

## Literature Review

# Bakteri Penyebab Pneumonia Atipikal: Tinjauan Klinis dan Mikrobiologi

Yelvi Levani<sup>1</sup>

1) Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surabaya

### ABSTRAK

Pneumonia atipikal merupakan bentuk pneumonia yang disebabkan oleh mikroorganisme dengan karakteristik biologis dan klinis yang berbeda dari bakteri tipikal. Agen utama meliputi *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, dan *Legionella pneumophila*. Manifestasi klinis umumnya lebih ringan dengan gejala sistemik dominan dan temuan radiologis berupa infiltrat interstisial. Diagnosis seringkali menantang karena keterbatasan metode kultur konvensional, sehingga diperlukan pendekatan berbasis molekuler dan serologi. Penatalaksanaan utama menggunakan antibiotik yang bekerja pada sintesis protein, seperti makrolida, tetrasiklin, dan fluorokuinolon. Manuskrip ini bertujuan untuk mengulas karakteristik mikrobiologi, faktor virulensi, metode diagnostik, dan terapi dari bakteri penyebab pneumonia atipikal. Pemahaman yang komprehensif diharapkan dapat meningkatkan akurasi diagnosis dan efektivitas terapi, serta berkontribusi pada pengendalian resistensi antimikroba.

**Kata kunci:** pneumonia atipikal, *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, diagnostik molekuler

**Korespondensi:** yelvilevani@fk.um-surabaya.ac.id

### ABSTRACT

*Atypical pneumonia is a form of pneumonia caused by microorganisms with distinct biological and clinical characteristics compared to typical bacterial pathogens. The main causative agents include Mycoplasma pneumoniae, Chlamydia pneumoniae, and Legionella pneumophila. Clinical manifestations are generally milder, with predominant systemic symptoms such as low-grade fever, non-productive cough, headache, and myalgia, accompanied by interstitial infiltrates on radiological findings. Diagnosis remains challenging due to the limitations of conventional culture methods, necessitating the use of molecular and serological approaches. Polymerase Chain Reaction (PCR) and immunological assays have significantly improved the detection of atypical pathogens, although limitations still exist in distinguishing colonization from active infection. The mainstay of treatment involves antibiotics targeting bacterial protein synthesis, including macrolides, tetracyclines, and respiratory fluoroquinolones. This manuscript aims to review the microbiological characteristics, virulence factors, diagnostic modalities, and therapeutic strategies of atypical pneumonia-causing bacteria. A comprehensive understanding of these aspects is essential to improve diagnostic accuracy, optimize treatment outcomes, and contribute to antimicrobial resistance control.*

**Keywords:** *atypical pneumonia, Mycoplasma pneumoniae, Chlamydia pneumoniae, Legionella pneumophila, molecular diagnosis*

**Corresponding author:** yelvilevani@fk.um-surabaya.ac.id

## PENDAHULUAN

Pneumonia adalah suatu peradangan akut di parenkim paru yang disebabkan oleh infeksi patogen. Pada pneumonia selain ditemukan bakteri penyebab yang tipikal sering pula dijumpai bakteri atipikal. Bakteri atipikal yang sering dijumpai adalah *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella spp.* *Mycoplasma pneumoniae* sering bersamaan dengan infeksi *Streptococcus piogenes* dan *Neisseria meningitidis*. Penyebab lain *Chlamydia psittaci*, *Coxiellaburnetti*, virus influenza tipe A & B, adenovirus dan Respiratory syncytial virus (Kemenkes RI, 2021).

Gejala penumonia atipikal diantaranya adalah demam, batuk non produktif dan gejala sistemik berupa nyeri kepala dan mialgia. Pada pemeriksaan fisis terdapat ronki basah tersebar. Gambaran radiologis berupa infiltrat/opasitas interstitial, jarang terjadi konsolidasi. Pada pemeriksaan laboratorium menunjukkan leukosit normal atau rendah, serta sediaan apusan Gram, biakan sputum atau darah tidak ditemukan bakteri. Pemeriksaan laboratorium lain diantaranya adalah isolasi dengan menggunakan kultur sel *monolayer*, tetapi biakan sensitifitasnya sangat rendah. Selain itu, pemeriksaan lainnya diantaranya adalah deteksi antibodi *enzyme immunoassays* (EIA), deteksi antigen dari spesimen urin untuk *Legionella pneumophila*, *microimmunofluorescence* (MIF) merupakan standar diagnosis serologi untuk *C. Pneumoniae*, *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan Uji serologi (Kemenkes RI, 2021).

Antibiotik masih tetap merupakan pengobatan utama pada pneumonia termasuk pneumonia atipikal. Antibiotik terpilih pada pneumonia atipikal yang disebabkan oleh *M. Pneumoniae*, *C. Pneumoniae* dan *Legionella spp.* adalah golongan Makrolid (azitromisin, klaritromisin) dan Fluorokuinolon respirasi (levofloksasin, moksifloksasin) (Kemenkes RI, 2021).

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Karakteristik Umum *Mycoplasma pneumoniae*

*Mycoplasma pneumoniae* adalah bakteri patogen yang menjadi penyebab utama pneumonia atipikal pada manusia. Mikroorganisme ini memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari bakteri lain, seperti tidak adanya dinding sel dan ukurannya yang sangat kecil. Infeksi *Mycoplasma pneumoniae* sering terjadi pada anak-anak dan dewasa muda serta dapat menyebabkan penyakit pernapasan yang ringan hingga sedang (Tille, 2017).

*Mycoplasma pneumoniae* termasuk dalam genus *Mycoplasma* dan merupakan bakteri pleomorfik yang tidak memiliki dinding sel, sehingga bersifat tahan terhadap antibiotik golongan beta-laktam. Ukurannya sekitar 0,2-0,3  $\mu\text{m}$ , yang menjadikannya salah satu bakteri terkecil yang dapat hidup bebas. Bakteri ini bersifat aerob dan memiliki membran plasma dengan sterol, yang diperoleh dari inangnya. Karena tidak memiliki dinding sel, *Mycoplasma pneumoniae* bersifat fleksibel dan mampu melekat erat pada sel epitel pernapasan manusia melalui adhesin khusus (Tille, 2017).

### Faktor Virulensi *Mycoplasma pneumoniae*

Jiang et al. (2021) menjelaskan bahwa faktor virulensi utama *Mycoplasma pneumoniae* adalah:

- **Adhesin:** Adhesin P1 adalah adhesin seluler utama yang membantu *M. pneumoniae* berikatan dengan sel inang. Reseptor inang untuk *M. pneumoniae* adalah glikoprotein sialilasi pada epitel pernapasan. Sifat dan kepadatan gugus reseptor inang mempengaruhi perlekatan dan mobilitas patogen. Adhesin P1 berikatan dengan ikatan  $\alpha$ -2,3 dan  $\alpha$ -2,6, namun hanya jenis ikatan terakhir yang mendukung perpindahan *M. pneumoniae*.
- **Toxic Metabolites:** *M. pneumoniae* menghasilkan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) dan superoksida, yang dapat merusak sel inang.
- **Community-acquired respiratory distress syndrome (CARDS) toxin:** *M. pneumoniae* menghasilkan toksin yang berkontribusi terhadap sindrom gangguan pernapasan. Toksin CARDS meningkatkan ekspresi sitokin proinflamasi IL-1 $\beta$ , IL-6 dan TNF- $\alpha$  dengan cara yang bergantung pada dosis dan aktivitas.
- **Pembentukan biofilm:** *M. pneumoniae* dapat membentuk biofilm pada permukaan.
- **Variabilitas antigenik:** *M. pneumoniae* dapat memvariasikan antigennya sehingga dapat menghindari respon imun adaptif. Respon imun yang tidak memadai terhadap patogen yang menyerang menyebabkan proliferasi yang tidak terkendali dan kerusakan jaringan inang.
- **Glikolipid:** *M. pneumoniae* memiliki glikolipid yang dapat menembus ke sel epitel inang, mengganggu lapisan lipid bilayer pada membran sel dan menyebabkan kebocoran metabolit ionik.
- **Polisakarida kapsular:** *M. pneumoniae* memiliki struktur kapsuler yang terdiri dari polisakarida yang mungkin merupakan faktor virulensi potensial dan bersifat imunogenik, namun peran fungsionalnya dalam patogenesis masih belum jelas dan perlu dieksplorasi lebih lanjut.
- **Lipoprotein:** *M. pneumoniae* memiliki lipoprotein, termasuk yang dikodekan oleh MPN133. Lipoprotein *M. pneumoniae* dapat dikenali oleh *Toll-like receptor* (TLR)1, TLR2 dan TLR6, yang menstimulasi pelepasan sitokin proinflamasi termasuk Tumor necrosis factor (TNF)- $\alpha$ , Interleukin (IL)-1 $\beta$ , IL-6 dan mediator inflamasi lainnya.

### Pemeriksaan Diagnostik *Mycoplasma pneumoniae*

Diagnosis *Mycoplasma pneumoniae* dapat dilakukan melalui beberapa metode, di antaranya:

- **Pemeriksaan Serologi:** Deteksi antibodi IgM dan IgG terhadap *Mycoplasma pneumoniae* menggunakan ELISA. Sensitivitas pemeriksaan serologi bergantung pada waktu pengumpulan sampel serum pertama dan ketersediaan serum berpasangan yang dikumpulkan dengan interval  $\geq 2$  minggu untuk mengevaluasi konversi serum dan/atau peningkatan titer antibodi  $\geq 4$  kali lipat. Immunoglobulin serum spesifik MP-IgM biasanya dapat dideteksi dalam waktu sekitar 1 minggu setelah timbulnya gejala klinis, dan titer

puncaknya pada minggu ketiga, yang dapat digunakan sebagai indikator diagnostik infeksi paru baru-baru ini (Meyer Sauter et al., 2014).

- **PCR (*Polymerase Chain Reaction*):** Deteksi DNA *Mycoplasma pneumoniae* dari spesimen klinis (misalnya, sputum atau usapan nasofaring). Pemeriksaan PCR merupakan pemeriksaan baku dengan sensitivitas yang tinggi. Teknik amplifikasi asam nukleat yang digunakan untuk mendeteksi MP DNA atau RNA berbeda dalam pemilihan gen target yang digunakan (misalnya gen P1, 16S rDNA, 16S rRNA, gen ATPase operon, dll.). Masalah utama dengan pemeriksaan PCR adalah tidak bisa membedakan antara kolonisasi atau penularan tanpa gejala (Meyer Sauter et al., 2018) .
- **Kultur *Mycoplasma pneumoniae*:** Meskipun spesifik tetapi sensitivitas hanya 40%. Metode ini jarang digunakan karena membutuhkan waktu lama (2-6 minggu) dan media khusus (Waites et al., 2017). Media pertumbuhan bakteri menggunakan Sucrose phosphatbuffer/SP4 broth atau agar. morfologi koloni berbentuk *fried-egg colony* yang dapat dilihat di bawah mikroskop. Bila menggunakan spesimen darah, maka harus menggunakan medium khusus karena SPS dapat menghambat pertumbuhan *Mycoplasma*.

### Pilihan Terapi *Mycoplasma pneumoniae*

*Mycoplasma pneumoniae* tidak memiliki dinding sel dan resisten terhadap semua antimikroba yang menargetkan dinding sel. *Mycoplasma pneumoniae* rentan terhadap antibiotik yang bekerja pada ribosom bakteri dan menghambat sintesis protein. Antibiotik yang umum digunakan antara lain makrolida seperti azitromisin, klaritromisin, roksitromisin, dll, antibiotik tetrasiklin baru seperti doksisisiklin, minosiklin dan omacycline, dan antibiotik golongan quinolon seperti levofloxacin, ciprofloxacin, moxifloxacin. Tetrasiklin dapat menghambat pemanjangan rantai peptida sintesis protein dengan bekerja pada subunit 30 S ribosom MP. Waktu pengobatan umumnya 10-14 hari, dan pada beberapa pasien yang parah dapat diperpanjang hingga sekitar 3 minggu (Gao and Sun, 2024).

## 2. Karakteristik umum *Chlamydia spp*

*Chlamydia spp* merupakan anggota ordo Chlamydiales dan famili Chlamydiaceae. *C. trachomatis*, *C. pneumoniae*, dan *Chlamydia psittaci* merupakan penyebab penting infeksi pada manusia. *Chlamydia spp* merupakan bakteri intraseluler obligat yang pernah dianggap sebagai virus karena memerlukan ATP dari sel inang eukariotik untuk mendorong pertumbuhan dan replikasi intraseluler. *Chlamydia spp* mirip dengan basil gram negatif karena memiliki lipopolisakarida (LPS) sebagai komponen dinding selnya. Namun, LPS *Chlamydia spp* hanya memiliki sedikit aktivitas endotoksik. *Chlamydia spp* memiliki protein membran luar yang utama (MOMP) (Tille, 2017).

*Chlamydia spp* memiliki siklus perkembangan yang unik yaitu bentuk replikasi intraseluler, yang dikenal sebagai *reticular body* (RB), dan bentuk yang inert secara metabolik dan infeksi yang dikenal sebagai *elementary body* (EB). Setelah menginfeksi sel inang, EB berdiferensiasi menjadi RB lalu RB membelah dengan pembelahan biner di dalam vakuola. Semakin banyak jumlah RB, maka vakuola akan mengembang dan membentuk intrasitoplasma. Kemudian, RB berdiferensiasi menjadi EB, lalu 48 - 72 jam pasca infeksi, EB dilepaskan dari sel inangnya (Tille, 2017).

*Chlamydia pneumoniae* dan *Chlamydia psittaci* adalah bakteri intraseluler obligat yang menyebabkan infeksi saluran pernapasan manusia. *Chlamydia pneumoniae* terutama dikaitkan dengan pneumonia atipikal pada manusia, sedangkan *Chlamydia psittaci* merupakan agen penyebab psittacosis, penyakit zoonotik yang dapat ditularkan dari burung ke manusia.

*Chlamydia pneumoniae* awalnya dikenal dengan TWAR (*original isolate-Taiwan* TW-183 & AR-39). *C. pneumoniae* merupakan bakteri patogen pada manusia. Bakteri ini ditularkan melalui droplet pernapasan dan sering menyebabkan infeksi saluran pernapasan atas serta pneumonia komunitas. Penularan melalui asimtomatik carrier juga telah dilaporkan. Masa inkubasinya bisa sekitar 3-4 minggu, lebih lama dari kebanyakan infeksi saluran pernapasan. *C. pneumoniae* adalah bakteri intraseluler yang paling umum, yang terutama terlibat dalam infeksi saluran pernafasan dan kadang-kadang bermanifestasi sebagai penyakit ekstra paru.

*Chlamydia psittaci* juga merupakan bakteri gram-negatif dengan siklus hidup yang serupa. Bakteri ini terutama ditularkan melalui inhalasi debu atau sekresi burung yang terinfeksi. Infeksi pada manusia dapat menyebabkan psittacosis, yang ditandai dengan pneumonia berat dan manifestasi sistemik lainnya.

### Faktor Virulensi *Chlamydia spp*

Xaplanteri et al., (2023) menjelaskan bahwa faktor virulensi *Chlamydia spp* diantaranya adalah:

- **Type 3 secretion system (T3SS):** T3SS berfungsi sebagai saluran untuk mendorong pengiriman protein efektor patogen ke dalam sitoplasma sel inang. Melalui alat ini, mikroorganisme dapat menyuntikkan protein langsung ke sel inang dan menghindari lisosom. Effector protein ini dapat memengaruhi sitoskeleton aktin dan menyebabkan endocytosis.
- **Translocated actin-recruiting phosphoprotein (TARP):** Protein ini mengaktifkan Rac dan Cdc42 GTPases yang mengendalikan polimerisasi aktin. Setelah EB menempel pada sel inang, TarP disuntikkan ke dalam sel inang. Translokasi ini dilakukan melalui sistem sekretori klamidia tipe 3. TarP memiliki tiga situs pengikatan untuk vinculin. Selain itu, TarP dilaporkan berinteraksi dengan fokal adhesi kinase (FAK) dan dengan demikian mampu mengubah sinyal adhesi sel. Dengan cara ini, *Chlamydia* menggunakan matriks ekstraseluler dan sambungan sel-ke-sel untuk kepentingannya dalam mendorong masuknya ke dalam sel inang.
- **Inclusion membrane proteins (Incs):** Protein ini merupakan komponen struktural membran dan dapat mengganggu jalur sel inang.
- **Dinding sel:** Dinding sel *Chlamydia spp.* mengandung LPS dan jaringan adhesin protein kaya sistein.
- **Major outer membrane protein (MOMP):** Protein ini berfungsi sebagai adhesin dan porin  $\beta$ -barrel.

### Pemeriksaan Diagnostik *Chlamydia spp*

Pemeriksaan Diagnostik *Chlamydia spp* diantaranya menurut Gautam dan Krawiec (2025) adalah:

- **Serologi:** Deteksi antibodi IgM dan IgG menggunakan ELISA atau mikroiimunofluoresensi (MIF) menggunakan spesimen darah.

- **PCR (Polymerase Chain Reaction):** Untuk teknologi PCR saat ini hanya digunakan untuk *C. trachomatis* dan *C. psittaci* karena belum ada PCR terstandar untuk diagnosis *C. pneumoniae*. Spesimen PCR menggunakan nasopharyngeal swab, sputum, atau bronchoalveolar lavage
- **Kultur Sel:** *Chlamydia* spp tidak dapat dikultur pada media artifisial sehingga harus dilakukan di kultur sel. Tetapi kultur sel jarang digunakan dalam praktik klinis karena kesulitan dalam membiakkan bakteri intraseluler ini.

### Pilihan Terapi *Chlamydia* spp

Gautam dan Krawiec (2025) menjelaskan bahwa pilihan terapi antibiotik lini pertama dibedakan berdasarkan spesies :

*C. pneumoniae* : azithromycin ; alternatif : Tetracycline, clarithromycin, doxycycline, fluoroquinolones

*C. psittaci* : doxycycline/tetracycline ; alternatif : macrolide

### 3. Karakteristik umum *Legionella pneumophila* spp

*Legionella pneumophila* adalah bakteri gram-negatif yang merupakan penyebab utama legionellosis, termasuk penyakit *Legionnaires* dan *Pontiac fever*. Bakteri ini memiliki flagela untuk motilitas dan tidak membentuk spora. Bakteri ini dapat bertahan dan berkembang biak dalam makrofag dan amuba. Bakteri aerob obligat dengan kebutuhan nutrisi khusus, memerlukan L-cysteine dan ion besi untuk pertumbuhan optimal (Tille, 2017).

Bakteri ini ditemukan secara alami di lingkungan air tawar, seperti danau dan sungai. Bakteri ini dapat menjadi penyebab masalah kesehatan ketika tumbuh dan menyebar di sistem air buatan manusia seperti kamar mandi dan keran, unit AC untuk bangunan besar, bak mandi air panas yang tidak dikeringkan setelah digunakan, tangki air panas dan pemanas (t= 5,7-63 C). Infeksi terjadi melalui inhalasi aerosol yang mengandung bakteri (Tille, 2017).

### Faktor Virulensi *Legionella pneumophila*

Faktor virulensi *Legionella pneumophila* diantaranya adalah:

- **Sistem Sekresi Tipe IV (Dot/Icm):** Memungkinkan bakteri untuk menghindari degradasi dalam fagolisosom dan berkembang di dalam fagosom makrofag.
- **Lipopolisakarida (LPS):** Berperan dalam perlindungan terhadap respons imun inang.
- **Protein Efektor:** Mengubah fungsi sel inang, memungkinkan replikasi bakteri di dalam vakuola *Legionella*-containing vacuole (LCV).
- **Enzim Proteolitik dan Sitotoksin:** Berkontribusi pada kerusakan jaringan dan inflamasi.

### Pemeriksaan Diagnostik *Legionella pneumophila*

Menurut Brady et al.(2025), pemeriksaan diagnostik *Legionella pneumophila* diantaranya adalah:

- **Pemeriksaan Antigen Urin:** Tes antigen urin melalui imunokromatografi adalah tes diagnostik cepat dan tersedia secara luas dengan sensitivitas > 85% dan spesifisitas > 99% untuk *Legionella pneumophila*. Namun, uji yang tersedia hanya menguji serogrup L pneumophila 1 (Brady et al.(2025)).

- **Kultur pada Media BCYE (*Buffered Charcoal Yeast Extract*):** Kultur sputum dianggap sebagai standar emas untuk diagnosis legionellosis. Kultur sputum memungkinkan identifikasi spesifik spesies, serogrup, dan kerentanan antibiotik. Namun, mendapatkan sputum mungkin sulit dilakukan, dan hasilnya baru terlihat dalam beberapa hari. Sensitivitas kultur sputum berkurang secara signifikan pada pasien yang sudah menjalani terapi antimikroba.
- **PCR (*Polymerase Chain Reaction*):** Metode sensitif untuk deteksi DNA *Legionella pneumophila*. PCR untuk DNA legionella dapat dilakukan pada berbagai spesimen, seperti dahak, darah, urin, atau jaringan. PCR dapat memberikan hasil diagnostik dalam waktu beberapa jam dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi. Namun, PCR tidak tersedia secara luas, memerlukan peralatan dan keahlian khusus, dan tidak dapat memberikan gambaran sensitivitas antibiotik atau tipe epidemiologi.
- **Serologi:** Deteksi antibodi terhadap *Legionella pneumophila* menggunakan metode ELISA atau imunofluoresensi.

#### **Pilihan Terapi *Legionella pneumophila***

Pilihan terapi *Legionella pneumophila* menurut Brady et al. (2025) diantaranya adalah:

- Makrolida (misalnya, Azitromisin, Klaritromisin): Pilihan utama untuk kasus ringan hingga sedang.
- Fluorokuinolon (misalnya, Levofloksasin, Moksifloksasin): Efektif untuk infeksi berat, terutama pada pasien imunokompromais.
- Tetrasiklin (misalnya, Doksisiklin): Alternatif untuk pasien yang tidak dapat menerima makrolida atau fluorokuinolon.

#### **KESIMPULAN**

Pneumonia atipikal merupakan entitas klinis yang penting dengan etiologi utama *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia spp.*, dan *Legionella pneumophila*. Karakteristik unik patogen ini memerlukan pendekatan diagnostik dan terapeutik yang berbeda dibandingkan pneumonia tipikal. Penggunaan metode molekuler dan serologi sangat membantu dalam diagnosis, sementara terapi antibiotik yang tepat dapat meningkatkan luaran klinis. Pemahaman yang baik mengenai patogenesis dan faktor virulensi juga penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian resistensi antimikroba.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Brady, M.F., Awosika, A.O., Nguyen, A.D., Sundaresan, V., (2025). Legionnaires Disease. *in: StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Gao, L. and Sun, Y. (2024). Laboratory diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* infection in children: A review', *Ann. Med.*, 56(1). doi: 10.1080/07853890.2024.2386636.
- Gautam, J. and Krawiec, C. (2025) Chlamydia pneumonia. *In: StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Jiang, Z., Li, S., Zhu, C., Zhou, R. and Leung, P.H.M. (2021) *Mycoplasma pneumoniae*

- infections: Pathogenesis and vaccine development. *Pathogens*, 10(2), p.119. doi: 10.3390/pathogens10020119
- Kementerian Kesehatan RI. (2021). Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Pneumonia,” *Kementerian. Kesehatan. RI*, pp. 1–85.
- Meyer Sauter, P.M., et al. (2014). Antibody responses to *Mycoplasma pneumoniae*: Role in pathogenesis and diagnosis of encephalitis?. *PLoS Pathogens*, 10(6), p. e1003983. doi: 10.1371/journal.ppat.1003983.
- Meyer Sauter, P.M., Unger, W.W.J., van Rossum, A.M.C. and Berger, C. (2018) ‘The art and science of diagnosing *Mycoplasma pneumoniae* infection’, *Pediatric Infectious Disease Journal*, 37(11), pp. 1192–1195. doi: 10.1097/INF.0000000000002171.
- Tille, P.M., (2017). *Bailey & Scott’s Diagnostic microbiology*, xj 14th ed. St Louis: Elsevier.
- Waites, K.B., Xiao, L., Liu, Y., Balish, M.F. and Atkinson, T.P. (2017). *Mycoplasma pneumoniae* from the respiratory tract and beyond. *Clinical Microbiology Reviews*, 30(3), pp. 747–809. doi: 10.1128/CMR.00114-16.
- Xaplanteri, P., Rodis, N. and Potsios, C. (2023) Virulence factors of *Chlamydia* spp. involving human infections. In *Chlamydia – Secret Enemy From Past to Present*. London: IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.109742.