

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pneumonia

Pneumonia adalah infeksi bakteri, virus atau jamur yang menyerang kantung udara atau alveoli. Hal ini sering kali mengakibatkan penumpukan cairan atau nanah dalam alveoli, menyebabkan kesulitan bernapas dan penurunan kadar oksigen dalam tubuh (Juniarti Asyari, 2025).

1. Pathogenesis Pneumonia

Secara umum, paru-paru dilindungi dari infeksi melalui berbagai mekanisme, termasuk pertahanan penghalang anatomi dan fisiologis. Jika salah satu pertahanan ini terganggu, mikroorganisme dapat memasuki paru-paru, berkembang biak, dan menyebabkan kerusakan, yang dapat berujung pada pneumonia. Sebagian besar mikroorganisme penyebab pneumonia mencapai paru-paru melalui aspirasi setelah mengkolonisasi nasofaring. Mikroorganisme yang masuk ke saluran pernapasan bagian bawah memicu respons inflamasi akut, yang diikuti dengan infiltrasi sel mononuklear ke dalam submukosa dan ruang perivaskular. Respons inflamasi ini juga mengaktifkan sel goblet untuk memproduksi lendir kental, yang kemudian diangkut menuju faring oleh epitel bersilia melalui refleks batuk. Pada anak-anak, lendir yang dihasilkan saat batuk biasanya ditelan, tetapi juga dapat sebagian dikeluarkan melalui batuk. (Pustaka, 2020)

Mikroorganisme yang memasuki alveoli mengaktifkan makrofag alveolar tertentu untuk memfagositosis patogen penyebabnya. Hal ini memberi sinyal pada lapisan epitel yang mengandung opsonin untuk memproduksi antibodi imunoglobulin G spesifik. Patogen yang tidak difagositosis masuk ke ruang interstisial, tempat patogen tersebut dihancurkan oleh limfosit dan dikeluarkan dari paru-paru melalui sistem mukosiliar. Jika mekanisme ini gagal menghilangkan mikroorganisme di alveoli, leukosit PMN fagositik diangkut ke sana oleh sitokin, memicu respons inflamasi lebih lanjut. (Popovsky and Florin, 2020).

2. Gejala Pneumonia

Penderita pneumonia umumnya mengalami batuk, demam, menggigil, kesulitan bernapas, rasa lelah berlebihan, serta hilangnya nafsu makan. Dalam beberapa kasus, mual, diare, atau nyeri dada juga dapat muncul. Tidak semua pasien menunjukkan batuk atau demam sebagian mungkin tidak mengalaminya sama sekali.

Gejala bisa muncul secara tiba-tiba atau berkembang perlahan seiring waktu. Seseorang yang awalnya mengalami infeksi saluran napas atas (seperti flu) dapat mengalami demam baru dan perburukan kondisi, yang menandakan terjadinya infeksi bakteri sekunder di paru-paru (Series, 2020).

3. Klasifikasi Pneumonia

Pneumonia umumnya diklasifikasikan berdasarkan lokasi dan cara penularannya. Berdasarkan hal ini, pneumonia dapat menjadi empat kategori. Kategori pertama adalah pneumonia yang didapat di komunitas (CAP), di mana sumber infeksi berasal dari lingkungan komunitas. Kategori kedua adalah pneumonia yang didapat di rumah sakit (HAP), dimana infeksi terjadi selama pasien dirawat di rumah sakit. Kategori ketiga adalah pneumonia terkait ventilator (VAP), di mana infeksi disebabkan oleh penggunaan ventilator. Kategori keempat adalah pneumonia aspirasi, yang disebabkan oleh masuknya bakteri dari makanan, minuman, atau air liur ke dalam paru-paru. (Nurdin, Putri and Musripah, 2023).

4. Etiologi Pneumonia

Streptococcus pneumoniae, *Mycoplasma pneumoniae*, *Legionella pneumoniae*, dan *Chlamydophila pneumoniae* adalah penyebab bakteri pneumonia yang umum. Virus yang juga dapat menyebabkan pneumonia meliputi adenovirus, virus sinsitial pernapasan (RSV), dan virus influenza. Pneumonia nosokomial adalah bentuk pneumonia umum yang sering ditemukan di rumah sakit. Pneumonia ini sering disebabkan oleh bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, yang bertanggung jawab atas sekitar 20% hingga 60% kematian akibat infeksi. (Ainutajriani *et al.*, 2023).

B. *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae adalah bakteri negatif Gram yang tidak dapat bergerak dan memiliki lapisan pelindung. Organisme ini sering dijumpai pada pasien pneumonia, terutama pada orang yang memiliki kebiasaan minum alkohol atau menderita diabetes melitus. Bakteri ini biasanya menginfeksi membran mukosa orofaring serta sistem pencernaan manusia. Setelah berhasil masuk ke dalam tubuh, *Klebsiella pneumoniae* dapat menunjukkan tingkat keparahan yang tinggi dan memiliki kemampuan untuk melawan efek dari berbagai jenis antibiotik. (Ashurst and Dawson, 2025).

1. Morfologi dan sifat fisiologi *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae adalah mikroorganisme berbentuk batang lurus dengan ukuran diameter sekitar 0,3 μm dan panjang antara 0,6 hingga 6 μm . Saat dilakukan pewarnaan Gram, bakteri ini tampak berwarna merah muda, menandakan bahwa ia termasuk Gram negatif (Moustafa *et al.*, 2023).

Klebsiella pneumoniae memiliki struktur kapsul tetapi tidak dapat menghasilkan spora. Bakteri ini tidak dilengkapi flagel, sehingga memiliki kemampuan untuk bergerak, namun dapat memfermentasi karbohidrat menghasilkan asam dan gas. Berdasarkan kebutuhan oksigennya, *Klebsiella pneumoniae* tergolong bakteri fakultatif anaerob. Bakteri ini juga mampu memfermentasi laktosa. *Klebsiella pneumoniae* menunjukkan pertumbuhan dengan penampilan mukoid yang disebabkan oleh kapsul polisakarida besar dan tidak memiliki kemampuan motil. (Nimas Tika Inas Tarina, 2017). *Klebsiella pneumoniae* juga mampu memfermentasi laktosa, mereduksi nitrat, dan menunjukkan hasil negatif pada tes indol. Bakteri ini merupakan salah satu anggota paling signifikan dari genus *Klebsiella* yang termasuk dalam keluarga *Enterobacteriaceae*. (Kuswiyanto, 2017).



Gambar 2.1 Koloni *Klebsiella pneumoniae* pada Mac Conkey Agar
(Nimas Tika Inas Tarina, 2017)

2. Pathogenesis *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae menggunakan berbagai mekanisme untuk bertahan hidup, berkembang, dan menyebabkan infeksi yang parah pada inangnya. Bakteri ini menghindari sistem kekebalan tubuh inang dengan memanfaatkan kapsul polisakarida (CPS) dan lipopolisakarida (LPS) untuk perlindungan. Selain itu, *Klebsiella pneumoniae* dapat menempel dan mengkolonisasi jaringan dengan bantuan fimbriae, serta memperoleh zat besi dari lingkungannya melalui protein membran luar (OMP). Peran penting juga dimainkan oleh siderofor yang mengikat zat besi, yang mendukung penyerapan zat besi penting bagi pertumbuhan dan reproduksi bakteri (Abbas *et al.*, 2024).

C. Diagnosis Laboratorium

Untuk mendiagnosis *Klebsiella pneumoniae* pada penderita pneumonia, sejumlah metode diagnostik dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri tersebut. Berikut adalah beberapa cara yang umum digunakan untuk mendiagnosis *Klebsiella pneumoniae* pada pasien pneumonia

1. Pewarnaan gram

Pewarnaan Gram digunakan untuk melihat morfologi bakteri di bawah mikroskop. *Klebsiella pneumoniae* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang, sering kali dengan kapsul yang terlihat di mikroskop sebagai area transparan di sekitar bakteri (karena kapsul tidak terwarnai oleh pewarna Gram).

2. Kultur bakteri

Untuk mengidentifikasi *Klebsiella pneumoniae*, sampel klinis (seperti sputum atau darah) akan ditanam pada media Macconkey agar (MCA). MCA mengandung laktosa dan indikator pH. Bakteri yang dapat memfermentasi laktosa, seperti *Klebsiella pneumoniae*, akan menghasilkan koloni berwarna merah muda karena asam yang dihasilkan dari fermentasi laktosa mengubah warna indikator pH.

3. Uji biokimia

Uji biokimia adalah serangkaian tes yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat metabolik bakteri yang dapat membantu dalam

identifikasi spesifik. Untuk *Klebsiella pneumoniae*, beberapa uji biokimia yang sering digunakan antara lain uji fermentasi laktosa, uji indole, uji motilitas, dan penggunaan sistem otomatis seperti Vitek 2 compact. *Klebsiella pneumoniae* mampu memfermentasi laktosa menjadi asam dan gas, yang menghasilkan perubahan warna merah muda pada media seperti MacConkey agar. Selain itu, bakteri ini negatif pada uji indole, yang mengindikasikan bahwa *Klebsiella pneumoniae* tidak memecah triptofan menjadi indole. Dalam uji motilitas, *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri non-motil, yang berarti tidak dapat bergerak, yang dapat diuji dengan menumbuhkan bakteri pada agar motilitas untuk melihat apakah bakteri berkembang ke dalam media. Terakhir, sistem otomatis Vitek 2 compact digunakan untuk menguji berbagai sifat biokimia bakteri, seperti kemampuan untuk memfermentasi karbohidrat, produksi urease, dan aktivitas enzim lainnya. Uji biokimia ini sangat berguna dalam membantu identifikasi *Klebsiella pneumoniae* secara tepat di laboratorium mikrobiologi

D. Kerangka konsep