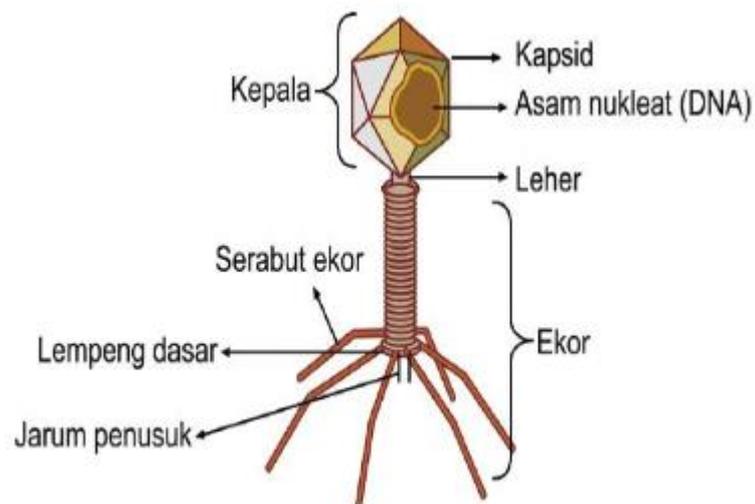


II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bakteriofag

Bakteriofag (*Bacteriophage*) adalah virus yang dapat menginfeksi bakteri. Bakteriofag merupakan virus yang hanya dapat berkembang biak di dalam sel bakteri, dan dapat ditemukan hampir di semua bagian pada bakteri yang hidup (Warsa, 2021). Seperti pada virus lainnya, bakteriofag atau yang biasa disebut dengan fag memiliki karakteristik tersendiri yaitu memiliki struktur yang sederhana. Bakteriofag atau fag memiliki ukuran yang sangat berukuran nanometer yaitu sekitar 24-400 nm panjang. Struktur pada bakteriofag terdiri dari protein dan materi genetik. Selain itu bakteriofag memiliki beragam bentuk variasi morfologi (Moineau, 2013).



Gambar 2. 1 Struktur Bakteriofag (Kesumah, 2020)

Berdasarkan morfologinya, bakteriofag terdiri dari bagian kepala, leher, ekor, dan serabut ekor. Kepalanya berbentuk polyhedral (segi

banyak) yang di dalamnya hanya mengandung DNA atau RNA saja. Bagian luar kepala diselubungi oleh kapsid yang terdiri dari molekul-molekul protein, sehingga disebut sebagai selubung protein atau protein shell, tugasnya melindungi asam nukleat (DNA dan RNA). Kapsid dapat membantu menginfeksi ke sel inang dan menentukan jenis sel yang akan ditemelinya. Leher merupakan bagian yang menghubungkan kepala dan ekor. Leher juga menjadi saluran keluarnya asam nukleat menuju ekor. Tabung atau selubung memanjang yang dinamakan sebagai ekor virus muncul di atas kepala. Ekor ini berperan sebagai alat penginfeksi. Ekor terdiri atas lempeng dasar dan serabut ekor. Lempeng dasar yang berisi jarum penusuk berfungsi untuk menginjeksikan DNA ke dalam sel inang. Ujung ekornya yang ditumbuhi oleh serabut-serabut ekor berperan sebagai penerima rangsang atau reseptor (Anjung, 2016).

Bakteriofag pada bakteri penyebab infeksi memiliki dua jenis infeksi, yaitu bakteriofag litik dan bakteriofag lisogenik. Bakteri litik atau disebut virulen dapat menyebabkan lisis dan kematian pada sel bakteri inang dengan cepat. Pada saat yang sama, bakteriofag lisogenik (sedang) memiliki fase kehidupan dimana beberapa fase kehidupannya dalam kondisi dormant disebut dengan profage (Bhardwaj, *et al.*, 2015). Siklus litik dimulai dari penempelan bakteriofag ke inang. Bakteriofag menempel pada reseptor yang terletak di kapsul bakteri. Proses ini disebut tahap adsorpsi. Setelah terjadi adsorpsi, bakteriofag akan menyuntikkan DNA atau RNA ke dalam sel bakteri. Pada tahap ini disebut dengan tahap

infeksi. Selanjutnya DNA atau RNA bakteriofag akan mengambil alih sel bakteri yang terinfeksi, yang kemudian dilanjutkan dengan produksi asam nukleat dan protein untuk pembuatan partikel virus baru. Setelah virus baru berkembang biak, virus ini akan melisiskan sel bakteri inang.

2.2. Tipe Plak Morfologi Bakteriofag

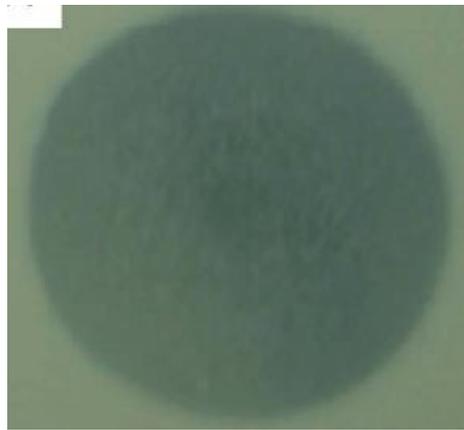
Mekanisme pembentukan plak dipicu oleh sebuah fag yang menginfeksi dan melisiskan satu sel bakteri inang. Fag yang baru kemudian dilepaskan keluar dari sel yang telah mengalami kerusakan. Fag ini kemudian akan menginfeksi sel bakteri inang yang ada di sekitarnya dan siklus ini akan terus berlanjut hingga sel sel bakteri inang yang mengelilingi partikel fag asli terus mengalami lisis dan membentuk plak. Berbagai jenis fag juga akan membentuk plak dengan ukuran dan bentuk tepi yang berbeda (Deshanda, *et al.*, 2018).

Ketidakmampuan bakteriofag untuk melisiskan inangnya dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan, pertumbuhan inang yang lebih cepat, dan sistem pertahanan terhadap infeksi bakteriofag secara alami. Banyaknya plak juga dipengaruhi dari spesifitas bakteri itu sendiri. Virus yang tidak dapat menginfeksi bakteri mungkin disebabkan karena beberapa bagian bakteriofag yang dihasilkan selama infeksi memiliki partikel yang tidak sempurna (Saefunida, *et al.*, 2016).

2.1.1. Tipe Clear

Menurut Yulianto (2020), *clear plaque* terjadi karena bakteriofag sedang melakukan siklus litik. Selama siklus litik, fag

menggunakan protein inang untuk mengambil dan menerjemahkan gen fag yang diperlukan untuk replikasi dan pembuatan fag baru. Genom fag baru terbentuk ke dalam badan fag yang baru, yang kemudian keluar dari sel dan membunuh serta menginfeksi sel di dekatnya. Fag litik membentuk tipe *clear* karena fag bisa melisiskan atau membunuh semua sel bakteri yang mereka infeksi (Gudlavalleti, 2020).

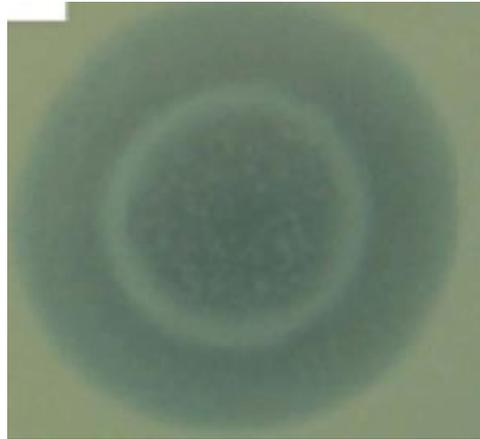


Gambar 2. 2 Morfologi Plak Tipe *Clear* (Jee S, *et al.*, 2012)

2.1.2. Tipe *Clear Halo*

Clear halo merupakan zona semi-transparan di sekitar plak. Hal ini terjadi karena difusi dari enzim yang diproduksi oleh fag yang dapat larut (tidak terkait dengan virion) yang menghancurkan selubung sel (Kurek, *et al.*, 2016). Pada tipe ini, fag tidak dapat melisiskan sel bakteri inang, tetapi hanya memperlambat pertumbuhannya (Martin, 2016). *Clear halo* tidak terlalu keruh dibandingkan dengan area sekitar bakteri, namun lebih keruh dibandingkan dengan plak utama. Halo biasanya berbeda dan

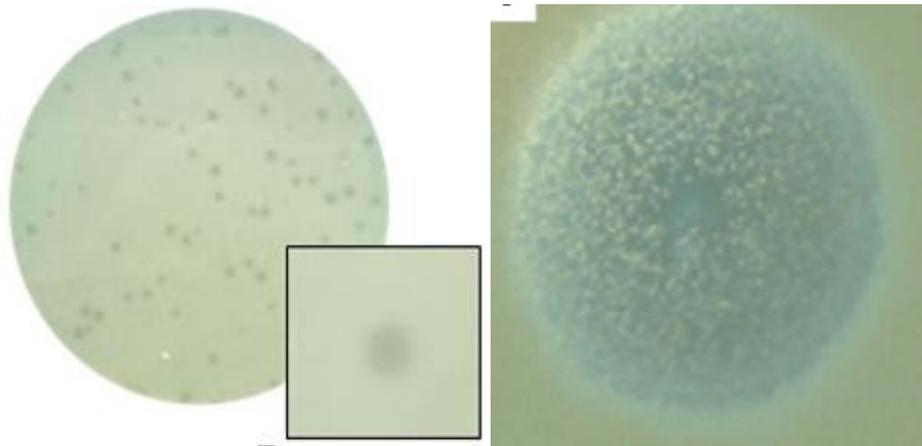
bukan merupakan pengurangan kekeruhan secara umum dan terjadi secara bertahap pada pinggiran plak (Charante, 2019).



Gambar 2. 3 Morfologi Plak Tipe *Clear halo* (Jee S, *et al.*, 2012)

2.1.3. Tipe *Turbid*

Turbid plaque biasanya dihasilkan oleh fag lisogenik. Pada beberapa sel, fag hanya sampai pada tahap lisogenik dan tidak lanjut ke tahap litik. Jika hal ini terjadi dengan frekuensi yang cukup tinggi, plak akan terlihat *turbid* (keruh) (Martin, 2016). Selama fase lisogenik, genom fag berintegrasi ke dalam genom inang. Genom fag disalin bersama dengan fag inang, tetapi tidak terjadi pembentukan fag yang baru. Hal ini terjadi karena fag tidak dapat melisis sel bakteri yang mereka infeksi (Gudlavalleti, 2020). Morfologi ini merupakan konsekuensi dari penurunan efisiensi litik yang disebabkan oleh penuaan bakteri atau fenomena penghambatan lisis (Kurek, *et al.*, 2016).



Gambar 2. 4 Morfologi Plak Tipe *Turbid* (Jee S, *et al.*, 2012)

2.3. Bakteri *Stenotrophomonas* sp

Stenotrophomonas sp. merupakan salah satu jenis bakteri yang mampu melakukan denitrifikasi yaitu dapat mengubah nitrat (NO_3) menjadi gas nitrogen (N_2). Keberadaan nitrat dalam jumlah yang besar di dalam tanah dapat berbahaya bagi kesehatan dan dapat merusak lingkungan (Safitri, dkk. 2014). Secara taksonomi, klasifikasi *Stenotrophomonas* sp. menurut Palleroni & Bradbury (1993) sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Pseudomonadota
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Xanthomonadales
Famili	: Xanthomonadaceae
Genus	: <i>Stenotrophomonas</i>
Spesies	: <i>Stenotrophomonas</i> sp

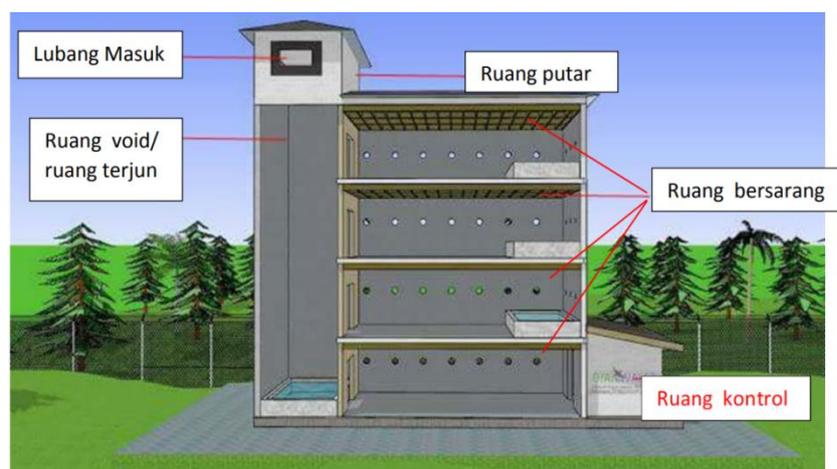
Habitat *Stenotrophomonas* sp. ini banyak ditemukan di lingkungan alami seperti pada tanah di sekitar akar tanaman ataupun di lingkungan antropogenik. Bakteri *Stenotrophomonas* sp. dapat berkembang pada pH 6-8 dan optimal pada pH 7 serta pada kisaran suhu 37 °C (Kiswara, 2015). *Stenotrophomonas* sp. termasuk ke bakteri gram negatif yang berbentuk basil dan bersifat aerobik non-fermentatif (Muchlisoh, 2019). Bakteri ini memerlukan karbon dioksida sebagai sumber karbon dan senyawa anorganik sebagai sumber energi (Islam, dkk., 2021).



Gambar 2. 5 Bakteri *Stenotrophomonas* sp. (Soedjatmiko & Ariesyady, 2011).

yaitu lokasi lingkungan kandang, suhu, kelembapan dan penerangan serta ukuran rumah burung walet (Setiawan, 2013).

Lokasi lingkungan rumah burung walet sebaiknya berada di dataran rendah yang ketinggiannya tidak melebihi 1000m di atas permukaan laut dan di tempat yang tidak dapat dijangkau oleh masyarakat. Suhu, kelembapan dan penerangan rumah untuk sarang burung walet harus disesuaikan dengan gua alami. Suhu alami gua yaitu antara 24 - 26°C dan kelembapan $\pm 80 - 95\%$ (Firdaus, 2020). Biasanya rumah burung walet dibangun dalam bentuk bangunan besar dengan luas yang berbeda-beda. Semakin tinggi bubungan dan semakin jauh jarak antara bubungan dengan langit - langit, maka semakin baik rumah burung walet dan lebih digemari burung walet. Rumah ini tidak boleh tertutup oleh pohon-pohon yang tinggi. Dinding gedung bagian dalam bangunan dibangun dari dinding berplester, sedangkan pada bagian luar dibuat dari semen yang dicampur (Firdaus, 2020).



Gambar 2. 7 Tata Ruang Rumah Burung Walet (Amin, 2021)