditemukan banyak kasus batu saluran kemih, bahkan pada orang yang masih belia. Anak yang berusia lima tahun saja sudah bisa punya batu kandung kemih sebesar bola tenis (Nadesul, 2009).

Zat kapur yang tinggi di dalam tubuh dapat jadi pengganggu metabolisme zat kapur. Demikian pula bila ada gangguan kelenjar anak gondok, menu tertentu yang membentuk kristal-kristal di dalam air kemih, dan infeksi di saluran kemih,

yang semuanya jadi faktor yang memudahkan pembentukan batu kemih (Nadesul, 2009).

Penyakit batu saluran kemih adalah terbentuknya batu yang disebabkan oleh pengendapan substansi yang terdapat dalam air kemih yang jumlahnya berlebihan atau karena faktor lain yang mempengaruhi daya larut substansi. Penyakit batu saluran kemih adalah masa keras seperti batu yang terbentuk disepanjang saluran kemih dan bisa menyebabkan nyeri pendarahan aliran kemih atau infeksi. Batu yang terbentuk di dalam sistim kalik ginjal yang turun ke ureter yang biasanya menjadi tempat berhentinya batu yang turun dari kalik yaitu *Ureteropelvik junction* persilangan ureter dengan *Vasa iliaca* dan muara ureter di dinding buli.

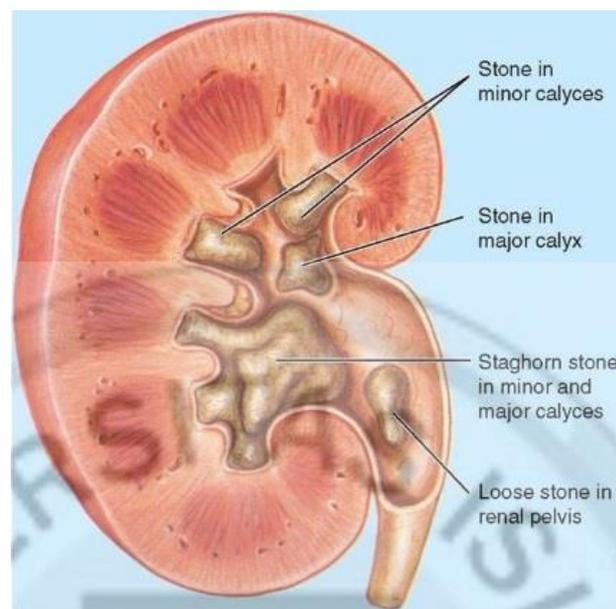
Air merupakan salah satu penyebab timbulnya penyakit batu saluran kemih. Zat-zat atau bahan kimia yang terkandung di dalam air misalnya Ca, Mg yang melebihi standar kualitas yang tidak baik dikonsumsi oleh orang dengan fungsi ginjal yang kurang baik, karena akan menyebabkan pembentukan batu saluran kemih. Orang yang banyak mengkonsumsi air dengan kandungan kapur akan menjadikan predisposisi pembentukan batu saluran kemih.

2. Batu Ginjal dan Infeksi Saluran Kemih (ISK)

Batu ginjal adalah partikel padat seperti kerikil yang terdapat di berbagai bagian dari sistem kemih. Terbentuk akibat kelebihan garam di dalam aliran darah kemudian mengkristal di urin. Minuman yang mengandung kadar kapur (kalsium) tinggi bisa berbahaya menaikkan kadar kalsium dalam darah dan air kencing, sehingga kadarnya melebihi ambang batas aman dengan akibat terbentuk kristal

batu. Bila kristal batu terbentuk dalam jumlah banyak dan saling menempel akan menjadi batu ginjal (Bobihu, 2012).

Batu ginjal (nefrolitiasis) adalah sebuah material solid yang terbentuk di ginjal ketika zat atau substansi normal di urin menjadi sangat tinggi konsentrasinya. Berdasarkan anatomi dari ginjal, lokasi batu ginjal biasanya khas dijumpai pada bagian pelvis dan kaliks. Batu biasanya berada pada ginjal atau berjalan melewati saluran kemih. Penyakit ini bagian dari penyakit urolitiasis atau bisa disebut Batu Saluran Kemih (BSK). Lokasi dari batu bisa terkena di beberapa tempat yaitu di ginjal, ureter, dan kandung kemih. Ginjal merupakan tempat tersering terjadinya batu dibandingkan dengan tempat saluran kemih yang lainnya (Haerudin, 2015).



Gambar 2.1 Lokasi Batu Ginjal

Dikutip dari : (Haerudin, 2015).

Kaliks dan pelvis merupakan tempat yang paling sering terdapat batu dan bisa menjadi progresif menjadi satu persatuan batu di kaliks dengan batu di pelvis yang disebabkan karena adanya penambahan garam berlebih yang dikenal sebagai

straghorn stone yang membentuk cetakan seperti struktur kaliks dan pelvis. Sebuah batu bisa melewati daerah pelvis bahkan bermigrasi ke daerah ureter dan *bladder* sehingga bisa menyebabkan obstruksi aliran urin.

Penyebab terbentuknya suatu batu sering tidak diketahui, terutama pada kasus batu yang mengandung kalsium. Penyebab pembentukan batu yang paling berperan yaitu bergabungnya faktor predisposisi. Penyebab terpenting adalah meningkatnya konsentrasi konstituen batu didalam urin sehingga kelarutan konstituen tersebut didalam urin terlampaui (Haerudin, 2015).

Pembentukan batu ginjal dipengaruhi oleh banyak faktor. Secara garis besar pembentukan batu ginjal dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik antara lain umur, jenis kelamin dan keturunan. Faktor ekstrinsik antara lain kondisi geografis, iklim, kebiasaan makan zat atau bahan kimia yang terkandung dalam air dan lain sebagainya.

3. *Hyperparathyroidism*

Kesadahan dalam tingkat tertentu akan bermanfaat bagi kesehatan, namun ketika kesadahan menjadi tinggi dan dikonsumsi manusia dalam jangka waktu yang lama akan dapat mengganggu kesehatan. Secara khusus kelebihan unsur kalsium akan menjadikan *hyperparathyroidism*, batu ginjal (*kidney stone*), dan jaringan otot rusak (*musculusweaknes*) (Patria, 2011).

Kelebihan unsur kalsium akan menjadikan *hyperparathyroidism* yaitu suatu kondisi dimana berlebihnya produksi hormon paratiroid dalam darah. Gejala dari *hyperparathyroidism* seperti tulang mudah patah (osteoporosis) batu ginjal dan sering buang air kecil (Siti, 2016).

2.3 Tinjauan Tentang Kesadahan

Persyaratan air yang layak konsumsi atau air sehat adalah dapat memenuhi syarat kimia, fisik, dan biologis. Salah satu syarat kimia dalam persyaratan kualitas air adalah jumlah kandungan unsur Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air yang keberadaannya biasa disebut dengan kesadahan air. Kesadahan yang tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur, dimana Ca^{2+} dan Mg^{2+} berasal (Dinora dkk, 2013).

Kandungan garam mineral dalam air tanah berbeda-beda dari satu daerah dengan daerah lainnya. Hal ini disebabkan karena lapisan tanah yang berbeda pada setiap daerah. Salah satu contohnya, air tanah di daerah tanah berkapur memiliki kandungan garam mineral $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ yang tinggi. Akibat tingginya kandungan garam mineral $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ sehingga menyebabkan kesadahan air. Kesadahan air digunakan untuk menunjukkan kandungan garam kalsium dan magnesium yang terlarut dalam air yang dinyatakan dalam (mg/L) kalsium karbonat (Megawati dkk, 2013).

Kesadahan yang disebabkan oleh kalsium dan magnesium biasanya menandakan adanya presipitas (pengendapan) lapisan sabun dan kotoran (*scum*) dan kebutuhan untuk menggunakan sabun lebih banyak agar lebih bersih. Jika dipanaskan, air sadah dapat membentuk lapisan endapan kalsium karbonat (Widyastuti dkk, 2011).

Air tanah pada umumnya mengandung bahan-bahan metal terlarut, seperti Na, Mg, Ca, dan Fe. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah. Kesadahan adalah gambaran kation logam divalent. Kation-kation ini dapat bereaksi dengan sabun membentuk endapan (*presipitasi*)

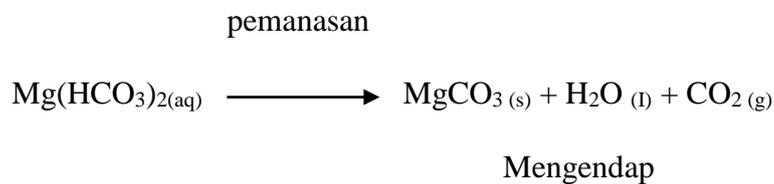
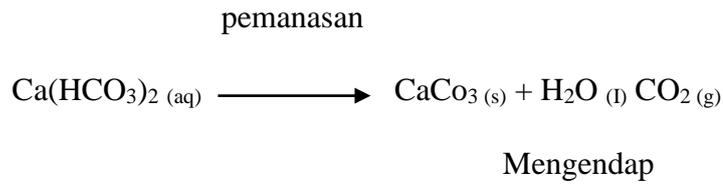
maupun dengan anion-anion yang terdapat dalam air membentuk endapan atau karat pada peralatan logam. Pada perairan tawar, kation divalent yang paling berlimpah adalah kalsium dan magnesium, sehingga kesadahan pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium dan magnesium. Kalsium dan magnesium berkaitan dengan anion penyusun alkalinitas, yaitu bikarbonat dan karbonat. Air sadah tidak layak digunakan sebagai air minum karena banyak mengandung mineral kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang dapat mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan maupun gangguan secara ekonomi.

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

1. Air Sadah Sementara

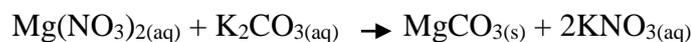
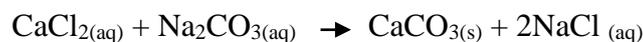
Kesadahan karena garam asam *hydrogenkarbonat* dinamakan kesadahan karbonat atau kesadahn sementara. Kesadahan karena garam-garam sulfat atau klorida disebut kesadahan tetap atau permanen. Jumlah keduanya dinamakan kesadahan total. Pada kesadahan karbonat, kalsium dan magnesium berasosiasi dengan ion CO_3^{2-} dan HCO_3^- . Pada kesadahan non karbonat, kalsium dan magnesium berasosiasi dengan ion SO_4^{2-} , Cl^- dan NO_3^- . Kesadahan karbonat sangat sensitif terhadap panas dan mengendap dengan mudah pada suhu tinggi (Bobihu, 2012).

Air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-), khususnya senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Disebut air sadah sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air membebaskan ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} . Selanjutnya, senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel, sesuai dengan persamaan reaksi (Sulistyani dkk, 2012).



2. 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 ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$), dan magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadahnannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan mereaksikan air tersebut dengan zat kima tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat : $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$ atau $\text{K}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$. Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} , sehingga terjadi persamaan reaksi berikut (Sulistyani dkk, 2012).



2.4 Kadar Kalsium Darah

Kalsium berasal dari bahasa latin calcium adalah unsur dasar kapur dan memiliki simbol Ca. Kalsium adalah mineral yang sangat penting bagi manusia, karena merupakan mineral terbanyak dalam tubuh dan diperlukan pada sebagian besar proses biologis (Susi, 2014). Kalsium merupakan unsur Golongan II A yang

juga disebut alkali tanah. Tubuh kita mengandung lebih banyak kalsium dari pada mineral lain, diperkirakan 2% berat badan orang dewasa atau sekitar 1,0-1,4 kg terdiri dari kalsium, meskipun pada bayi kalsium sedikit (25-30 g). Sebagian besar kalsium terkonsentrasi dalam tulang rawan dan gigi, sisanya terdapat dalam cairan tubuh dan jaringan lunak (Sri, 2011).

Kalsium darah adalah kalsium yang berada dalam darah dan jaringan lunak. Kadar kalsium darah harus dikontrol dalam batas kadar yang sempit untuk mendapatkan fungsi fisiologinya yang normal. Kalsium dalam darah atau cairan ekstraseluler (CES) berperan penting dalam proses fisiologis, yang meliputi kontraksi otot rangka, jantung dan otot polos, pembekuan darah, transmisi impuls saraf dan pembentukan tulang. Orang dewasa normal memiliki rentang konsentrasi kalsium plasma (darah) 2,2-2,6 mmol/L atau 10,4 mg/dL (Indah dkk, 2016).

2.5 Dusun Gopa'an

Berdasarkan Dinas Lingkungan Hidup, Lokasi kabupaten Gresik terletak disebelah barat laut kota Surabaya yang merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.191,25 km² yang terbagi dalam 18 kecamatan dan terdiri dari 330 Desa dan 26 Kelurahan. Wilayah kabupaten Gresik sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura dan kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan.

Kabupaten Gresik merupakan sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, jenis tanah di wilayah kabupaten Gresik ini sebagian besar merupakan tanah berkapur yang relatif tandus. Dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD)

kabupaten Gresik tahun 2015 menyebutkan bahwa wilayah kabupaten Gresik bagian utara (meliputi wilayah Panceng, Ujung pangkah, Sidayu, Bungah, Dukun, Manyar) adalah bagian dari daerah pegunungan kapur utara yang memiliki tanah relatif kurang subur.

Dusun Gopa'an merupakan salah satu dusun di Desa Sembunganyar Kecamatan Dukun Kabupaten Gresik, dimana sumber air yang di dapatkan oleh masyarakat bersumber dari air Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) yang berasal dari pengeboran tanah, HIPPAM didirikan pada tahun 1999 dan bertempat di Desa Lasem Kecamatan Sidayu. Dalam RKPD gresik menyebutkan bahwa tanah di daerah tersebut relatif berkapur. Jarak Desa Sembunganyar ini berdekatan dengan gunung kapur. Masyarakat sekitar memanfaatkan air yang bersumber dari HIPPAM tadi untuk mencuci, mandi dan untuk dikonsumsi setiap harinya. Air yang dikonsumsi biasanya direbus terlebih dahulu dan akan menimbulkan kerak yang berwarna putih pada dinding-dinding tempat perebus air, kerak tersebut menandakan bahwa air mengandung kapur. Salah satu syarat kimia yang harus dipenuhi dalam air bersih adalah kesadahan. Salah satu penyebab utama terjadinya kesadahan adalah kandungan Ca^{2+} (kesadahan kalsium) atau biasanya disebut air kapur (Dinora dkk, 2013).

Air sadah dapat merusak peralatan yang terbuat dari besi, yaitu melalui pengkaratan (korosi) serta mudah menimbulkan endapan atau kerak pada peralatan proses, seperti tangki/bejana air, ketel uap, pipa penyaluran dan lain sebagainya. Dalam keadaan sehari-hari air dengan kesadahan tinggi juga menyebabkan pemakaian sabun menjadi tidak ekonomis, warna porselin menjadi kusam atau

pudar, menimbulkan bercak-bercak pada kulit dan memperkeras serta mengurangi warna sayuran (Bobihu, 2012).

Pada umumnya air tanah atau air sumur mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi. Hal ini terjadi karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air (Nugroho dkk, 2013). Air tanah pada umumnya tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi litosfir yang dilaluinya atau mungkin adanya pencemaran dari lingkungan sekitar. Mineral-mineral dalam aliran air tanah dapat larut dan terbawah sehingga mengubah kualitas air tersebut (Anggraini, 2012).

Zat kapur yang berlebihan ini berasal dari makanan dan yang kaya zat kapur, terutama di daerah berkapur. Pada penduduk dari wilayah berkapur tinggi dan minum air tanah, ditemukan banyak kasus batu saluran kemih, bahkan pada orang yang masih belia. Anak yang berusia lima tahun saja sudah bisa punya batu kandung kemih sebesar bola tenis (Nadesul, 2009).