

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Sanitasi

Sanitasi merupakan salah satu komponen dari kesehatan lingkungan, yaitu perilaku yang disengaja untuk membudayakan hidup bersih untuk mencegah manusia bersentuh langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya, dengan harapan dapat menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia (Sutriyawan, 2015).

Sanitasi sangat menentukan keberhasilan dari paradigma pembangunan kesehatan lingkungan lima tahun ke depan yang lebih menekankan pada aspek pencegahan dari aspek pengobatan. Dengan adanya upaya pencegahan yang baik, angka kejadian penyakit yang terkait dengan kondisi lingkungan dapat di cegah. Selain itu anggaran yang diperlukan untuk preventif juga relative lebih terjangkau daripada melakukan upaya pengobatan penyakit, banjir, pandangkalan saluran/sungai, tersumbatnya saluran sungai, dialirkan pada saluran sungai (Sutriyawan, 2015).

1. Manfaat Sanitasi

Ternyata manfaat sanitasi yang baik itu sangat besar, tidak hanya bagi kesehatan masyarakat. Tetapi juga berdampak positif bagi perekonomian dan pembangunan bangsa. Berikut ini adalah manfaat sanitasi menurut Direktur Perumahan dan Permukiman Bappenas, Nugroho Tri Utomo (dalam Cristabel, 2015) :

1. *Menghindari angka pertumbuhan ekonomi semu.*

Kerugian ekonomi akibat sanitasi buruk sebagaimana diuraikan di atas, jika dihitung detail, seharusnya akan mempengaruhi dan mengurangi laju pertumbuhan ekonomi.

2. *Meningkatkan kualitas kesehatan, pendidikan, dan produktivitas masyarakat.*

Menurut WHO, kondisi dan perilaku sanitasi yang baik dan perbaikan kualitas air minum dapat menurunkan kasus diare yang akan mengurangi jumlah hari tidak masuk sekolah dan tidak masuk kerja hingga 8 hari pertahun atau meningkat 17% yang tentunya berdampak pada kesempatan meningkatkan pendapatan.

3. *Menurunkan angka kemiskinan.*

Akibat buruknya sanitasi, rata-rata keluarga di Indonesia harus menanggung Rp 1,25 juta setiap tahunnya. Ini jumlah yang sangat berarti bagi keluarga miskin. Biaya-biaya tersebut mencakup biaya berobat, perawatan rumah sakit, dan hilangnya pendapatan harian (opportunity cost) akibat menderita sakit atau harus menunggu dan merawat anggota keluarga yang sakit.

4. *Memberdayakan masyarakat.*

Perubahan perilaku terhadap akses sanitasi, telah dibuktikan dapat mendorong kontribusi investasi sanitasi.

5. *Menyelamatkan masyarakat.*

Manfaat dari investasi sanitasi tentu saja terkait motto di bidang kesehatan yang sudah dikenal luas, yaitu mencegah selalu lebih murah dari mengobati. Bayangkan negara kita harus kehilangan Rp 58 triliun pertahun karena kita

memilih tidak mengalokasikan anggaran sebesar Rp 11,2 triliun pertahun untuk memperbaiki kondisi sanitasi.

6. *Menjaga lingkungan hidup.*

Bank Pembangunan Asia 2012 (dalam Cristabel, 2015) menyatakan bahwa, kita telah gagal menginvestasikan USD 1 untuk menangani sanitasi, sehingga sungai kita tercemar, maka akan diperlukan pengeluaran biaya sebesar USD 36 untuk memulihkan kembali kondisi air sungai tersebut.

B. Mencuci Tangan

Mencuci tangan adalah salah satu bentuk kebersihan diri yang paling penting. Selain itu mencuci tangan juga dapat diartikan menggosok dengan menggunakan sabun secara bersamaan seluruh kulit permukaan tangan dengan kuat dan ringkas kemudian dibilas dibawah air yang mengalir (Potter dan Perry 2005).

Cara mencuci tangan dengan air dan sabun dengan langkah – langkah sebagai berikut (WHO 2010) :

1. Rata kan sabun dengan menggosok kedua telapak tangan
2. Gosok punggung tangan dan sela – sela jari, lakukan pada kedua – dua tangan
3. Gosok telap tangan dan sela – sela jari kedua tangan
4. Gosok punggung jari kedua tangan dengan posisi tangan saling mengunci
5. Gosok ibu jari kiri dengan diputar dalam gengaman tangan kanan, lakukan juga pada tangan satunya

6. Usapkan ujung tangan kanan diputar di telapak tangan kiri, lakukan juga pada tangan satunya kemudian bilas
7. Setelah selesai mencuci tangan keringkan menggunakan handuk kertas atau pengering udara.

C. Daya Bunuh Bakteri

Daya bunuh adalah kemampuan bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau menurunkan jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit. Hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadi infeksi dengan jalan membunuh mikroorganisme patogen (Syahreza, 2012).

Macam-macam zat yang aktif dalam membunuh kuman, salah satunya yaitu (Syahreza, 2012):

- Alkohol

Sementara etil alcohol mungkin yang paling biasa digunakan, isoprofil dan benzyl alcohol juga antiseptic.

- Sabun dan Detergen

Sabun bertindak terutama sebagai agen aksi-permukaan; yaitu menurunkan tegangan permukaan. Efek mekanik ini penting karena bakteri, bersama minyak dan partikel lain, menjadi terjaring dalam sabun dan dibuang melalui proses pencucian.

- Handsanitizer

Kandungan alkohol dan triclosan mampu membunuh kuman.

D. Handsanitizer

Handsanitizer merupakan cairan pembersih tangan berbahan dasar alkohol yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme dengan cara pemakaian tanpa dibilas dengan air. Cairan dengan berbagai kandungan yang sangat cepat membunuh mikroorganisme yang ada di kulit tangan (Benjamin, 2010).

Handsanitizer banyak digunakan karena alasan kepraktisan. Handsanitizer mudah dibawa dan bisa cepat digunakan tanpa perlu menggunakan air. Handsanitizer dsering digunakan ketika dalam keadaan darurat dimana kita tidak bisa menemukan air. Kelebihan ini diutarakan menurut USA (Food and Drug Administration) dapat membunuh kuman dalam waktu kurang lebih 30 detik (Benjamin, 2010).

Handsanitizer memiliki berbagai macam zat yang terkandung. Secara umum hand sanitizer mengandung (Benjamin, 2010):

- a. alkohol 60-95%
- b. benzalkonium chloride
- c. benzethonium chloride
- d. chlorhexidine gluconate
- e. chloroxlylenol
- f. clofucarban
- g. hexachlorophene
- h. hexylresocarcinol

i. iodine

Menurut CDC (Center for Disease Control) hand sanitizer terbagi menjadi dua yaitu mengandung alcohol dan tidak mengandung alcohol. Hand sanitizer dengan kandungan alcohol antara 60- 95 % memiliki efek anti mikroba yang baik dibandingkan dengan tanpa kandungan alcohol (CDC, 2009).

Triklosan atau irgasan DP300 merupakan suatu bahan kimia anti bakteri yang banyak digunakan dalam berbagai produk salah satunya adalah pembersih tangan atau hand sanitizer. Triklosan sering digunakan untuk membunuh bakteri pada kulit dan permukaan lainnya, meskipun kadang-kadang digunakan untuk mengawetkan produk terhadap kerusakan akibat mikroba (McDonnell, 1999).

E. Alkohol

Alkohol adalah kelompok senyawa yang mengandung satu atau lebih gugus fungsi hidroksil (-OH) pada suatu senyawa alkana. Alkohol memiliki berbagai macam penggunaan di seluruh dunia. Alkohol digunakan untuk minuman beralkohol, bahan bakar, dan kegunaan sains, kedokteran, dan industri (Hasanudin, 2015).

a. Minuman beralkohol

Minuman beralkohol biasanya mengandung etanol 5% sampai 40% volume, telah diproduksi dan dikonsumsi sejak zaman pra-sejarah.

b. Antibeku

Campuran 50% v (berdasarkan volume) etilen glikol dalam air pada umumnya digunakan untuk antibeku.

c. Antiseptik

Etanol dapat digunakan sebagai antiseptik untuk membersihkan kulit sebelum disuntik, terkadang bersama dengan iodin. Sabun berbasis etanol banyak digunakan di restoran dan tidak membutuhkan pengering karena amat mudah menguap. Gel berbasis alkohol juga umum digunakan sebagai hand sanitizer.

d. Bahan bakar

Beberapa senyawa alkohol, seperti etanol dan metanol, digunakan sebagai bahan bakar.

e. Pelarut

Gugus hidroksil (-OH), yang terdapat pada alkohol, bersifat polar dan hidrofilik tapi rantai karbonnya bersifat non-polar sehingga hidrofobik. Molekulnya secara umum menjadi nonpolar dan semakin tak larut dalam air ketika rantai karbonnya menjadi semakin panjang.

f. Industri

Alkohol dipakai di industri sebagai pelarut atau reagen. Etanol digunakan sebagai pelarut pada obat-obatan, dan parfum karena sifatnya yang relatif tak beracun dan dapat larut pada substansi non polar.

F. Triclosan

Triclosan merupakan obat golongan antijamur dan antibakteri. Obat ini biasanya ditemukan pada produk-produk deterjen dan sabun mandi rumahan, serta pembersih alat-alat medis di rumah sakit. Triclosan kini juga digunakan pada produk kosmetik, pakaian, furnitur, peralatan masak, dan mainan untuk mencegah kontaminasi bakteri. Meskipun termasuk kelompok obat antibakteri, kemanjuran triclosan sebagai agen antimikroba masih tetap kontroversi. Di satu sisi, produk pasta gigi yang mengandung triclosan terbukti agak berhasil mencegah gingivitis, namun penambahan zat ini ke dalam sabun mandi tidak memberikan tambahan manfaat dibanding air dan sabun biasa. Oleh karena itu, triclosan mungkin bukan merupakan unsur penting pada sebagian besar produk pembersih tubuh

Jenis obat	Antiseptik
Golongan	Obat bebas
Manfaat	Agen antijamur dan antibakteri pada produk-produk deterjen, sabun mandi, dan pembersih alat-alat medis.
Digunakan oleh	Dewasa dan anak-anak

G. Bakteri Tangan

1. *Pseudomonas Aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri gram negatif aerob obligat, berkapsul, mempunyai flagella polar sehingga bakteri ini bersifat motil, berukuran sekitar 0,5-1,0 μm . Bakteri ini tidak menghasilkan spora dan tidak dapat menfermentasikan karbohidrat. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan patogen

utama bagi manusia. Bakteri ini kadang-kadang mengkoloni pada manusia dan menimbulkan infeksi apabila fungsi pertahanan inang abnormal. Oleh karena itu, *P.aeruginosa* disebut patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini dapat juga tinggal pada manusia yang normal dan berlaku sebagai saprofit pada usus normal dan pada kulit manusia. Tetapi, infeksi *P.aeruginosa* menjadi problema serius pada pasien rumah sakit yang menderita kanker, fibrosis kistik dan luka bakar. Angka fatalitas pasien-pasien tersebut mencapai 50 %. *P. aeruginosa* termasuk dalam genus *Pseudomonas*, bakteri gram negatif, berbentuk tangkai, polar dan berflagel (Azzahra, 2012).

Klasifikasi Ilmiah

Kingdom	:	Bacteria
Phylum	:	Proteobacteria
Class	:	Gamma Proteobacteria
Ordo	:	Pseudomonadales
Family	:	Pseudomonadaceae
Genus	:	<i>Pseudomonas</i>
Species	:	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

1. Morfologi dan Identifikasi

Pseudomonas aeruginosa berbentuk batang dengan ukuran sekitar 0,6 x 2 µm. Bakteri ini terlihat sebagai bakteri tunggal, berpasangan, dan terkadang membentuk rantai yang pendek. *P. aeruginosa* termasuk bakteri gram negatif. Bakteri ini bersifat aerob, katalase positif, oksidase positif, tidak mampu

memfermentasi tetapi dapat mengoksidasi glukosa/karbohidrat lain, tidak berspora, tidak mempunyai selubung (sheat) dan mempunyai flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub) sehingga selalu bergerak (Azzahra, 2012).

Bakteri ini dapat tumbuh di air suling dan akan tumbuh dengan baik dengan adanya unsur N dan C. Suhu optimum untuk pertumbuhan *P. aeruginosa* adalah 42° C. *P. aeruginosa* mudah tumbuh pada berbagai media pembiakan karena kebutuhan nutrisinya sangat sederhana. Di laboratorium, medium paling sederhana untuk pertumbuhannya digunakan asetat (untuk karbon) dan ammonium sulfat (untuk nitrogen) (Azzahra, 2012).

Pembiakan dari spesimen klinik biasanya menghasilkan satu atau dua tipe koloni yang halus :

- Koloni besar dan halus dengan permukaan rata dan meninggi.
- Koloni halus dan mukoid sebagai hasil produksi berbahan dari alignat. Tipe ini sering didapat dari sekresi saluran pernafasan dan saluran kemih.

Alignat merupakan suatu eksopolisakarida yang merupakan polimer dari glucuronic acid dan mannuronic acid, berbentuk gel kental disekeliling bakteri. Alignat ini memungkinkan bakteri untuk membentuk biofilm, yaitu kumpulan koloni sel-sel mikroba yang menempel pada suatu permukaan misalnya kateter intravena atau jaringan paru. Alignat dapat melindungi bakteri dari pertahanan tubuh inang, seperti limfosit, fagosit, silia, di saluran pernafasan, antibodi, dan komplemen. *P. aeruginosa* membentuk biofilm untuk membantu kelangsungan hidupnya saat membentuk koloni pada paru-paru manusia (Azzahra, 2012).

Terkadang menghasilkan bau yang manis dan menyerupai anggur. Koloni yang dibentuk halus bulat dengan warna fluoresensi yang kehijau-hijauan. Bakteri ini menghasilkan pigmen yang tak berfluoresensi kehijauan (pilosianin). Strain *P. aeruginosa* menghasilkan pigmen yang berfluoresensi antara lain: piooverdin (warna hijau), piorubin (warna merah gelap), piomelanin (hitam). *P. aeruginosa* yang berasal dari koloni yang berbeda mempunyai aktivitas biokimia, enzimatik dan kepekaan antimikroba yang berbeda (Azzahra, 2012).

Pili (fimbriae) menjulur dari permukaan sel dan membantu pelekatan pada sel epitel inang. Lipopolisakarida yang terdapat dalam banyak imunitipe merupakan salah satu faktor virulensi dan juga melindungi sel dari pertahanan tubuh inang. *P. aeruginosa* dapat digolongkan berdasarkan imunitipe lipopolisakarida dan kepekaannya terhadap piosin (bakteriosin). Produk ekstraseluler yang dihasilkan berupa enzim-enzim, yaitu elastase protease dan dua hemolisin, fosfolipase C yang tidak tahan panas dan rhamnolipid (Azzahra, 2012).

P. aeruginosa resisten terhadap konsentrasi tinggi garam dan zat pewarna, antiseptik, dan banyak antibodi yang sering digunakan. Suatu studi intensif menyatakan bakteri ini mempunyai gen untuk resistensi terhadap merkuri, disebut gen *mer* yang berada dalam plasmid (Azzahra, 2012).

Kemampuan *P. aeruginosa* menyerang jaringan bergantung pada reproduksi enzim-enzim dan toksin-toksin, yang merusak barier tubuh dan sel-sel inang. *P. aeruginosa* seperti yang dihasilkan bakteri Gram-negatif lain, misalnya endotoksin menyebabkan gejala sepsis dan syok septik, eksotoksin A

menyebabkan nekrosis jaringan, enzim-enzim ekstra seluler bersifat histotoksik dan mempermudah infasi kedalam pembuluh darah (Azzahra, 2012).

2. Bakteri *Streptococcus*

Divisio : Procaryotae
Class : Schyzomycetes
Ordo : Eubacteriales
Family : Streptococcaceae
Genus : Streptococcus
Spesies : *Streptococcus sp*

Sifat umum bakteri ini adalah

- Gram positif (bisa juga gram negatif tua)
- Bulat atau bulat telur dengan diameter $\leq 2 \mu\text{m}$
- Pembelahan sel yaitu satu arah, sehingga ditemukan koloni berpasangan (tersusun diplokokus) atau berderet panjang
- Homofermentan (menghasilkan asam laktat)

Klasifikasi bakteri streptococcus :

- Streptococcus beta hemolytic : hemolisa darah sempurna, zona jernih
- Streptococcus alpha hemolytic : hemolisa tidak sempurna, perubahan warna kehijauan (methemoglobin)
- Streptococcus gama non-hemolytic : tidak menghemolisa darah

Sifat pertumbuhan :

- pH : 7,4 - 7,6
- Suhu pertumbuhan : 37°C
- Media isolasi primer adalah agar darah dengan oksigen yang rendah karena oksidasi intraseluler dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang bersifat toksik bagi bakteri

Penyakit klinis yang ditimbulkan :

- Infeksi tenggorokan dan kulit (*S.pyogenes*/grup A) bersifat paling virulen
- Sepsis neonatus, infeksi purpuralis, meningitis (*S.agalactiae*/grup B)
- Penyakit pada hewan (*S.equisimitis*)
- Infeksi saluran kemih dan empedu, septikemia, endokarditis (*S.faecalis*/grup D)
- Pembentukan plak pada gigi (*S.mutans*)

Terdapat sekitar 20 spesies dari *streptococcus sp.*, sehingga perlu klasifikasi untuk dapat ditentukan jenisnya. Ada 3 cara klasifikasi, yaitu berdasarkan karakteristik pertumbuhan koloni, pola hemolisis pada media agar darah/kaldu pepton darah (untuk mengetahui jenis alpha, beta, dan gama), serta dengan cara serologi yaitu mengetahui komposisi antigenik dari substansi dinding sel (Nadia, 2012).

3. Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Staphylococcus Aureus merupakan bakteri Gram Positif, tidak bergerak, tidak berspora dan mampu membentuk kapsul, berbentuk kokus dan tersusun

seperti buah anggur. Ukuran *Staphylococcus* berbeda-beda tergantung pada media pertumbuhannya. Apabila ditumbuhkan pada media agar, *Staphylococcus* memiliki diameter 0,5-1,0 mm dengan koloni berwarna kuning. Dinding selnya mengandung asam teikoat, yaitu sekitar 40% dari berat kering dinding selnya. Asam teikoat adalah beberapa kelompok antigen dari *Staphylococcus*. Asam teikoat mengandung aglutinogen dan N-asetilglukosamin (Djumati, 2013).

Staphylococcus aureus adalah bakteri aerob dan anaerob, fakultatif yang mampu menfermentasikan manitol dan menghasilkan enzim koagulase, hyalurodinase, fosfatase, protease dan lipase. *Staphylococcus aureus* mengandung lysostaphin yang dapat menyebabkan lisisnya sel darah merah. Toksin yang dibentuk oleh *Staphylococcus aureus* adalah haemolysin alfa, beta, gamma delta dan epsilon. Toksin lain ialah leukosidin, enterotoksin dan eksfoliatin. Enterotosin dan eksoenzim dapat menyebabkan keracunan makanan terutama yang mempengaruhi saluran pencernaan. Leukosidin menyerang leukosit sehingga daya tahan tubuh akan menurun. Eksofoliatin merupakan toksin yang menyerang kulit dengan tanda-tanda kulit terkena luka bakar (Djumati, 2013).

Staphylococcus aureus adalah bakteri bola berpasang-pasangan atau berkelompok seperti buah anggur dengan diameter antara 0,8 mikron-1,0 mikron, non motil, tidak berspora dan bersifat gram positif. Namun kadang-kadang ada yang bersifat gram negatif yaitu pada bakteri yang telah difagositosis atau pada biakan tua yang hampir mati (Djumati, 2013).

1. Struktur Bakteri

Struktur bakteri atau struktur metaboliknya terbagi atas sebagai berikut:

- **Metabolik eksotoksin**

Kebanyakan toksin protein dipanggil eksotoksin kerana ia dibebaskan dari bakteria dan bertindak ke atas sel hos jauh dari tempat ia dihasilkan. Enterotoksin ialah satu kumpulan eksotoksin yang lazimnya bertindak ke atas saluran gastrousus. Kebanyakan eksotoksin dihasilkan semasa fasa eksponen pertumbuhan dan penghasilannya adalah spesifik untuk sesuatu strain. Toksin bakteria adalah antara racun paling kuat yang diketahui. Toksin-toksin protein mempunyai persamaan ciri dengan enzim dan amat spesifik terhadap substrat tertentu serta mekanisme tindakan masing-masing. Substrat ini mungkin terdiri dari komponen sel tisu, organ atau kecair tubuh (Djumati, 2013).

Eksotoksin bersifat antigenik. Artinya, secara *in vivo*, aktivitasnya dapat dinetralkan oleh antibody yang spesifik untuk eksotoksin tersebut. Beberapa eksotoksin memiliki aktivitas sitotoksik yang sangat spesifik. Misalnya, toksin botulin yang hanya menyerang syaraf. Beberapa eksotoksin yang lain memiliki spektrum aktivitas yang lebih lebar dan menyebabkan kematian (nekrosis) dari beberapa sel dan jaringan (non spesifik) misalnya toksin yang diproduksi oleh staphylococci, streptococci, clostridia, dan sebagainya. Toksin dengan spektrum aktivitas yang lebar ini biasanya merusak membran sel inang dan menyebabkan kematian sel karena terjadinya kebocoran isi sel. Sitotoksin menyebabkan kerusakan secara intraseluler (didalam sitoplasma sel inang) (Djumati, 2013).

- **Metabolik Endotoksin**

Endotoksin adalah sebahagian dari dinding sel luar bakteria dan biasanya dikaitkan dengan bakteria Gram negatif kerana ia membentuk komponen

membran luar sel bakteri tersebut. Aktiviti biologi endotoksin dikaitkan dengan lipopolisakarid (LPS). Ketoksikan LPS bergantung kepada komponen lipid A dan keimunogenan bergantung kepada komponen polisakarid. Antigen dinding sel (antigen O) bakteria Gram negatif merupakan komponen LPS. LPS sering terlibat dalam proses patologi bakteria Gram negatif (Djumati, 2013).

Bakteria Gram negatif membebaskan kuantiti kecil endotoksin dalam bentuk larut tetapi sebahagian besarnya bergabung kepada sel dan dibebaskan apabila sel itu menjalani lisis. Jika dibandingkan dengan eksotoksin bakteria, endotoksin jauh kurang toksik dan kurang spesifik dalam tindakannya (kerana ia tidak bertindak sebagai enzim). Endotoksin adalah stabil haba (30 min, 100C) (Djumati, 2013).

- Patogenitas

Sebagian bakteria *Staphylococcus aureus* merupakan flora normal pada kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan pada manusia. Bakteri ini juga ditemukan di udara dan lingkungan sekitar *Staphylococcus aureus* yang patogen bersifat infasi, menyebabkan hemolisi, membentuk koagulase, dan mampu meragikan manitol (Djumati, 2013).

Infeksi *Staphylococcus aureus* di tandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan *Staphylococcus aureus* adalah jerawat, bisul, impetigo dan infeksi luka. Infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *Staphylococcus aureus* juga dapat

menyebabkan utama infeksi nosokomial, keracunan makanan, dan sindroma syok toksik (Djumati, 2013).

Bisul atau abses setempat, seperti jerawat dan borok merupakan infeksi kulit di daerah folikel rambut, kelenjar sebacea atau kelenjar keringat. Mula-mula terjadi nekrosis jaringan setempat, lalu terjadi kougulasi fibrin di sekitar lesi dan pembuluh getah bening, sehingga membentuk dinding yang membatasi orosis nekrosis. Infeksi dapat menyebar ke bagian tubuh lain melalui pembuluh getah bening dan pembuluh darah, sehingga terjadi peradangan pada vena, trombosis, bahkan bakterikimia. Bakterikimia dapat menyebabkan terjadinya endokarditis osteomielitis akut hematogen, meningitis atau infeksi paru-paru (Djumati, 2013).

Kontaminasi Langsung *Staphylococcus aureus* pada luka terbuka (seperti luka pasca bedah) atau infeksi setelah trauma (seperti osteomilitis kronis setelah fraktur terbuka) dan meningitis setelah fraktur tengkorak, merupakan penyebab infeksi nosokomial (Djumati, 2013).

Keracunan makanan dapat disebabkan kontaminasi enterotoksin dari *Staphylococcus aureus*. Waktu onset dari gejala keracunan biasanya cepat dan akut, tergantung pada daya tahan tubuh dan banyaknya toksin yang termakan. Jumlah toksin yang dapat menyebabkan keracunan adalah 1,0 µg/gr makanan. Gejala keracunan ditandai dengan rasa mual, muntah-muntah dan diare yang hebat tanpa disertai demam (Djumati, 2013).

Sindroma Syok Toksik (SST) pada infeksi *Staphylococcus aureus* timbul secara tiba-tiba dengan demam yang tinggi, muntah, diare, mielgia, ruam dan hipotensi, dengan gagal jantung dan ginjal pada kasus yang berat. SST sering

terjadi dalam lima hari permulaan haid pada wanita muda yang menggunakan tampon atau pada anak-anak dan pria dengan luka yang terinfeksi *Staphylococcus aureus*, dapat diisolasi dari vagina, tampon atau luka infeksi lainnya, tetapi praktis tidak ditemukan dalam aliran darah (Djumati, 2013).

- Morfologi *Staphylococcus aureus*

Bentuknya bulat atau lonjong (0,8 sampai 0,9), jenis yang tidak bergerak, tidak berspora dan gram positif. Tersusun dalam kelompok seperti buah anggur. Pembentukan kelompok ini terjadi karena pembelahan sel terjadi dalam tiga bidang dan sel anaknya cenderung dekat dengan sel induknya. Bersifat aerob dan tumbuh baik pada pembenihan yang sederhana pada temperatur optimum 37°C dan pH 7,4. Merupakan salah satu bakteri yang cukup kebal diantara mikroorganisme yang tidak berspora tahan panas pada suhu 60 °C selama 30 menit, tahan terhadap fenol selama 15 menit (Djumati, 2013).

Scientific Classification

Domain	:	<u>Bacteria</u>
Kingdom	:	<u>Eubacteria</u>
Phylum	:	<u>Firmicutes</u>
Class	:	<u>Bacilli</u>
Order	:	<u>Bacillales</u>
Family	:	<u>Staphylococcaceae</u>
Genus	:	<u>Staphylococcus</u>
Species	:	S. Aureus

4. Bakteri *Escherichia Coli*

Escherichia Coli pertama kali diidentifikasi oleh dokter hewan Jerman, Theodor Escherich dalam studinya mengenai sistem pencernaan pada bayi hewan. Pada 1885, beliau menggambarkan organisme ini sebagai komunitas bakteri coli (Escherich 1885) dengan membangun segala perlengkapan patogenitasnya di infeksi saluran pencernaan. Nama “Bacterium Coli” sering digunakan sampai pada tahun 1991 (Eddy, 2013).

Morfologi dan identifikasi *E. coli* adalah bakteri Gram negatif yang berbentuk pendek (kokobasil), berukuran 0,4-0,7 μm , bersifat anaerobik fakultatif dan mempunyai flagella peritrikal. Bakteri ini banyak ditemukan di dalam usus manusia sebagai flora normal (Jawetz, 2001). Bentuk sel dari bentuk seperti coocal hingga membentuk sepanjang ukuran filamentous. Tidak ditemukan spora. Selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan, dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul. bakteri ini aerobik dan dapat juga aerobik fakultatif. *E. Coli* merupakan penghuni normal usus, seringkali menyebabkan infeksi. Morfologi Kapsula atau mikrokapsula terbuat dari asam – asam polisakarida. Mukoid kadang – kadang memproduksi pembuangan ekstraselular yang tidak lain adalah sebuah polisakarida dari spesifitas antigen K tertentu atau terdapat pada asam polisakarida yang dibentuk oleh banyak *E. Coli* seperti pada Enterobacteriaceae. Selanjutnya digambarkan sebagai antigen M dan dikomposisikan oleh asam kolanik. Biasanya sel ini bergerak dengan flagella petrichous. *E. Coli* memproduksi macam – macam fimbria atau pili yang berbeda, banyak macamnya pada struktur dan spesifitas

antigen, antara lain filamentus, proteinaceous, seperti rambut appendages di sekeliling sel dalam variasi jumlah. Fimbria merupakan rangkaian hidrofobik dan mempunyai pengaruh panas atau organ spesifik yang bersifat adhesi. Hal itu merupakan faktor virulensi yang penting (Eddy, 2013).

E. Coli merupakan bakteri fakultatif anaerob, kemoorganotropik, mempunyai tipe metabolisme fermentasi dan respirasi tetapi pertumbuhannya paling sedikit banyak di bawah keadaan anaerob. pertumbuhan yang baik pada suhu optimal 37°C pada media yang mengandung 1% peptone sebagai sumber karbon dan nitrogen. *E. Coli* memfermentasikan laktosa dan memproduksi indol yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri pada makanan dan air. *E. coli* berbentuk besar (2-3 mm), circular, konveks dan koloni tidak berpigmen pada nutrient dan media darah. *E. Coli* dapat bertahan hingga suhu 60°C selama 15 menit atau pada 55°C selama 60 menit (Eddy, 2013).

E. coli dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Procaryota
Kelas : Schizomycetes
Bangsa : Eubacteriales
Suku : Enterobacteriaceae
Marga : Escherichia
Jenis : *Escherichia coli*

Dampak lain dari bakteri *E-Coli* adalah menghasilkan racun yang dapat merusak ginjal, serta melemahkan dinding usus kecil pada anak-anak.

Gejala yang sering muncul ketika *E-Coli* telah memasuki usus , yaitu:

- Demam
- Gas dalam perut
- Kram perut
- Muntah

Gejala yang jarang terjadi akibat infeksi bakteri *E-Coli* , yaitu :

- Mudah mengalami memar
- Kulit pucat
- Urin merah atau berdarah
- Jumlah urin yang sedikit

Escherichia Coli merupakan bakteri gram negatif yang resisten terhadap panas, dimana media tumbuh optimumnya sekitar 30 – 37 °c. *Escherichia Coli* mengandung gen yang resisten terhadap antibiotika (Eddy, 2013).

H. Analisis Pengembangan Materi

Hasil penelitian ini dapat membantu memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai materi pembelajaran biologi khususnya pada pembelajaran kelas 1 SMA semester 1 dengan materi pembelajaran bakteri sub konsep eubacteria dan lebih ditekankan kepada materi mengenai bakteri patogen, dan bakteri apatogen.

1. Bakteri Patogen

Bakteri patogen adalah bakteri parasit yang menimbulkan penyakit hospes atau inang yang dihinggapinya. Beberapa contoh dari bakteri patogen antara lain :

- a. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan patogen utama bagi manusia. Bakteri ini kadang-kadang mengkoloni pada manusia dan menimbulkan infeksi apabila fungsi pertahanan inang abnormal. Oleh karena itu, *P.aeruginosa* disebut patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini dapat juga tinggal pada manusia yang normal dan berlaku sebagai saprofit pada usus normal dan pada kulit manusia.
- b. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang bersifat patogen. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini biasanya timbul dengan tanda – tanda khas yaitu peradangan, nekrosis, dan pembentukan abses. *Staphylococcus aureus* bertanggung jawab atas 80% penyakit supuratif dengan permukaan kulit sebagai habitat alaminya. Infeksi kulit dan luka terbuka seperti ulkus, bekas terbakar, dan luka bekas operasi memperbesar kemungkinan terinfeksi bakteri dan berakibat infeksi sistemik. Infeksi oleh bakteri menimbulkan peradangan disertai rasa sakit dan terjadi supurasi sehingga perlu adanya suatu tindakan untuk mengeluarkan pus tersebut dan membatasi pertumbuhan serta penyebaran bakteri. Infeksi *Staphylococcus aureus* dapat sendi pada tingkat yang berat. Sendi prostetik menempatkan seseorang pada risiko tertentu untuk arthritis septik, dan endokarditis staphylococcal (infeksi pada katup jantung) dan pneumonia, yang dapat dengan cepat menyebar.
- c. Bakteri *Streptococcus* adalah salah satu genus dari bakteri nonmotil yang mengandung sel gram positif, berbentuk bulat, oval dan membentuk rantai pendek, panjang atau berpasangan. Bakteri ini tidak membentuk spora. Bakteri

ini dapat ditemukan di bagian mulut, usus manusia dan hewan. Ada juga jenis yang digunakan untuk fermentasi makanan dan minuman. Beberapa jenis ada yang bersifat patogen. Spesies bakteri Streptococcus yang bersifat patogen diantaranya dapat menyebabkan penyakit seperti pneumonia, meningitis, necrotizing fasciitis, erisipelas, radang tenggorokan, dan endokarditis

2. Bakteri apatogen

Bakteri apatogen adalah bakteri yang tidak menimbulkan penyakit pada inang nya, salah satu contohnya antara lain :

- a. Bakteri *Escherichia Coli* dapat menyebabkan diare dengan dua mekanisme, yaitu:
 - Memproduksi enterotoksin yang secara tidak langsung dapat menyebabkan hilangnya cairan tubuh manusia
 - Bakteri menembus batas epitelium dinding usus sehingga menyebabkan peradangan usus dan hilangnya cairan tubuh.