

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Bakteri Ruangan

Bakteri ruangan merupakan salah satu bagian dari mikrobioma ruangan yang terdiri dari jamur, virus, bakteri, dan mikroorganisme bersel tunggal lainnya. Setiap bangunan yang memiliki ruangan memiliki bakteri, tapi tidak ada bakteri yang khas yang ditemukan di semua ruangan. Bakteri ruangan di rumah atau bangunan bergantung pada penghuni ruangan yang menempatinnya serta perilaku penghuninya juga, sehingga ruangan yang dihuni oleh orang dengan berbagai macam jenis perilaku dan sifat maka akan mempengaruhi jenis bakteri yang tumbuh (Gupta dkk., 2019).

Lantai ruangan dapat dipenuhi bakteri yang berasal dari debu atau material yang berasal dari tubuh manusia seperti kulit. Lantai yang sering dilewati oleh manusia akan menghasilkan banyak bakteri dibandingkan dengan lantai yang sama sekali tidak tersentuh manusia. Udara ruangan juga sama dengan lantai, ruangan yang dihuni oleh manusia akan menghasilkan beragam bakteri di udara dibandingkan ruangan yang tidak dihuni (Gupta dkk., 2019). Tubuh manusia merupakan tempat tumbuh dan berkumpul mikrobioma serta sebagai sumber yang sangat besar yang bertanggung jawab atas bakteri yang tumbuh di dalam ruangan atau ruangan yang dihuni oleh manusia (Ogunrinola dkk., 2020). Bakteri yang berada di ruangan yang dihuni oleh manusia dapat ditekankan perkembangannya dengan cara ruangan dibersihkan secara teratur dengan menggunakan desinfektan lantai atau karbol (Supandi dkk., 2019).

Pembersihan dilakukan bertujuan untuk membunuh bakteri yang bersifat patogen sehingga manusia tidak terserang penyakit yang ditimbulkan akibat serangan makhluk mikroskopis. Bakteri patogen adalah bakteri yang dapat menimbulkan sebuah penyakit akibat invasi langsung atau dengan cara mencemari makanan yang makanan tersebut dikonsumsi oleh manusia. Bakteri apatogen adalah bakteri yang bersifat tidak berpotensi untuk menimbulkan sebuah penyakit atau bahkan ada yang bersifat menguntungkan bagi manusia. (Fardiaz, 2007). Bakteri *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri dari genus *Klebsiella* yang bersifat patogen karena bakteri ini dapat menyebabkan penyakit pneumonia pada manusia yang diserang (Caesar dkk., 2015).

Bakteri merupakan mikroorganisme yang mampu hidup secara soliter atau membentuk koloni dan berkembang biak dengan cara pembelahan biner secara cepat atau membelah menjadi dua sehingga tidak memerlukan waktu yang lama (Moat dan Foster 1995). Bakteri melakukan reproduksi saat kondisi lingkungan sangat menguntungkan seperti suhu yang optimum dan ketersediaan nutrisi yang cukup, setelah itu terjadi fase eksponensial yang didukung oleh suhu yang optimal dan nutrisi yang cukup kemudian terjadi proses reproduksi secara membelah diri setiap beberapa menit dan terus berlanjut sampai fase stasioner (Norris, 2015).

Menurut *SafeAir Environmental* (2015), bakteri yang sering kali ditemukan di dalam ruangan diantaranya adalah bakteri bergenus *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Micrococcus*. Menurut

LibreText Biology (2021), *Staphylococcus* sering kali ditemukan sebagai mikrobiota manusia normal pada kulit dan rongga hidung. Menurut Iglewski (1996), spesies *Pseudomonas* biasanya berhabitat di tanah dan air kemudian juga dapat diisolasi dari kulit, tenggorokan dan feses orang yang sehat. Menurut Breed dkk (1957), bakteri genus *Bacillus* memiliki spesies di dalamnya, pada umumnya genus ini berada di tanah dan air namun sebagian dari spesies ini juga ditemukan pada tubuh manusia dan debu. Bakteri genus *Micrococcus* dapat ditemukan pada tubuh manusia, debu, air dan tanah.

## **B. Karakterisasi Bakteri**

Karakterisasi merupakan sebuah cara untuk mengetahui karakteristik suatu mikroorganisme. Bakteri memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan setiap karakteristik yang berbeda itu menunjukkan sebuah identitas dari bakteri tersebut (Ansola dkk., 2014). Karakterisasi bakteri perlu dilakukan kultur murni terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang akurat, kultur murni adalah biakan dari suatu mikroorganisme yang terdiri dari satu spesies saja (Fardiaz, 2007). Kultur murni kemudian dilanjutkan dengan pengujian identifikasi untuk mengetahui jenis mikroorganisme yang didapat dengan cara mengamati karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis serta uji biokimia (Lay dan Hastowo, 1992).

Pengamatan makroskopis merupakan sebuah cara pengamatan yang dilakukan tanpa bantuan alat-alat pembesar. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk koloni bakteri seperti bulat, titik, berbentuk seperti akar, berfilamen atau tidak teratur. Bentuk tepi koloni bakteri yang diamati seperti

bentuk *Entire, Undulate, Lobate, Curled, Rhizoid* atau berfilamen (Irianto, 2012). Koloni bakteri juga memiliki warna yang terbentuk diantaranya adalah putih, kuning, coklat, jingga, merah, *pink*, hijau atau ungu. Bentuk elevasi dari koloni bakteri meliputi *flat, raised, convex, pulvinate* atau *umbonate* (Breakwell dkk., 2007). Uji motilitas juga termasuk ke dalam pengamatan makroskopis yaitu mengamati pergerakan dari isolat bakteri yang diinokulasi pada medium agar tegak di bagian tengah dan hasil positif pada uji motilitas adalah adanya penyebaran koloni bakteri di dalam medium (Damayanti dkk., 2018).

Pengamatan mikroskopis merupakan sebuah cara pengamatan yang dilakukan menggunakan bantuan alat-alat pembesar. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk sel dan pengecatan sel bakteri. Bentuk sel bakteri diantaranya adalah batang (*bacil*) atau bulat (*coccus*). Sel bakteri dapat dilihat dengan cara dilakukan pengecatan pada bakteri dan kemudian dilihat di bawah mikroskop (Cappuccino dan Sherman, 2011). Pewarnaan bakteri dibedakan menjadi pengecatan diferensial, pengecatan struktural dan pengecatan sederhana. Pengecatan diferensial merupakan pengecatan yang digunakan untuk melihat perbedaan antara sel-sel mikroorganisme atau bagian penyusun sel mikroorganisme. Pengecatan struktural merupakan pengecatan bagian tertentu dari sel bakteri. Pengecatan sederhana merupakan pengecatan yang hanya menggunakan satu larutan tunggal sebagai pewarna (Madigan dkk., 2009).

Pengecatan Gram merupakan sebuah metode pengecatan diferensial untuk melihat morfologi sel bakteri serta untuk membedakan jenis bakteri gram positif atau gram negatif (Rahayu dkk., 2017). Prinsip dari pengecatan Gram adalah kemampuan penyerapan dinding sel bakteri untuk menyerap zat warna utama yang diaplikasikan (Fardiaz, 1990). Peptidoglikan merupakan komponen penyusun dinding bakteri yang mengandung asam teikoat dan teikuronat yang dapat mempengaruhi kemampuan dari dinding sel bakteri untuk mengikat zat pewarna. Asam teikoat dan teikuronat menjadikan pori-pori dinding sel bakteri mengecil dan memperkuat ikatan antara membran plasma dengan dinding sel (Madigan dkk., 2009). Perbedaan warna pada bakteri gram positif dan gram negatif menunjukkan terdapat perbedaan pada struktur dinding sel diantara kedua jenis bakteri. Bakteri Gram positif memiliki struktur dinding sel dengan peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri Gram negatif memiliki struktur dinding sel dengan peptidoglikan yang tipis (Nurhidayati dkk., 2015).

Larutan pengecatan gram terdiri dari empat larutan dengan pemberian yang berurutan yaitu larutan kristal violet (Gram A), larutan Lugol's Iodin (Gram B), larutan *Alcohol-Aceton* (Gram C) dan larutan safranin (Gram D) (Fardiaz, 2007). Bakteri Gram positif menghasilkan warna ungu atau biru karena pemberian warna kristal violet yang terikat kuat oleh peptidoglikan yang tebal dan tidak pudar saat diberikan larutan pemucat berupa *Alcohol-Aceton* sehingga pada saat diberikan larutan safranin tidak terikat dengan peptidoglikan (Hamidah dkk., 2019). Bakteri

Gram negatif menghasilkan warna merah saat diberikan larutan pewarna karena kandungan peptidoglikan yang tipis sehingga tidak mampu mengikat zat pewarna (Madigan dkk., 2009).

Uji biokimia bakteri merupakan sebuah cara untuk mengidentifikasi dan mendeterminasi bakteri berdasarkan sifat fisiologisnya serta untuk mengetahui reaksi kimia yang dihasilkan. Proses biokimia yang terjadi berkaitan erat dengan metabolisme seperti reaksi kimiawi yang dilakukan oleh sel yang menghasilkan energi atau menggunakan energi untuk mensintesis komponen-komponen untuk kegiatan seluler (Breed dkk., 1957).

Uji motilitas merupakan sebuah uji untuk mengetahui pergerakan pertumbuhan bakteri di dalam media tumbuh. Bakteri yang bersifat motil menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki alat gerak berupa flagela sehingga memiliki kemampuan bergerak. Uji ini dilakukan dengan cara menginokulasi biakan bakteri ke dalam medium agar tegak menggunakan jarum enten (Panjaitan dkk., 2020).

Uji katalase merupakan sebuah uji untuk mengidentifikasi bakteri yang mampu memproduksi enzim katalase yang berfungsi untuk menguraikan hidrogen peroksida yang bersifat racun bagi sel mikroorganisme dan menentukan sifat dari bakteri tersebut yaitu aerob atau anaerob. Uji Katalase dilakukan dengan cara mengoleskan biakan bakteri murni pada gelas objek yang sudah steril kemudian ditetaskan dengan

hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 3%, Hasil positif ditandai dengan terbentuk gelembung udara (Aisyah dkk., 2014).

Uji Indol merupakan sebuah uji untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim triptofanase untuk menghidrolisis asam amino triptofan menjadi asam piruvat dan indol (Prescott, 2002). Hasil positif dari uji indol yaitu terbentuknya senyawa indol berbentuk seperti cincin berwarna merah muda atau ungu setelah diberikan reagen *Ehrlich*. Cincin indol yang berwarna merah muda atau ungu tersebut terbentuk akibat senyawa amina benzaldehid tidak larut dalam air (Cappuccino dan Sherman, 2011). Reagen *erhlich* berfungsi untuk mendeteksi produksi indol oleh mikroorganisme (Versalovic, 2011).

Uji hidrolisis pati merupakan sebuah uji untuk mengidentifikasi potensi suatu bakteri yang memiliki enzim *Alpha-Amylase* ( $\alpha$ -*Amylase*). Pati tersusun atas amilosa dan amilopektin yang dapat dihidrolisis oleh enzim *Alpha-Amylase* ( $\alpha$ -*Amylase*). Hidrolisis adalah reaksi kimia di mana molekul air memutuskan satu atau lebih ikatan kimia. Pati berukuran terlalu besar untuk melewati membran sel bakteri, oleh karena itu perlu diperkecil ukurannya menjadi monosakarida sehingga perlu dihidrolisis. Iodin digunakan dalam uji hidrolisis pati sebagai indikator pembentukan warna, jika hasil positif maka akan terbentuk zona bening di sekitar bakteri (Leboffe dan Pierce, 2011).

Uji reduksi nitrat merupakan uji kualitatif identifikasi untuk menentukan kemampuan bakteri dalam mereduksi nitrat menjadi nitrit. Bakteri yang mampu untuk mereduksi nitrat menjadi nitrit menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki enzim nitrat reduktase (Bhusal dan Muriana, 2021). Nitrat yang diubah menjadi nitrit oleh enzim nitrat reduktase akan dilanjutkan oleh enzim nitrit reduktase untuk diubah menjadi amonium dimana amonium tersebut akan disintesis menjadi protein yang akan digunakan kembali oleh bakteri untuk proses metabolisme. Hasil positif dari uji reduksi nitrat yaitu terbentuk warna merah setelah ditambah dengan reagen *Sulfanilamide* dan  *$\alpha$ -Naphthylene Diamine* (Hadioetomo, 1993).

Uji *Methyl Red* merupakan uji identifikasi untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghasilkan dan mempertahankan produk asam akhir dari fermentasi. Hasil asam yang terbentuk akan berubah menjadi merah jika ditambahkan indikator *Methyl Red* (Khasanah dkk., 2021). Menurut Leboffe dan Pierce (2011), Hasil positif dari uji *Methyl Red* adalah warna merah karena memiliki pH 4,4 dan hasil negatif berupa terbentuknya warna kuning dengan pH 6,2, warna jingga yang terbentuk juga merupakan hasil yang negatif yaitu diantara pH 4,4 sampai pH 6,2.

Uji fermentasi karbohidrat merupakan sebuah uji untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasikan karbohidrat dan menghasilkan berbagai macam senyawa seperti gas, keton, ester, propinat dan asam laktat (Pelczar dan Chan, 2008). *Phenol Red Broth Test*

merupakan uji dari fermentasi karbohidrat dengan menggunakan medium *Lactose Broth*, *Sucrose Broth* dan *Glucose Broth* dengan tabung durham di dalam medium dan yang masing-masing medium diberikan *Phenol Red* sebagai indikator. Hasil positif dari fermentasi *Phenol Red Broth Test* adalah perubahan warna dari warna merah menjadi kuning setelah diinkubasi karena penurunan pH akibat proses fermentasi yang terjadi dalam medium dan hasil akhir dari fermentasi adalah terbentuk gas CO<sub>2</sub> yang tertahan di dalam tabung durham (Leboffe dan Pierce, 2011). Sebagian bakteri selama melakukan fermentasi mengubah karbohidrat menjadi asam organik dengan atau tanpa memproduksi gas dan beberapa bakteri juga tidak mampu dalam melakukan fermentasi karbohidrat (Erkmen, 2021).

### C. Hipotesis

1. Bakteri yang dapat ditemukan pada kamar kos mahasiswa harga murah di daerah Babarsari dan Seturan Yogyakarta adalah *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp, *Escherichia* sp, *Acinetobacter* sp, *Alkaligenes* sp, *Streptococcus* sp, *Enterobacter* sp dan *Pseudomonas* sp.
2. Bakteri yang dapat ditemukan pada kamar kos mahasiswa harga menengah di daerah Babarsari dan Seturan Yogyakarta adalah *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp, *Escherichia* sp, *Acinetobacter* sp, *Enterobacter* sp dan *Pseudomonas* sp.
3. Bakteri yang dapat ditemukan pada kamar kos mahasiswa harga mahal di daerah Babarsari dan Seturan Yogyakarta adalah *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp, *Escherichia* sp dan *Streptococcus* sp.