

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pneumonia**

##### **2.1.1 Pengertian Pneumonia**

Pneumonia merupakan penyakit peradangan paru dan sistem pernafasan dimana alveoli membengkak dan terjadi penimbunan cairan. Pneumonia dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, meliputi infeksi bakteri, virus, jamur, atau parasit. Pneumonia juga dapat diakibatkan oleh bahan kimia atau kerusakan fisik dari paru-paru, atau secara tak langsung dari penyakit lain seperti kanker paru atau penyalahgunaan alkohol.<sup>1,12</sup> Gejala khas pneumonia dapat berupa batuk berdahak kemerahan serta leukositosis, nyeri pleural, demam menggigil, sesak nafas atau gabungan dari beberapa gejala tersebut. Serangan pada pneumonia biasanya tidak mendadak, khususnya pada orang tua dan hasil dari foto thoraks dapat memberikan gambaran awal dari pneumonia.<sup>2,12</sup>

##### **2.1.2 Penyebab Pneumonia**

Sebagian besar *pneumonia* disebabkan oleh infeksi, akan tetapi dapat juga disebabkan oleh bahan-bahan lain, sehingga dikenal:

1. *Pneumonia* terkait Lipid : oleh karena aspirasi minyak mineral.

2. *Pneumonia* terkait Kimiawi (*chemical Pneumonitis*) : Inhalasi bahan-bahan organik atau uap kimia seperti Berillium.
3. *Extrinsic allergic alveolitis* : inhalasi bahan-bahan debu yang mengandung allergen, seperti spora aktinomisetis termofilik.
4. *Pneumonia* terkait obat : Nitrofurantoin, Busulfan, Metotreksat.
5. *Pneumonia* terkait radiasi.
6. *Pneumonia* dengan penyebab tidak jelas : *Desquamative interstitial pneumonia*, *Eosinophilic pneumonia*.

### **2.1.3 Klasifikasi *Pneumonia***

#### **2.1.3.1 Klasifikasi *Pneumonia* Berdasarkan Tingkat Keparahannya**

Penyakit *pneumonia* dibagi dalam tiga kelompok yaitu, sebagai berikut :

1. *Pneumonia* sangat berat : *Pneumonia* sangat berat ditandai dengan kesulitan bernafas dengan stridor (mengorok), kejang, adanya nafas cepat dan penarikan dinding dada ke dalam, pada anak-anak akan disertai mengi (mengeluarkan bunyi saat menarik nafas), dan sulit menelan makanan/minuman. *Pneumonia* sangat berat harus segera dirujuk baik ke puskesmas atau rumah sakit.
2. *Pneumonia* berat : *Pneumonia* berat ditandai dengan nafas cepat tanpa penarikan dinding dada ke dalam, pada anak akan mengalami mengi.
3. *Pneumonia* : *Pneumonia* ditandai dengan nafas cepat tanpa penarikan dinding dada ke dalam.

### 2.1.3.2 Klasifikasi *Pneumonia* Berdasarkan Etiologinya

**Tabel 2. Klasifikasi *Pneumonia* Berdasarkan Etiologinya**

Grup	Penyebab	Tipe <i>Pneumonia</i>
<i>Bakteri</i>	<i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Streptococcus piogenes</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiela pneumoniae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Yersinia pestis</i> <i>Legionnaires bacillus</i>	<i>Pneumoni bakterial</i>      <i>Legionnaires disease</i>
<i>Aktinomisetes</i>	<i>Aktinomesites Isreali</i> <i>Nokardia asteroides</i>	<i>Aktinomisetes pulmonal</i> <i>Nokardia pulmonal</i>
<i>Fungi</i>	<i>Kokidioides immitis</i> <i>Histoplasma kapsulatum</i> <i>Blastomises dermatitidis</i> <i>Aspergillus</i> <i>Fikomisetes</i>	<i>Kokidioidomikosis</i> <i>Histoplasmosis</i> <i>Blastomikosis</i> <i>Aspergilosis</i> <i>Mukormikosis</i>
<i>Riketsia</i>	<i>Koksiela burneti</i>	<i>Q fever</i>
<i>Klamidia</i>	<i>Chlamydia trachomatis</i>	<i>Chlamydial pneumonia</i>
<i>Mikoplasma</i>	<i>Mikoplasma pneumoniae</i>	<i>Pneumonia mikoplasmal</i>
<i>Virus</i>	<i>Influenza virus, adeno</i> <i>Virus respiratory</i> <i>Synctial</i>	<i>Pneumonia virus</i>
<i>Protozoa</i>	<i>Pneumositis karini</i>	<i>Pneumonia pneumosistis</i> <i>(pneumonia plasma sel)</i>

(Alsagaff, 2005)

## 21.4 Tanda dan Gejala Klinis *Pneumonia*

Secara umum penyakit pneumonia ditandai dengan adanya serangan secara mendadak dengan demam menggigil, nyeri *pleural*, *dyspnea*, *tachypnea*, *eosinophilia*, *cyanosis*, peningkatan Immunoglobulin M (IgM) dan Immoglobulin G (IgG), batuk produktif dengan dahak kemerahan disertai *leukositosis*. Sebagian dari penderita didahului dengan peradangan saluran nafas bagian atas, kemudian timbul peradangan saluran nafas bagian bawah. Serangan mendadak biasanya dengan perasaan menggigil disusul dengan peningkatan suhu ( $37,7-41,1^{\circ}\text{C}$ ), yang tertinggi pada pagi dan sore hari, batuk-batuk terdapat pada 75% dari penderita, batuk dengan berwarna merah dan kadang-kadang berwarna hijau dan purulen, nyeri dada waktu menarik nafas dalam (*pleuritic pain*), mialgia terutama daerah lengan dan tungkai.<sup>1,4,12</sup>

Adapun beberapa faktor yang dapat memengaruhi penyakit *pneumonia*, antara lain adalah :

### 1. Faktor Agent

Jenis dan spesies kuman yang sering menyebabkan pneumonia di negara berkembang seperti Indonesia adalah *Streptococcus pneumonia* atau *Haemophilus influenza*. Menurut Direktorat Jendral Pencegahan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman (Dirjen P2M dan PLP) tahun 1992, sebelumnya jenis bakteri yang sering dilaporkan sebagai infeksi saluran pernafasan terbatas pada *Streptococcus pneumonia*, *Haemophilus influenza*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*, *Mycoplasma pneumonia*. Tetapi 15

tahun belakangan ini telah terjadi perubahan besar pada agent penyebab antara lain *Moraxella*, *Legionella pneumophillia*, dan *Chlamydia pneumonia*.

## 2. Faktor Host

Adapun faktor host yang dapat mempengaruhi pada penyakit *pneumonia* adalah dilihat dari umur pasien yang masih berusia kurang dari 5 tahun, atau dari umur terlampau tua lebih dari 50 tahun. Jenis kelamin menurut dari Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) prevalensi kejadian batuk dan nafas cepat lebih sering terjadi pada pria dibandingkan dengan wanita. Riwayat kecukupan gizi, kecukupan pemberian ASI pada bayi, dan kejadian berat badan lahir rendah sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan prognosis penyakit *pneumonia*.

## 3. Faktor Environment

### a. Status Ekonomi

Status ekonomi yang sejahtera memiliki risiko 0,051 dan 0,136 lebih kecil untuk terkena *pneumonia* dibandingkan dengan keluarga dengan tingkat ekonomi yang rendah.

### b. Kepadatan Rumah

Kepadatan rumah disini maksudnya adalah tempat tinggal yang terlampau padat, baik di dalam rumah maupun kepadatan disekitar

rumah. Risiko *pneumonia* akan meningkat seiring dengan padatnya faktor ini.

c. Musim

Curah hujan yang tinggi menjadi penyebab tingginya angka penyakit infeksi saluran pernafasan, selain itu Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi.

### 2.1.5 Cara Penularan Pneumonia

Pada umumnya, penularan *pneumonia* adalah melalui percikan ludah (batuk oleh penderita lain dan tidak ditutup), kontak langsung melalui mulut atau melalui kontak secara tidak langsung melalui kontaminasi pada alat makan. Penyebaran infeksi pneumonia ada dua, yaitu :

- a. Melalui *aerosol* (mikroorganisme yang melayang-layang di udara) yang keluar pada saat batuk maupun bersin.
- b. Melalui kontak langsung dari benda yang telah tercemar mikroorganisme penyebab (*hand to hand transmission*).

Dari beberapa penelitian klinik, laboratorium dan penelitian lapangan, diperoleh kesimpulan bahwa sebenarnya kontak *hand to hand transmission* merupakan penyebab tersering dibandingkan penularan secara *aerosol*.

## 2.2 Ventilator Associated Pneumonia (VAP)

VAP adalah infeksi nosokomial pneumonia yang terjadi setelah 48 jam pada pasien dengan bantuan mekanik baik melalui jalur endotrakea maupun secara trakeostomi, salah satu keadaan terdapat gambaran infiltrat baru dan menetap pada foto toraks disertai tanda yaitu, hasil biakan darah atau pleura sama dengan mikroorganisme pada sputum maupun mikroorganisme pada aspirasi trakea, kavitas pada foto toraks, dan adanya gejala seperti demam, leukositosis dan sekret purulen.<sup>23</sup>

### 2.2.1 Etiologi

Bakteri yang menyebabkan VAP terbagi berdasarkan onset atau lamanya pola kuman. Kelompok pertama dengan onset dini adalah *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Staphylococcus aureus*, dan kuman aerobik gram negative dan *Methicilin sensitive staphylococcus aureus* (MSSA). Kelompok berikutnya dengan onset lambat adalah *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, jamur dan *E. Coli*. Kelompok penyebab VAP lainnya adalah bakteri anaerob, *Legionella pneumophilla*, *Influenza A,B* dan *Methicillin resistan staphylococcus aureus* (MRSA).<sup>3,6,7,8</sup>

**Tabel 3.** Etiologi VAP dengan bronkoskopi pada 24 penelitian (dengan total 2490 patogen)

Patogen	Frekuensi (%)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24,4
<i>Acinetobacter spp</i>	7,9
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1,7
Enterobacteriaceae	14,1
<i>Haemophilus spp</i>	9,8
<i>Staphylococcus aureus</i>	20,4
<i>Streptococcus spp</i>	8,0
<i>Streptococcus pneumonia</i>	4,1
Coagulase-negative staphylococci	1,4
<i>Neisseria spp</i>	2,6
Anaerob	0,9
Jamur	0,9
Lain-lain	3,8



### 2.2.2 Faktor risiko

Meskipun setiap pasien dengan bantuan nafas endotrakea lebih dari 48 jam berisiko terkena VAP, pasien dengan kondisi tertentu juga dapat mengalami risiko lebih tinggi untuk mengalami VAP. Faktor risiko untuk VAP dapat dibagi menjadi 3 kategori :

1. Terkait penjamu
2. Terkait perangkat
3. Terkait pengguna perangkat

Risiko terkait penjamu termasuk kondisi yang sudah ada sebelumnya seperti *immunocompromise*, penyakit paru-paru obstruktif kronis, dan sindrom gangguan pernafasan akut. Faktor lainnya termasuk kondisi tubuh pasien, tingkat kesadaran, jumlah intubasi, dan obat-obatan, termasuk obat anestesi dan antibiotik. Dalam suatu studi, kontaminasi bakteri sekresi endotrakea lebih tinggi pada pasien dengan pada posisi terlentang dibandingkan pada pasien dengan posisi setengah berbaring. Hilangnya kesadaran yang mengakibatkan hilangnya reflek batuk dan muntah berkontribusi terhadap risiko aspirasi yang dimana dapat meningkatkan risiko VAP. Reintubasi dan aspirasi selanjutnya dapat meningkatkan kemungkinan VAP sebesar 6 kali lipat. Perangkat yang berhubungan dengan risiko VAP antara lain adalah selang endotrakea, sirkuit ventilator dan adanya nasogastrik atau orogastrik tube. Sekresi pompa sebuah tabung endotrakea dan tekanan rendah dapat menyebabkan mikroaspirasi dan/atau kebocoran yang dapat menyebabkan bakteri masuk kedalam trakea. Tabung

nasogastrik dan orogastrik mengganggu sphincter gastroesophageal, dan menyebabkan refluks dan peningkatan risiko kejadian VAP. Selain beberapa faktor risiko tersebut, pembagian risiko VAP juga dapat berdasarkan onsetnya.  
3,6,9,10

VAP onset dini yang terjadi pada 4 hari pertama perawatan di ICU pada umumnya memiliki prognosis lebih baik karena disebabkan oleh kuman yang masih sensitif terhadap antibiotika. VAP dengan onset lambat yang terjadi setelah 5 hari atau lebih perawatan memiliki prognosis yang lebih buruk karena disebabkan oleh kuman yang *multidrug resisten* (MDR).<sup>23</sup> Berdasarkan derajat penyakit, faktor risiko dan onsetnya amaka klasifikasi untuk mengetahui kuman penyebab VAP, sebagai berikut :

1. Penderita dengan faktor risiko biasa, derajat ringan-sedang dan onset kapan saja selama perawatan atau derajat berat dengan onset dini
2. Penderita dengan faktor risiko spesifik dan derajat ringan-sedang yang terjadi kapan saja selama perawatan.
3. Penderita derajat berat dan onset dini dengan daktor risiko spesifik atau onset lambat.

### **2.2.3 Diagnosis**

Diagnosis VAP ditentukan berdasarkan beberapa komponen penanda infeksi sistemik seperti demam, takikardi dan leukositosis disertai gambaran infiltrat baru ataupun buruknya hasil pemeriksaan foto toraks dan penemuan bakteri penyebab infeksi paru. Dinyatakan oleh Torres bahwa diagnosis VAP

meliputi tanda-tanda infiltrat baru maupun leukopeni dan sekret purulen. Gambaran foto torak disertai dua dari tiga criteria gejala tersebut memberikan sensitivitas 69% dan spesifitas 75%.<sup>14</sup> Hal ini terangkum dalam *Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS)*, dimana nilai  $\geq 6$  dinyatakan positif.<sup>23</sup>

**Tabel 4. *Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS)***

Kriteria	Skor
Demam (°C)	
$\geq 38.5$ tapi $\leq 38.9$	1
$> 39$ atau $< 36$	2
Leukositosis	
$< 4000$ atau $> 11,000/\mu L$	1
Neutrophil batang $>50\%$	1
Oksigenasi (mmHg)	
$Pa_{o_2}/F_{I_{o_2}} < 250$ dan tanpa ARDS	2
Radiologi Thoraks	
Infiltrat lokal	2
Bercak infiltrat atau menyebar	1
Infiltrat banyak (tanpa ARDS atau CHF)	2
Aspirasi Trakeal	
Pertumbuhan sedang atau berat	1
Morfologi sama pada bakteri gram	1
Skor maksimal	12

(Harrison's, *Principles of Internal Medicine* 2012)

#### 2.2.4 Patogenesis

Patogenesis VAP sangat kompleks, insidensi VAP tergantung dari lamanya paparan lingkungan petugas kesehatan, dan faktor risiko lainnya. Faktor risiko ini meningkatkan kemungkinan terjadinya VAP seiring dengan pertumbuhan mikroorganisme patogen di traktus orodigestif dan meningkatkan terjadinya aspirasi sekret yang terkontaminasi ke dalam saluran nafas bagian bawah. Kuman dalam aspirat tersebut akan menghasilkan biofil di dalam saluran nafas bawah dan di parenkim paru. Biofilm tersebut akan memudahkan kuman untuk menginvasi parenkim paru lebih lanjut sampai kemudian terjadi reaksi peradangan di parenkim paru. Lambung dapat merupakan reservoir untuk pertumbuhan dan aspirasi mikroorganisme. Pemakaian antibiotika, posisi tidur pasien yang terlentang, pemberian nutrisi enteral dan derajat keparahan merupakan faktor yang dapat berpengaruh.<sup>11,12,15,16</sup>

Seperti telah kita ketahui bersama, saluran pernafasan normal memiliki berbagai mekanisme pertahanan terhadap infeksi, reflek batuk, gerak silia trakea, sekresi musin oleh sel goblet, imunitas humoral dan sistem fagositosis. Sebagian besar VAP disebabkan oleh aspirasi kuman patogen yang tumbuh di orofaring, dan akibat intubasi akan mempermudah masuknya kuman dan menyebabkan kontaminasi di ujung pipa endotrakea pada penderita dengan posisi terlentang. Kuman gram negative dan *Staphylococcus aureus* merupakan koloni yang sering ditemukan di saluran pernafasan atas saat perawatan lebih dari 5 hari. VAP juga dapat terjadi akibat makro aspirasi lambung. Bronkoskopi serat optik, penghisapan lendir sampai trakea maupun ventilasi manual dapat menyebabkan

kuman patogen masuk ke dalam saluran pernafasan bagian bawah, dengan demikian kuman yang masuk ke saluran nafas bagian bawah akan mengalami kolonisasi dan berkembang sehingga menyebabkan hambatan di paru-paru. Paru-paru yang berusaha bekerja menyalurkan oksigen menjadi terhambat.<sup>16,17</sup>

### **2.2.5 Terapi**

Sebagai masalah yang sedang berkembang dalam perawatan pasien, infeksi yang didapat di rumah sakit memerlukan perhatian khusus pada pasien ICU karena secara signifikan berhubungan dengan hasil buruk biaya yang lebih tinggi. Pneumonia menjadi penyakit yang umum dikalangan pasien ICU, kejadian berkisar antara 9,3 VAP dan 13,6 kasus per 1000 hari ventilasi. Awal terapi antimikroba yang tepat dan memadai merupakan faktor penentu yang penting dari hasil klinis.<sup>21</sup>

Sediaan yang direkomendasikan termasuk monoterapi dengan acylaminopenicillines + beta-laktamase inhibitor, chepalosporins generasi ketiga, kuinolon, carbapenemes dan sediaan kombinasi.<sup>21</sup>

## **2.3 Ventilator Mekanik**

Ventilator mekanik merupakan mesin yang bermanfaat dalam dunia kedokteran karena dapat mengambil alih kerja dari otot-otot untuk pernafasan. Ventilator mekanik dirancang untuk mengubah, mengirim dan mengarahkan energi dalam bentuk listrik atau gas yang dikompresi dan kemudian akan di

transmisikan. Ventilator mekanik dapat menjadi terapi suportif, tetapi tidak dapat mengobati penyakit pokok yang diderita oleh oleh pasien.<sup>20</sup>

Ventilator mekanik harus memiliki tujuan fisiologis, yaitu :

1. Dapat menormalkan gas dalam peredaran darah arteri dan keseimbangan asam dan basa dengan menyediakan ventilasi yang adekuat dan oksigenasi dengan penggunaan volume dan tekanan positif.
2. Mengurangi beratnya kerja perpasan pasien dengan membongkar otot pernafasan secara sinkron.

Fungsi ventilator secara umum adalah :

1. Mengatur waktu dari inspirasi ke ekspirasi.
2. Mempertahankan paru mengembang saat inspirasi.
3. Mencegah paru untuk menuncup saat ekspirasi.
4. Mengatur waktu dari ekspirasi ke inspirasi.

### **2.3.1 Indikasi**

Henti jantung (*cardiac arrest*), henti nafas (*respiratoy arrest*), hipoksemia yang tidak teratasi dengan pemberian oksigen non invasivf dapat menjadi indikasi pemberian bantuan ventilator mekanik. Selain itu juga seperti kondisi saat tindakan pembedahan dengan anestesi umum dan penurunan GCS < 8.

Masalah utama seperti hipoksemia, seperti pada pasien penyakit jantung kongestif atau *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS), memerlukan perhatian yang lebih pada parameter ventilator yang meningkatkan oksigenasi. Tetapi pada pasien *hypercapnic respiratory failure*, seperti penyakit paru obstruksi kronis eksaserbasi akut, overdosis obat, atau penyakit neuromuscular, pada umumnya memerlukan perhatian pada pelepasan ventilasi yang adekuat.

### **2.3.2 Mekanisme Kerja**

Mekanisme kerja dari ventilator mekanik adalah berupa suport total atau suport parsial. Pada suport total pola pernafasan pasien digantikan secara total oleh ventilator. Contohnya adalah pada kondisi paralisis otot-otot pernafasan ataupun sedasi. Pada suport parsial, pasien hanya dibantu bernafas dengan mengirimkan aliran inspirasi yang telah diatur dalam responnya pada usaha inspirasi pasien, dan pasien dapat mengatur kurs respirasi, durasi inspirasi dan ekspirasi serta rasio waktu inspirasi sampai total durasi siklus pernafasan.

Terdapat beberapa fase dalam 1 siklus pernafasan secara spontan maupun yang diperintah, yaitu fase pemicuan nafas, fase penyokong, fase siklus dan fase basis atau ekspirasi. Variabel yang mengatur pemicuan nafas adalah (1) *Machine timer (time trigger)*, digunakan selama suport total dimana nafas dimulai saat pengaturan waktu untuk satu siklus respirasi (waktu inspirasi dan ekspirasi) yang lengkap telah dilakukan, (2) *Patient trigger*, digunakan selama suport parsial

dimana tekanan dan aliran diatur oleh ventilator dan digunakan sebagai variabel untuk menginisiasi pernafasan.

Saat nafas telah terpicu, katup inspirasi pada ventilator terbuka, dan udara mengalir. Penghantaran aliran diatur oleh suatu batas yang ditetapkan klinisi untuk ventilator selama inspirasi. Pada umumnya terdapat batas yang digunakan: (1) *flow target*, yaitu laju aliran dan pola diatur oleh klinisi sehingga dapat bervariasi dan (2) *pressure target* yaitu batas inspirasi yang diatur oleh klinisi; aliran dan volume bervariasi. Fase penyokong (*Limit phase*), dimana inspirasi akan diteruskan diikuti oleh fase siklus (*cycling phase*), pada waktu mesin menghentikan nafas dengan empat criteria *cycle-off* yang sering digunakan :

1. Volume, nafas diberhentikan saat volume target sudah terpenuhi.
2. Waktu (*time*) , nafas dihentikan saat waktu inspirasi yang telah ditentukan sudah terpenuhi.
3. Aliran (*flow*), aliran gas inspirasi dari ventilator akan berhenti apabila aliran yang ditetapkan tercapai.
4. Tekanan (*pressure*), aliran gas inspirasi dari ventilator akan berhenti apabila tekanan yang ditetapkan sudah tercapai.

Empat mekanisme *cycle-off* ini juga digunakan untuk mengelompokkan ventilator mekanik menjadi *volume-cycled, time-cycled, flow-cycled, dan pressure-cycled*.

Inspirasi diakhiri fase siklus (*cycling phase*) dan diikuti oleh fase basis (*baseline phase*) yaitu variabel selama ekspirasi, yang biasanya pasif dan tergantung pada tekanan *recoil* (kompliens) dan resistensi jalan nafas. Hasil dari kompliens dan resistensi jalan nafas disebut konstanta waktu atau *time constant*



(TC). Pasien dengan TC yang panjang pada penyakit paru obstruktif kronik dan asma akan membutuhkan waktu ekspirasi yang lebih panjang untuk mengosongkan paru-paru. Pasien dengan TC yang pendek pada fibrosis paru atau pada penyakit distress pernapasan akut dapat mengosongkan paru dengan cepat.