

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Belerang

a. Pencemaran gas belerang dalam udara

Pencemaran udara karena senyawa-senyawa gas belerang dapat membahayakan kesehatan. Jika konsentrasi gas belerang melewati ambang batas akan membawa akibat buruk. Konsentrasinya gas belerang 10 ppm menyebabkan iritasi mata dan mulai berair, konsentrasi bahaya adalah 400 ppm, pada konsentrasi diatas 700 ppm dapat menyebabkan tekanan berat pada pernafasan dan berakibat kematian (Elnusa, 2010).

Pencemaran udara diartikan dengan adanya sejumlah zat baik gas maupun partikel yang mengotori udara luar maupun pada waktu tertentu, sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia, kehidupan hewan dan tumbuhan karena sifat-sifat zat tersebut dalam waktu dan konsentrasi tertentu yang dapat menimbulkan akibat buruk pada manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lain (ATSDR, 2005) sulfur dioksid menyebabkan iritasi membran mukosa seperti pada konjungtiva mata, hidung, mulut dan mukosa pernafasan.

Jika SO₂ dengan konsentrasi tinggi berkontak dalam jangka waktu yang sangat lama dapat menyebabkan efek permanen seperti

gangguan saluran pernafasan, sakit kepala, dan batuk kronis (Xu et al, 1998).

Gas sulfur dioksida apabila masuk mulut dapat menyebabkan gingivitis dan mukosa mulut terbakar, Sulfur dioksida mempunyai sifat yang sangat korosif apabila terjadi kontak dengan tubuh atau mukosa mulut akan menyebabkan terbakarnya jaringan tersebut sehingga terjadi dermatitis (Radcliff, 1999).

b. Gas belerang dan sifat-sifatnya

Belerang secara kimiawi bukan logam dengan bobot atom 32,066. Belerang dapat berbentuk kristal prisma kuning dengan rapat masa 2,07 dan titik cair $112,8^{\circ}\text{C}$. Jika dipanasi pada suhu 95°C akan berubah menjadi kristal monoklin dengan rapat massa 1,92 dan titik cair $119,25^{\circ}\text{C}$, belerang juga dapat berbentuk amorf dengan rapat massa 1,92 dan titik cairnya 120°C , menurut Supriyati (2007) tanah di sekitar kawah Sikidang, Dieng tertutup oleh endapan sulfur, dan kandungan uap sulfur di udara yaitu 3 ppm, sehingga bau belerangnya sangat tajam. Menurut standar yang sudah ditetapkan ACGIH (*American Conference Of Governmental Hygienists*) ambang batas H_2S yang dapat diterima 10 ppm selama 8 jam dalam sehari Gas belerang yang keluar dari gunung berapi berupa sulfur dioksida, Sulfur trioksida dan hidrogen sulfida (Hick, 1981). Menurut Sukmariah (1990) gas ini mempunyai sifat-sifat fisik dua kimiawi yang khas yaitu: 1) tidak

berwarna, 2) bersifat racun, 3) berbau tajam, 4) sangat mudah larut dalam air, 5) bersifat korosif.

Gas belerang walau tidak berwarna sangat mudah dikenali dari baunya, untuk mendeteksi adanya gas belerang, yaitu dengan mereaksikan belerang atau bahan yang mengandung belerang dengan zat kimia yang bereaksi khas terhadap belerang (Hicks, 1981).

Lebih lanjut Hicks (1981) memaparkan bahwa sulfur dioksida dapat diketahui dengan cara menambahkan larutan $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ (plumbon Acetat) akan dihasilkan endapan Pb (Plumbum sulfida) yang berwarna hitam menurut reaksi:



Sulfur dioksida dapat diketahui dengan penambahan larutan natrium dicromat yang berwarna kuning jeruk, jika dalam larutan terdapat sulfur dioksida, maka warna natrium dikromat yang semula kuning jeruk warnanya, akan berubah warnanya menjadi hijau. Namun jika sulfur dioksida telah larut dalam air, maka akan dapat diketahui dengan menambahkan barium klorida (Hicks, 1981), hasil raksi kedua zat itu adalah endapan yang berwarna putih dan barium sulfit, menurut reaksi:



Gas belerang jika larut dalam air akan membentuk larutan yang bersifat asam. Sulfur dioksida jika larut akan membentuk larutan hidrogen sulfida. Sulfur dioksid jika larut dalam air akan membentuk

asam sulfit, sedangkan sulfur trioksida jika larut dalam air akan membentuk asam sulfat (H_2SO_4) (Hicks, 1981).

Sulfur dioksida (SO_2) merupakan bahan yang sangat korosif terhadap logam dan bahan bangunan terutama yang mengandung unsur karbonat seperti batu kapur, marmer dan sejenisnya, sehingga terbentuk garam kalsium yang mudah larut dalam air.

Melalui proses kimia, belerang akan menyebabkan kerusakan berat pada benda yang dikenanya.

- c. Pengaruh gas belerang terhadap kesehatan umum, jaringan mulut dan gigi

Menurut Suma'mur (1989) sulfur dioksida merupakan bahan korosif, melalui proses bersentuhan melalui jaringan hidup atau menyebabkan terbakarnya jaringan jika kontak dengan tubuh, karena bahan-bahan korosif bersifat mengambil lemak dari kulit sehingga menyebabkan dermatitis. Sulfur dioksida bersifat mengiritasi terhadap jaringan, pada pemberian lewat mulut maka mukosa mulut terutama esofagus akan dirusak, suatu kerusakan akibat bahan kimia sering disertai dengan rangsangan lokal, pengikisan atau nekrosis (Mutscler, 1991).

Sulfur dioksida apabila masuk melalui mulut dapat menyebabkan terjadinya gingivitis, gigi berwarna coklat, erosi gigi dan dapat menyebabkan mukosa mulut terbakar (Radcliff, 1999) sulfur dioksida menyebabkan iritasi membran mukosa seperti pada konjungtiva, bidang

mukosa mulut dan mukosa pernafasan, reflek penutupan glotis selama beberapa menit, dengan konsentrasi 10 ppm atau lebih akan menyebabkan batuk, bersin dan ketidak nyamanan pernafasan.(Xu et al, 1998).

Senyawa sulfur berbentuk gas ada dalam setiap mulut baik penyandang penyakit periodontal maupun pada jaringan periodonsium yang sehat yaitu H_2S dan CH_3SH_3 , keduanya bersifat sangat toksik terhadap jaringan mulut, senyawa tersebut mengandung gugus tiol aktif yang dapat berikatan secara kovalen dengan komponen-komponen epitel di saliva. Gugus tiol secara kimiawi memiliki potensi untuk bereaksi dengan DNA (*deoxyribonucleic acid*) dan protein - protein. Akibat reaksi tersebut permeabilitas perlekatan epitel sulkus gingiva meningkat. Kondisi ini memodulasi fungsi fibroblas gingiva, merusak lamina propia di dekatnya dan mengakibatkan mudahnya penetrasi substansi antigen mikroba untuk menembus barrier jaringan ikat gingiva yang masih sehat mengawali respon inflamatori (Ratcliff dan Johnson, 1999).

Sel *fibroblast* gingiva yang terkena akan meningkatkan produksi prostaglandin E_2 (PGE_2) dan prokolagenase, sehingga terjadi penurunan kandungan kolagen tipe I dan III dalam sel-sel ligamentum periodontal. Keadaan ini akan menstimulasi produksi interleukin 1 (IL_1) oleh sel monosit dan menekan respon kemotaktik neutrofil dan kapasitas mikrosidal neutrofil. Konsentrasi sulfur yang rendah sudah dapat

menimbulkan inflamasi, karena sulfur bersifat sangat toksik untuk jaringan yang terkena (Mustaqimah, 2002).

Senyawa sulfur berbentuk gas ada dalam setiap mulut baik penyandang penyakit periodontal maupun pada jaringan periodonsium yang sehat yaitu H_2S dan CH_3SH_3 , keduanya bersifat sangat toksik terhadap jaringan mulut, senyawa tersebut mengandung gugus tiol aktif yang dapat berikatan secara kovalen dengan komponen-komponen epitel di saliva. Gugus tiol secara kimiawi memiliki potensi untuk bereaksi dengan DNA (*deoxyribonucleic acid*) dan protein - protein. Akibat reaksi tersebut permeabilitas perlekatan epitel sulkus gingiva meningkat. Kondisi ini memodulasi fungsi fibroblas gingiva, merusak lamina propia di dekatnya dan mengakibatkan mudahnya penetrasi substansi antigen mikroba untuk menembus barier jaringan ikat gingiva yang masih sehat mengawali respon inflamatori (Ratcliff dan Johnson, 1999).

Sel *fibroblast* gingiva yang terkena akan meningkatkan produksi prostaglandin E_2 (PGE_2) dan prokolagenase, sehingga terjadi penurunan kandungan kolagen tipe I dan III dalam sel-sel ligamentum periodontal. Keadaan ini akan menstimulasi produksi interleukin I (IL_1) oleh sel monosit dan menekan respon kemotaktik neutrofil dan kapasitas mikrosidal neutrofil. Konsentrasi sulfur yang rendah sudah dapat menimbulkan inflamasi, karena sulfur bersifat sangat toksik untuk jaringan yang terkena (Mustaqimah, 2002).

Pada gingiva sehat, aliran sulkus gingiva sangat minimal dan terkadang tidak ada, tetapi saat terjadi inflamasi rata-rata aliran akan meningkat oleh adanya inflamasi, rata-rata aliran meningkat (Garant, 2003). Produksi cairan sulkus gingiva akan meningkat oleh adanya inflamasi gingiva, mastikasi, sikat gigi dan merokok. Hormon-hormon seks seperti estrogen dan progesteron dapat memperbesar aliran, dengan cara meningkatkan permeabilitas pembuluh darah gingiva. Menurut Carranza dkk (2012) produksi cairan gingiva bertambah seiring dengan meningkatnya permeabilitas pembuluh darah jaringan gingiva dengan melewati jaringan ikat gingiva dan melalui celah interseuler epitel sulkus menuju ke sulkus gingiva. Peningkatan permeabilitas pembuluh darah jaringan gingiva terjadi saat inflamasi gingiva. Inflamasi merupakan respon normal jaringan hidup terhadap jejas dan respon utama jaringan periodontal terhadap iritasi (Hoag dan pawlak, 1990).

b. Proses keluarnya cairan sulkus gingiva

Proses keluarnya cairan sulkus gingiva dimulai dengan adanya perubahan vaskularisasi pada inflamasi merupakan respon normal jaringan terhadap jejas dan respon utama jaringan periodontal terhadap iritasi gingiva, kemudian diikuti vasodilatasi kapiler dan meningkatnya suplai darah, vasodilatasi pembuluh darah kapiler menyebabkan pembuluh darah melebar sehingga terjadi kenaikan permeabilitas

membran vaskuler dan cairan keluar dari pembuluh darah menuju jaringan, selanjutnya masuk ke dalam sulkus gingiva (Egelberg, 1996).

Cairan sulkus gingiva dapat dikumpulkan dengan menggunakan *filter paper strip*, *micropipettes*, dan *intracrevicular washings* dilakukan pewarnaan dengan menggunakan ninhydrin, yang kemudian dilanjutkan perhitungan volume dengan menggunakan mikroskop cahaya. Ninhydrin adalah zat berupa serbuk putih yang dilarutkan dengan etanol, berfungsi untuk mendeteksi adanya protein, dimana jika berikatan dengan asam amino akan memberikan reaksi warna ungu. Cairan sulkus gingiva mengandung bahan organik asam amino, sehingga jika ninhydrin diteteskan pada *filter paper strip* yang mengandung cairan sulkus gingiva, maka *filter paper strip* akan berwarna ungu (Carranza, 2012). Pengukuran volume cairan sulkus gingiva dibawah mikroskop cahaya adalah dengan cara mengukur panjang pada daerah yang berwarna ungu dengan dikalikan dengan tebal dan lebar *filter paper strip*. Apabila daerah yang tak terwarnai ini tidak rata dilakukan pengukuran rata-rata di tiga tempat yang berbeda, yaitu pada titik tertinggi atau terendah gambaran cairan sulkus gingiva yang terekam pada *filter paper strip* (Mann, 1963). Metode elektrik pengukuran cairan sulkus gingiva adalah dengan menggunakan *periopaper transduser (perioton)*. Kebasahan paper strip memberikan efek aliran elektronik dan akan memberikan pembacaan secara digital. Perbandingan metode pewarnaan dengan menggunakan ninhydrin dan

dengan menggunakan metode elektronik adalah signifikan tidak berbeda (Carranza, 2012).



Gambar 1. *Periocol paperstrip* untuk mengumpulkan cairan sulkus gingiva (www.oraflow.com, 2006)

Jumlah cairan gingiva yang dikumpulkan sangat sedikit. Pengukuran oleh Cimasoni (1983) dengan menggunakan *paper strip* lebar 1,5-2 mm, yang dimasukkan 1 mm kedalam sulkus gingiva yang sedang mengalami inflamasi, akan mengabsorpsi 0,1 mg cairan sulkus gingiva selama 3 menit. Menurut Ozkavaf dkk (2000) perubahan cairan sulkus gingiva saat inflamasi lebih terlihat pada regio anterior daripada regio posterior. Pada indeks gingiva kurang dari satu menunjukkan bahwa rerata volume cairan sulkus gingiva pada proksimal gigi molar adalah 0,43-1,06 μ l (Challacombe, 1980).

c. Peranan Cairan Sulkus Gingiva

Fase transisi dari gingiva yang sehat ke gingivitis tak mudah dideteksi selama pemeriksaan klinis. Tanda khas yang mengizinkan klinikan untuk mengenali inflamasi dari jaringan gingiva adalah kemerahan, pembengkakan, perdarahan pada probing dan peningkatan aliran cairan sulkus gingiva (Fabbro et al, 2001).

1). Indikator Penyakit Periodontal

Ward dan Simring menyatakan cairan gingiva sebagai salah satu materi yang berguna untuk pemeriksaan periodontal. Cairan gingiva yang sangat peka terhadap rangsangan kimiawi maupun mekanis, serta sangat berhubungan dengan keadaan mikrosirkulasi jaringan setempat. Menurut Klavan, Tylman dan Malone, aliran Cairan sulkus gingiva dapat digunakan sebagai indikator terhadap respon dini dari aktifitas antigen bakteri.

Kegunaan volume cairan sulkus gingiva sebagai pembantu dalam mendiagnosis status periodontal telah diusulkan bertahun-tahun yang lalu. Beberapa penelitian telah menunjukkan hubungan antara volume cairan sulkus gingiva dan beratnya radang periodontal dihubungkan dengan periodontitis dan gingivitis (Perinetti, 2004). Aliran cairan sulkus gingiva akan semakin besar pada keadaan gingiva meradang karena adanya penambahan permeabilitas pembuluh vaskuler, Peningkatan pada filtrasi cairan sulkus gingiva adalah tanda klinis dari gingivitis awal (Fabbro, 2001). Pada proses inflamasi terjadi pengeluaran mediator inflamasi yang dapat dideteksi dalam cairan sulkus gingiva (Perinetti dkk, 2003). Cairan sulkus gingiva mampu melakukan mekanisme pertahanan dengan mencegah masuknya bakteri serta benda asing lain ke dalam jaringan gingiva (Carranza, 2012).

2) Pencegahan Terhadap karies

Beberapa fungsi cairan sulkus gingiva adalah mencuci daerah leher gingiva, mengeluarkan sel-sel epitel yang terlepas, leukosit, bakteri dan kotoran lainnya, berisi protein plasma yang dapat mempengaruhi perlekatan epitel ke gigi, mengandung agen mikrobial misalnya lisosim, leukosit polimorfonuklear dan makrofag yang dapat membunuh bakteri (Carranza dkk, 2012).

Hancock dkk menemukan bahwa cairan sulkus gingiva mempunyai aksi mekanis dan pertahanan terhadap bakteri dan benda asing lainnya. Carranza (2012) mendukung teori tersebut dengan mengatakan bahwa cairan sulkus gingiva berfungsi untuk membersihkan sulkus dari materi-materi patogen. Mc Gehee berpendapat pada gingiva sehat cairan sulkus gingiva bersifat alkali sehingga dapat mencegah terjadinya karies pada permukaan enamel dan sementum halus. Sifat ini disebabkan oleh daerah mikrosirkulasi setempat bersifat alkali. Mikrosirkulasi adalah sirkulasi didalam pembuluh darah dengan diameter kurang dari 100 μm (Lavelle, 1988).

C. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori diatas dapat diduga bahwa :

Semakin dekat dengan lokasi Kawah Sikidang, semakin banyak volume cairan sulkus gingiva, semakin jauh dengan Kawah Sikidang, semakin sedikit volume cairan sulkus gingiva.