

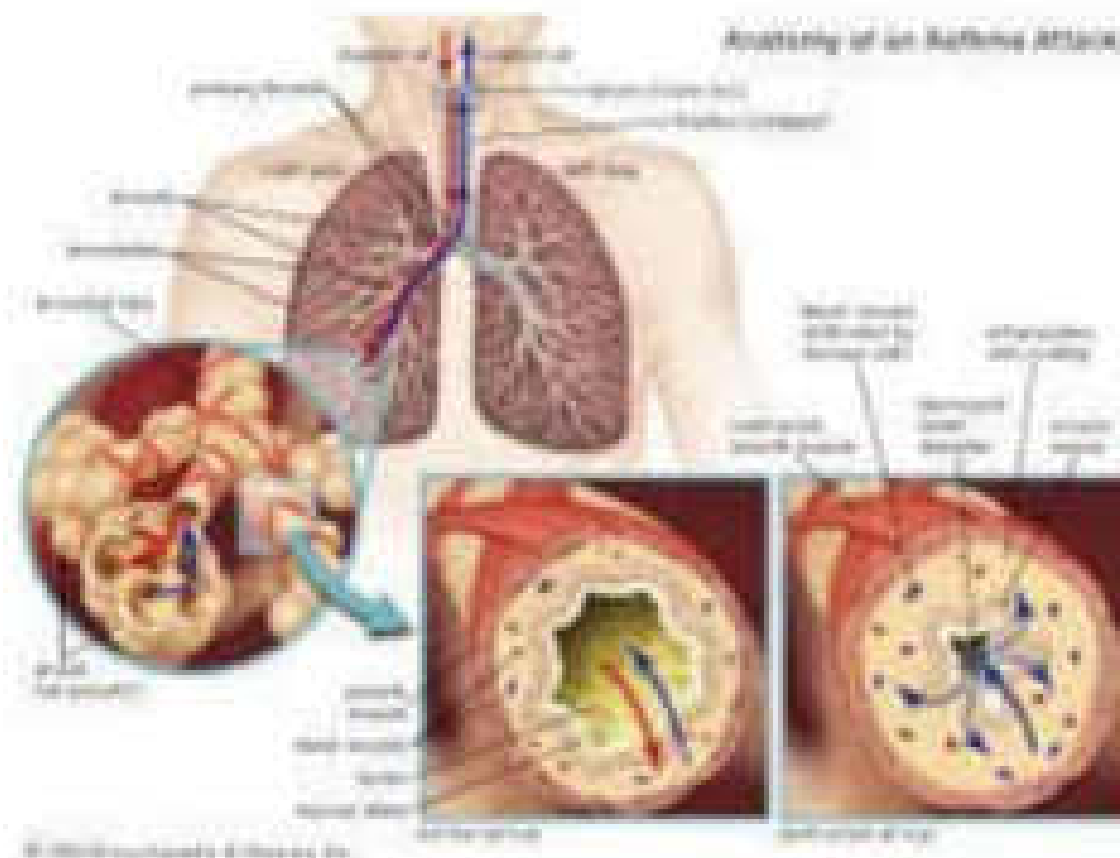
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep dasar Asma

1. Definisi asma

Asma bronkhial adalah penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat hampir pada dunia, diderita asma penyakit kronik saluran nafas yang ditandai dengan penyempitan saluran nafas yang bersifat reversibel, baik secara spontan maupun dengan pengobatan. Penyempitan saluran nafas pada asma bronkhial disebabkan oleh peradangan kronis yang melibatkan interaksi kompleks sel-sel inflamasi, mediator, sel, dan jaringan. Peradangan ini menyebabkan produksi lendir yang berlebihan, kontraksi otot polos saluran nafas, dan



perubahan struktur saluran nafas (Rumbayan, 2020).

Gambar 1 Asma Bronkhial, Sumber: google.co.id

Mengacu kepada penjelasan tersebut, maka dapat dipahami beberapa hal. Pertama, asma bronkhial adalah penyakit inflamasi kronik saluran nafas yang ditandai dengan penyempitan saluran nafas yang bersifat reversibel, baik secara spontan maupun dengan pengobatan. Kedua, inflamasi kronik adalah kondisi di mana terjadi peradangan pada saluran nafas secara terus-menerus. Peradangan ini disebabkan oleh interaksi kompleks sel-sel inflamasi, mediator, sel, dan jaringan. Sel-sel inflamasi yang terlibat dalam asma bronkhial meliputi sel mast, eosinofil, limfosit, dan makrofag. Mediator inflamasi yang dilepaskan oleh sel-sel inflamasi ini menyebabkan produksi lendir yang berlebihan, kontraksi otot polos saluran nafas, dan perubahan struktur saluran nafas.

Ketiga, penyakit ini ditandai dengan penyempitan saluran nafas yang menyebabkan sesak nafas, mengi, batuk, dan rasa berat di dada. Sesak nafas pada asma bronkhial terjadi karena penyempitan saluran nafas menyebabkan aliran udara ke paru-paru menjadi berkurang. Mengi adalah suara nafas berbunyi yang disebabkan oleh aliran udara yang melewati saluran nafas yang menyempit. Batuk pada asma bronkhial biasanya terjadi pada malam hari atau dini hari. Rasa berat di dada pada asma bronkhial terjadi karena dinding saluran nafas yang meradang dan membengkak.

Keempat, penyakit ini bersifat reversibel, artinya penyempitan saluran nafas pada asma bronkhial dapat berkurang atau hilang dengan pengobatan. Pengobatan asma bronkhial bertujuan untuk mengurangi peradangan dan mencegah penyempitan saluran nafas.

2. Faktor penyebab asma bronkial

Menurut (DUMBI, 2013), penyebab asma bronkial belum diketahui secara pasti, tetapi diduga disebabkan oleh interaksi antara faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik berperan dalam predisposisi seseorang untuk menderita asma, sedangkan faktor lingkungan berperan dalam memicu terjadinya serangan asma.

Menurut (Dedi et al., 2022), asma merupakan penyakit yang terkait dengan alergi. Alergi terjadi ketika sistem kekebalan tubuh bereaksi berlebihan terhadap zat-zat yang sebenarnya tidak berbahaya, seperti alergen. Gen-gen yang mengatur respons alergi berperan penting dalam terjadinya asma. Gen-gen ini berperan dalam produksi dan fungsi sel-sel kekebalan tubuh, seperti sel mast dan eosinofil. Sel-sel ini berperan dalam melepaskan zat-zat yang menyebabkan peradangan dan penyempitan saluran nafas, yang merupakan gejala utama asma.

Sedangkan faktor lingkungan yang dapat memicu terjadinya serangan asma antara lain (Dedi et al., 2022):

a. Alergi

Ketika alergen masuk ke dalam tubuh, sistem kekebalan tubuh akan memproduksi antibodi IgE. Antibodi IgE ini akan berikatan dengan sel mast di saluran pernafasan. Sel mast kemudian akan melepaskan zat-zat kimia, seperti histamin, yang menyebabkan peradangan dan penyempitan saluran pernafasan. Peradangan dan penyempitan saluran pernafasan ini akan menyebabkan gejala-gejala asma bronkial, seperti sesak nafas, batuk, dan mengi.

Paparan alergen sejak usia dini dapat meningkatkan kerentanan terhadap asma. Hal ini karena paparan alergen dapat menyebabkan perubahan pada sistem

kekebalan tubuh. Perubahan ini membuat sistem kekebalan tubuh menjadi lebih reaktif terhadap alergen dan lebih mudah memicu reaksi alergi.

b. Infeksi saluran pernafasan

Infeksi saluran pernafasan, seperti bronkitis atau pneumonia, dapat menyebabkan peradangan pada saluran pernafasan. Peradangan ini dapat merusak jaringan saluran pernafasan dan menyebabkan hiperaktivitas bronkus. Hiperaktivitas bronkus adalah kondisi di mana otot-otot di saluran pernafasan menjadi lebih sensitif dan mudah menyempit. Hal ini dapat menyebabkan gejala asma, seperti sesak nafas, mengi, dan batuk.

Infeksi saluran pernafasan dapat menyebabkan perubahan pada sistem kekebalan tubuh. Perubahan ini dapat menyebabkan respons imun yang berlebihan terhadap pemicu asma, seperti alergen atau polusi udara. Hal ini dapat memperburuk gejala asma. Respons imun yang berlebihan terhadap pemicu asma dapat menyebabkan pelepasan zat-zat kimia yang dapat mengiritasi saluran pernafasan dan menyebabkan penyempitan. Hal ini dapat memperburuk gejala asma, seperti sesak nafas, mengi, dan batuk.

c. Iritasi Saluran Pernafasan

Iritasi saluran pernafasan dapat menyebabkan peradangan kronik pada saluran pernafasan. Peradangan ini ditandai dengan peningkatan produksi lendir, pembengkakan pembuluh darah, dan peningkatan aktivitas sel-sel imun. Peradangan kronik ini dapat menyebabkan penyempitan saluran pernafasan dan meningkatkan kepekaan saluran pernafasan terhadap berbagai rangsangan, termasuk alergen. Iritasi saluran pernafasan dapat meningkatkan kepekaan saluran

pernafasan terhadap alergen. Alergen adalah zat yang dapat menyebabkan reaksi alergi. Pada penderita asma, alergen dapat menyebabkan penyempitan saluran pernafasan dan gejala asma lainnya.

d. Olahraga

Olahraga dapat menyebabkan perubahan suhu udara di dalam paru-paru. Perubahan suhu udara ini dapat menyebabkan pelebaran pembuluh darah di paru-paru, sehingga dapat meningkatkan aliran darah ke paru-paru. Peningkatan aliran darah ke paru-paru ini dapat menyebabkan pelepasan zat kimia yang dapat menyebabkan peradangan dan penyempitan saluran pernafasan. Olahraga yang paling sering menyebabkan asma bronkial adalah olahraga yang melibatkan aktivitas fisik berat dan intensitas tinggi, seperti lari, bersepeda, dan berenang. Olahraga yang melibatkan aktivitas fisik ringan dan intensitas rendah, seperti jalan kaki, yoga, dan tai chi, biasanya tidak menyebabkan asma bronkial. Penderita asma bronkial yang ingin berolahraga harus melakukan pemanasan dan pendinginan sebelum dan sesudah berolahraga. Penderita juga harus menggunakan obat bronkodilator, yaitu obat yang dapat melebarkan saluran pernafasan, sebelum berolahraga.

e. Stres

Stres dapat menyebabkan peningkatan aktivitas sistem saraf simpatik. Sistem saraf simpatik berperan dalam respons tubuh terhadap stres. Salah satu respons tubuh terhadap stres adalah pelepasan mediator inflamasi, seperti histamin dan leukotrien. Histamin dan leukotrien dapat menyebabkan peradangan dan penyempitan saluran nafas. Peradangan ini dapat menyebabkan saluran nafas

menjadi lebih sensitif terhadap alergen dan iritan. Penyempitan saluran nafas dapat menyebabkan sesak nafas, batuk, dan mengi.

Stres dapat mengganggu tidur, sehingga penderitanya mengalami kurang tidur. Kurang tidur dapat memperburuk gejala asma, karena dapat menyebabkan saluran nafas lebih sensitif terhadap alergen dan iritan. Kurang tidur dapat menyebabkan peningkatan produksi sitokin proinflamasi, seperti IL-1 β dan TNF- α . Sitokin proinflamasi ini dapat menyebabkan peradangan dan penyempitan saluran nafas. Selain itu, kurang tidur dapat menyebabkan penurunan aktivitas sel-sel kekebalan tubuh, seperti sel T dan sel B. Sel-sel kekebalan tubuh berperan dalam melawan infeksi dan alergen. Penurunan aktivitas sel-sel kekebalan tubuh dapat menyebabkan peningkatan risiko infeksi saluran nafas, yang dapat memperburuk gejala asma.

3. Patofisiologi asma bronkhial

Patofisiologi asma bronkhial melibatkan proses inflamasi dan hiperreaktivitas saluran nafas. Pada proses inflamasi, terjadi peningkatan jumlah sel-sel inflamasi di saluran nafas, seperti sel mast, eosinofil, dan limfosit. Sel-sel inflamasi ini akan menghasilkan berbagai mediator inflamasi, seperti histamin, leukotrien, dan sitokin. Mediator inflamasi ini akan menyebabkan terjadinya penyempitan saluran nafas, produksi mukus, dan peningkatan kepekaan saluran nafas terhadap berbagai rangsangan.

Pada proses hiperreaktivitas saluran nafas, terjadi peningkatan respons saluran nafas terhadap berbagai rangsangan, seperti alergen, infeksi, iritasi, dan stres. Hal ini menyebabkan saluran nafas menjadi lebih mudah menyempit dan mengalami gejala asma.

4. Gejala asma bronkhial

(Nazaruddin et al., 2022) dalam penelitiannya menerangkan bahwa gejala asma bronkhial dapat berupa:

a. Sesak nafas

Sesak nafas menjadi gejala asma bronkhial karena penyempitan saluran nafas. Penyempitan saluran nafas terjadi akibat peradangan kronis yang terjadi pada saluran pernafasan, terutama pada bronkus. Peradangan ini menyebabkan produksi lendir yang berlebihan, kontraksi otot polos di dinding bronkus, dan penampukan sel-sel radang. Ketiga hal tersebut menyebabkan saluran nafas menjadi lebih sempit dan sulit dilewati oleh udara. Penyempitan saluran nafas ini menyebabkan penderita asma bronkhial mengalami kesulitan bernafas. Gejala sesak nafas dapat dirasakan saat penderita beraktivitas, saat terpapar pemicu asma, atau saat tidur. Sesak nafas dapat disertai dengan gejala lain, seperti mengi, batuk, dan dada terasa sesak.

b. Mengi

Pada penderita asma bronkhial, terjadi peradangan kronis pada saluran pernafasan yang menyebabkan penyempitan saluran pernafasan. Penyempitan ini dapat disebabkan oleh kontraksi otot polos saluran pernafasan, pembengkakan mukosa saluran pernafasan, atau produksi lendir yang berlebihan. Penyempitan saluran pernafasan ini dapat mengganggu aliran udara yang masuk dan keluar dari paru-paru. Hal ini menyebabkan udara yang melewati saluran pernafasan menjadi lebih kencang dan bergelombang, sehingga menimbulkan suara mengi. Suara mengi biasanya terdengar saat penderita asma bronkhial menghembuskan nafas.

Namun, pada beberapa kasus, suara mengi juga dapat terdengar saat penderita menarik nafas.

c. Batuk

Batuk menjadi gejala asma bronkhial karena adanya peradangan dan penyempitan saluran pernafasan. Peradangan dan penyempitan ini menyebabkan produksi lendir berlebih di saluran pernafasan. Lendir ini akan menumpuk dan sulit dikeluarkan, sehingga menyebabkan batuk. Batuk pada asma bronkhial biasanya bersifat kering dan tidak berdahak. Batuk ini sering kali terjadi pada malam hari atau di pagi hari saat bangun tidur. Batuk juga dapat terjadi saat penderita asma terpapar pemicu asma, seperti debu, asap, atau serbuk sari. Batuk pada asma bronkhial dapat menyebabkan komplikasi, seperti infeksi paru-paru. Oleh karena itu, penting untuk segera memeriksakan diri ke dokter jika mengalami batuk yang tidak kunjung sembuh, terutama jika disertai dengan gejala asma lainnya, seperti sesak nafas, mengi, dan dada terasa berat

d. Nyeri dada

Nyeri dada menjadi gejala asma bronkhial karena adanya penyempitan saluran pernafasan akibat peradangan. Penyempitan ini menyebabkan otot-otot di sekitar saluran pernafasan bekerja lebih keras untuk mendorong udara masuk dan keluar. Hal ini dapat menyebabkan rasa nyeri atau tekanan di dada. Nyeri dada akibat asma bronkhial biasanya terasa di bagian tengah atau bawah dada. Nyerinya bisa terasa seperti ditusuk, seperti tertekan benda berat, atau seperti terbakar. Nyeri dada ini biasanya disertai dengan gejala asma lainnya, seperti sesak nafas, mengi, dan batuk. Nyeri dada akibat asma bronkhial biasanya dapat diatasi dengan menggunakan obat-obatan asma, seperti inhaler bronkodilator.

Obat ini bekerja dengan melebarkan saluran pernafasan dan mengurangi peradangan.

e. Rasa berat di dada

Rasa berat di dada menjadi gejala asma bronkial karena adanya penyempitan saluran pernafasan. Penyempitan ini disebabkan oleh peradangan kronis pada saluran pernafasan, yang menyebabkan pembengkakan dan produksi lendir berlebih. Hal ini membuat aliran udara ke paru-paru menjadi terhambat, sehingga penderita asma merasa sesak nafas dan dada terasa berat.

f. Lemas dada

Lemas menjadi gejala asma bronkial karena adanya inflamasi pada saluran nafas yang menyebabkan penyempitan saluran nafas. Penyempitan saluran nafas ini akan membuat penderita asma sulit untuk bernafas, sehingga membutuhkan lebih banyak energi untuk bernafas. Hal ini dapat menyebabkan penderita asma merasa lelah dan lemas. Selain itu, inflamasi pada saluran nafas juga dapat menyebabkan peningkatan produksi lendir. Lendir yang berlebihan ini dapat menyumbat saluran nafas, sehingga membuat penderita asma semakin sulit untuk bernafas. Hal ini juga dapat menyebabkan penderita asma merasa lemas.

B. Terapi Nebulizer

1. Definisi terapi nebulizer

Menurut (Terry & Dhand, 2023), terapi nebulizer adalah terapi pemberian obat dengan cara menghirup larutan obat yang sudah diubah menjadi gas yang berbentuk seperti kabut dengan bantuan alat yang disebut nebulizer. Larutan obat yang digunakan dalam terapi nebulizer biasanya berupa bronkodilator, mukolitik, atau antibiotik. Menurut (Ahmadi et al., 2023), terapi nebulizer adalah terapi

menggunakan alat yang menyemburkan obat atau agen pelembab, seperti bronkodilator atau mukolitik, dalam bentuk partikel mikroskopik dan menghantarkannya ke paru. Sedangkan menurut (Gumeniuk et al., 2022), terapi nebulizer dapat diartikan sebagai tindakan medis yang dilakukan dengan cara menghirup obat melalui alat nebulizer. Alat nebulizer berfungsi untuk mengubah larutan obat menjadi uap yang dapat dihirup oleh pasien.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, maka dapat dipahami bahwa terapi nebulizer adalah terapi pemberian obat dengan cara menghirup larutan obat yang sudah diubah menjadi gas yang berbentuk seperti kabut dengan bantuan alat yang disebut nebulizer. Larutan obat yang digunakan dalam terapi nebulizer biasanya berupa bronkodilator, mukolitik, atau antibiotik.

Pengertian terapi nebulizer dari ketiga sumber yang disebutkan di atas memiliki kesamaan, yaitu bahwa terapi nebulizer adalah terapi pemberian obat dengan cara menghirup larutan obat yang sudah diubah menjadi gas. Perbedaannya terletak pada detail penjelasannya. Terry dan Dhand (2023) lebih menekankan pada jenis obat yang digunakan dalam terapi nebulizer, yaitu bronkodilator, mukolitik, atau antibiotik. Sedangkan Ahmadi et al. (2023) dan Gumeniuk et al. (2022) lebih menekankan pada proses terapi nebulizer, yaitu obat diubah menjadi partikel mikroskopik dan dihirup oleh pasien. Secara umum, terapi nebulizer adalah metode pengobatan yang efektif dan efisien untuk mengobati berbagai kondisi gangguan pernafasan.

2. Jenis-jenis nebulizer

a. Nebulizer jet

Nebulizer jet adalah jenis nebulizer yang paling umum digunakan. Nebulizer adalah alat yang digunakan untuk mengubah obat cair menjadi uap agar bisa dihirup masuk ke dalam paru-paru. Nebulizer jet bekerja dengan menggunakan kompresor untuk menghasilkan aliran udara bertekanan tinggi. Aliran udara ini kemudian diarahkan ke tabung berisi obat cair, sehingga obat cair akan terpecah menjadi uap halus. Uap halus ini kemudian dapat dihirup oleh pasien melalui mulut atau hidung (Finlay, 2001).



Gambar 2 Nebulizer jet. Sumber: google.co.id

Nebulizer jet memiliki beberapa kelebihan, yaitu praktis karena tidak memerlukan listrik untuk beroperasi, harganya terjangkau, dapat digunakan untuk berbagai jenis obat hirup (Finlay, 2001). Nebulizer jet dapat digunakan di mana saja, selama ada sumber udara bertekanan. Hal ini membuat nebulizer jet lebih praktis untuk digunakan oleh pasien yang membutuhkan terapi inhalasi secara

rutin, misalnya pasien asma atau bronkitis. Pasien dapat menggunakan nebulizer jet di rumah, di kantor, di sekolah, atau di tempat lain yang mereka inginkan. Selain itu, nebulizer jet juga dapat digunakan dalam keadaan darurat, misalnya saat listrik padam atau saat pasien berada di tempat yang tidak memiliki listrik. Nebulizer jet dapat membantu pasien untuk mendapatkan terapi inhalasi yang mereka butuhkan, bahkan dalam keadaan darurat (Finlay, 2001).

Nebulizer jet tidak memerlukan biaya listrik untuk beroperasi. Hal ini membuat nebulizer jet lebih hemat biaya dibandingkan dengan nebulizer ultrasonic yang memerlukan listrik untuk beroperasi. Biaya listrik untuk mengoperasikan nebulizer ultrasonic dapat mencapai puluhan ribu rupiah per bulan. Biaya ini dapat menjadi beban bagi pasien, terutama bagi pasien yang membutuhkan terapi inhalasi secara rutin. Nebulizer jet dapat membantu pasien untuk menghemat biaya terapi inhalasi. Hal ini karena nebulizer jet tidak memerlukan biaya listrik untuk beroperasi (Finlay, 2001).

Nebulizer jet bekerja dengan menggunakan jet udara atau oksigen untuk memecah obat menjadi partikel kecil. Udara atau oksigen bertekanan tinggi diarahkan ke obat yang berada di dalam tabung nebulizer. Obat tersebut kemudian akan pecah menjadi partikel kecil dan dihirup oleh pasien. Teknologi ini lebih sederhana dibandingkan dengan teknologi yang digunakan pada nebulizer ultrasonic atau nebulizer mesh. Nebulizer ultrasonic menggunakan gelombang suara untuk memecah obat menjadi partikel kecil. Nebulizer mesh menggunakan mesh atau kisi-kisi untuk memecah obat menjadi partikel kecil. Kedua teknologi ini memerlukan komponen yang lebih kompleks, sehingga biaya produksinya lebih tinggi (Finlay, 2001).

Nebulizer jet umumnya terbuat dari bahan-bahan yang lebih murah, seperti plastik dan logam. Plastik dan logam lebih mudah didapatkan dan harganya lebih terjangkau dibandingkan dengan bahan-bahan yang digunakan pada nebulizer ultrasonic atau nebulizer mesh, seperti kaca dan keramik. Kaca dan keramik lebih tahan lama dan lebih mudah dibersihkan dibandingkan dengan plastik dan logam. Namun, kaca dan keramik juga lebih mahal. Oleh karena itu, nebulizer jet yang terbuat dari plastik dan logam lebih terjangkau (Finlay, 2001).

Nebulizer jet menggunakan kompresor untuk mengubah obat cair menjadi uap. Kompresor ini menghasilkan aliran udara yang kuat yang dapat memecah obat menjadi partikel yang sangat kecil, dengan ukuran rata-rata 1-5 mikron. Ukuran partikel yang kecil ini memungkinkan obat untuk lebih mudah masuk ke dalam paru-paru, termasuk ke bagian-bagian paru yang lebih kecil. Obat hirup yang membutuhkan ukuran partikel kecil untuk dapat bekerja secara efektif biasanya adalah obat-obat yang digunakan untuk mengobati asma, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan pneumonia. Obat-obatan ini biasanya berupa suspensi atau emulsi, yang terdiri dari obat yang terdispersi dalam cairan (Finlay, 2001).

Nebulizer jet dapat menghasilkan uap obat dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan jenis nebulizer lainnya. Hal ini karena nebulizer jet dapat menghasilkan aliran udara yang lebih kuat, sehingga obat dapat lebih cepat dipecah menjadi uap. Waktu nebulisasi yang singkat ini penting untuk jenis obat yang memiliki waktu kerja yang singkat. Obat-obatan ini biasanya digunakan untuk meredakan gejala asma atau PPOK secara cepat (Finlay, 2001).

Namun, nebulizer jet juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu suaranya cukup bising, uap yang dihasilkan dapat panas, dan tidak dapat digunakan untuk obat-obatan yang sensitif terhadap panas (Finlay, 2019). Nebulizer jet bekerja dengan memanfaatkan aliran udara bertekanan tinggi untuk memecah cairan obat menjadi aerosol. Aliran udara ini dihasilkan oleh kompresor yang terletak di bagian bawah nebulizer. Kompresor akan menghasilkan suara yang cukup bising saat bekerja. Suara yang dihasilkan oleh kompresor ini disebabkan oleh getaran yang terjadi pada mesin kompresor. Getaran ini akan semakin besar seiring dengan meningkatnya tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor (Finlay, 2019).

Nebulizer jet memiliki konfigurasi yang cukup sederhana. Kompresor terletak di bagian bawah dan tabung obat terletak di bagian atas. Hal ini menyebabkan suara dari kompresor akan terdengar lebih keras. Suara dari kompresor akan lebih mudah terdengar jika sumber suaranya berada dekat dengan telinga. Dalam hal ini, kompresor terletak di bagian bawah nebulizer yang berada di dekat telinga pasien (Finlay, 2019).

Nebulizer jet bekerja dengan cara menggunakan kompresor untuk menghasilkan aliran udara bertekanan tinggi. Aliran udara ini kemudian diarahkan ke membran katup (*valve membrane*) yang terletak di bagian atas ruang obat. Membran katup akan bergetar akibat tekanan udara yang tinggi, sehingga membuat cairan obat terpecah menjadi partikel-partikel kecil. Partikel-partikel ini kemudian akan terbawa oleh udara dan dihirup oleh pasien. Proses pemecahan cairan obat menjadi partikel-partikel kecil ini membutuhkan energi. Energi ini berasal dari tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor. Energi ini sebagian

akan diserap oleh cairan obat, sehingga menyebabkan cairan obat menjadi panas (Finlay, 2019).

Cairan obat yang digunakan untuk nebulizer jet umumnya adalah cairan obat yang memiliki viskositas rendah, seperti larutan garam fisiologis, obat bronkodilator, dan obat steroid. Cairan obat dengan viskositas rendah lebih mudah terpecah menjadi partikel-partikel kecil. Namun, cairan obat dengan viskositas rendah juga lebih mudah menyerap panas. Oleh karena itu, uap yang dihasilkan oleh nebulizer jet dapat terasa panas, terutama jika digunakan untuk cairan obat dengan viskositas rendah (Finlay, 2019).

Nebulizer jet bekerja dengan cara memecah obat menjadi partikel kecil menggunakan udara bertekanan. Udara bertekanan ini dihasilkan oleh kompresor. Proses pemecahan obat ini dapat menyebabkan suhu obat meningkat. Suhu yang tinggi ini dapat merusak obat-obatan yang sensitif terhadap panas. Obat-obatan yang sensitif terhadap panas adalah obat-obatan yang akan rusak jika terpapar suhu tinggi. Obat-obatan ini biasanya mengandung bahan aktif yang mudah terurai oleh panas. Contoh obat-obatan yang sensitif terhadap panas adalah antibiotik, kortikosteroid, dan obat-obatan untuk kanker. Oleh karena itu, nebulizer jet tidak dapat digunakan untuk obat-obatan yang sensitif terhadap panas. Jika obat-obatan ini digunakan dengan nebulizer jet, maka obat-obatan tersebut akan rusak dan tidak akan memberikan efek terapi yang optimal (Finlay, 2019).

b. Nebulizer ultrasonic

Nebulizer Ultrasonik adalah perangkat medis yang digunakan untuk mengubah obat cair menjadi kabut halus yang dapat dihirup. Kabut ini kemudian

dapat masuk ke paru-paru dan memberikan obat langsung ke area yang terkena (Jankowski, 2023). Nebulizer Ultrasonik bekerja dengan menggunakan getaran frekuensi tinggi untuk memecah obat cair menjadi kabut. Getaran ini dihasilkan oleh batu resonansi yang terletak di dalam nebulizer. Batu resonansi dihubungkan ke generator listrik yang menghasilkan gelombang suara frekuensi tinggi. Gelombang suara ini kemudian ditransmisikan ke cairan obat, memecahnya menjadi kabut (Jankowski, 2023). Kabut obat kemudian dihirup melalui masker wajah, sungkup hidung, atau corong. Masker wajah paling umum digunakan untuk anak-anak, sedangkan sungkup hidung lebih nyaman digunakan oleh orang dewasa. Corong dapat digunakan untuk memberikan obat langsung ke paru-paru (Jankowski, 2023). Nebulizer Ultrasonik biasanya digunakan selama 10-15 menit untuk memberikan dosis obat yang efektif. Frekuensi penggunaan nebulizer Ultrasonik tergantung pada kondisi medis yang diobati (Jankowski, 2023).



Gambar 3 Nebulizer ultrasonic. Sumber: google.co.id

Nebulizer Ultrasonik memiliki beberapa kelebihan, yakni mudah digunakan, efisien dalam mengubah obat cair menjadi kabut, dan dapat menghasilkan kabut halus yang mudah dihirup (Jankowski, 2023).

Namun, nebulizer Ultrasonik juga memiliki beberapa kekurangan, yakni dapat menghasilkan kebisingan yang cukup keras, dapat membutuhkan waktu lama untuk memberikan dosis obat yang efektif, dan dapat lebih mahal daripada jenis nebulizer lainnya (Jankowski, 2023). Nebulizer ultrasonik memiliki desain yang sederhana dan mudah digunakan. Alat ini hanya memiliki beberapa komponen utama, yaitu wadah obat, tabung penghubung, masker atau mouthpiece, dan unit kontrol. Pengguna hanya perlu mengisi wadah obat dengan cairan obat dan air, lalu menghubungkan alat ke sumber daya listrik. Setelah itu, alat ini akan mulai bekerja secara otomatis untuk mengubah cairan obat menjadi kabut. Nebulizer ultrasonik tidak memerlukan pengaturan atau pembersihan yang rumit. Pengguna hanya perlu membersihkan alat setelah digunakan dengan air sabun hangat (Jankowski, 2023).

Nebulizer ultrasonik menggunakan getaran suara berfrekuensi tinggi untuk memecah cairan obat menjadi kabut. Proses ini berlangsung cepat dan efisien, sehingga obat dapat diserap lebih cepat oleh tubuh. Nebulizer ultrasonik dapat mengubah cairan obat menjadi kabut halus dalam waktu sekitar 5-10 menit. Hal ini lebih cepat dibandingkan dengan nebulizer jet yang membutuhkan waktu sekitar 15-30 menit (Jankowski, 2023).

Kawat getaran pada nebulizer ultrasonik menghasilkan kabut yang halus dan lembut. Kabut ini mudah dihirup, bahkan oleh anak-anak dan orang tua yang memiliki masalah pernafasan. Kabut halus yang dihasilkan oleh nebulizer

ultrasonik dapat mencapai bagian terdalam saluran pernafasan, sehingga obat dapat bekerja lebih efektif (Jankowski, 2023).

c. Nebulizer mesh

Nebulizer mesh adalah alat yang digunakan untuk mengubah obat cair menjadi uap agar dapat dihirup masuk ke dalam paru-paru. Alat ini berfungsi untuk membantu terapi pada gangguan pernafasan, seperti asma, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan pneumonia (Ahmadi et al., 2023). Nebulizer mesh bekerja dengan menggunakan mesh, yaitu jaringan logam yang terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama. Mesh dirancang dengan lubang-lubang kecil yang memungkinkan obat cair mengalir melaluinya dan terpecah menjadi uap. Uap obat ini kemudian dapat dihirup melalui masker atau sungkup hidung (Ahmadi et al., 2023).



Gambar 4 Nebulizer mesh. Sumber: google.co.id

Nebulizer mesh memiliki beberapa kelebihan, yaitu lebih mudah digunakan karena tidak memerlukan perawatan yang rumit, lebih aman karena tidak menghasilkan panas yang dapat merusak obat, dan lebih efektif karena dapat

menghasilkan uap obat yang lebih halus dan dapat dihirup lebih dalam ke dalam paru-paru.

Nebulizer kompresor tradisional memiliki beberapa bagian yang bergerak, seperti piston, katup, dan filter. Bagian-bagian ini dapat aus dan rusak seiring waktu, sehingga perlu diganti secara rutin. Hal ini membuat perawatan nebulizer kompresor tradisional menjadi lebih rumit. Nebulizer mesh, di sisi lain, tidak memiliki bagian-bagian yang bergerak. Hal ini membuat nebulizer mesh lebih tahan lama dan tidak memerlukan perawatan yang rumit (Ahmadi et al., 2023).

Nebulizer kompresor tradisional memerlukan cairan pembersih khusus untuk menghilangkan kotoran dan bakteri yang menempel di bagian-bagiannya. Cairan pembersih ini biasanya mahal dan dapat sulit ditemukan. Nebulizer mesh, di sisi lain, dapat dibersihkan dengan air hangat dan sabun. Cara ini lebih mudah dan murah daripada menggunakan cairan pembersih khusus (Ahmadi et al., 2023).

Nebulizer mesh bekerja dengan cara menggetarkan mesh menggunakan frekuensi ultrasonik. Frekuensi ini berkisar antara 1,6 hingga 2,4 MHz. Frekuensi ini cukup tinggi untuk menghasilkan aerosol, tetapi tidak cukup tinggi untuk menghasilkan panas yang cukup untuk merusak obat. Obat-obatan yang digunakan dalam nebulizer umumnya merupakan obat yang sensitif terhadap panas. Obat-obatan ini dapat rusak jika dipanaskan hingga suhu tertentu. Nebulizer mesh tidak menghasilkan panas, sehingga obat-obatan ini dapat diberikan dengan aman (Ahmadi et al., 2023).

Nebulizer mesh dapat menghasilkan aerosol dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel aerosol yang dihasilkan oleh nebulizer menentukan seberapa mudah aerosol diserap oleh paru-paru. Aerosol dengan ukuran partikel

yang lebih kecil lebih mudah diserap oleh paru-paru, sehingga dapat memberikan efek obat yang lebih optimal. Nebulizer mesh dapat menghasilkan aerosol dengan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan nebulizer jenis lain. Hal ini karena nebulizer mesh menggunakan frekuensi ultrasonik yang lebih tinggi. Frekuensi ultrasonik yang lebih tinggi dapat menghasilkan gelombang yang lebih kuat, sehingga dapat menggetarkan mesh dengan lebih kuat. Getaran mesh yang lebih kuat dapat menghasilkan aerosol dengan ukuran partikel yang lebih kecil (Ahmadi et al., 2023).

Nebulizer mesh menghasilkan uap obat dengan ukuran partikel yang lebih halus, yaitu sekitar 1-5 mikron. Ukuran partikel ini lebih halus dibandingkan dengan nebulizer kompresor (2-5 mikron) dan nebulizer ultrasonik (5-10 mikron). Ukuran partikel uap obat yang lebih halus dapat lebih mudah dihirup dan menembus hingga ke saluran pernafasan bawah, seperti bronkus dan alveolus. Hal ini memungkinkan obat untuk lebih efektif bekerja dalam mengatasi gangguan pernafasan, seperti asma, bronkitis, dan pneumonia (Ahmadi et al., 2023).

Nebulizer mesh juga menghasilkan distribusi uap obat yang lebih merata. Hal ini dikarenakan uap obat dihasilkan oleh getaran mikropompa yang lebih halus dan konsisten. Distribusi uap obat yang lebih merata dapat memastikan bahwa obat akan terdistribusi ke seluruh saluran pernafasan dengan baik. Hal ini dapat meningkatkan efektivitas obat dalam mengatasi gangguan pernafasan (Ahmadi et al., 2023).

3. Mekanisme terapi nebulizer

Mekanisme kerja terapi nebulizer dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pembentukan aerosol dan tahap penghisapan obat (Ahmadi et al., 2023).

Pada tahap pembentukan aerosol, obat cair dimasukkan ke dalam wadah nebulizer. Kemudian, udara bertekanan tinggi atau getaran ultrasonic digunakan untuk memecah obat cair menjadi uap. Uap obat ini memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, yaitu sekitar 0,5-5 mikrometer. Ukuran partikel yang kecil ini memungkinkan obat untuk mencapai bagian paru-paru yang lebih dalam, yaitu alveoli (Ahmadi et al., 2023). Sedangkan pada tahap penghisapan obat, pasien menghirup uap obat melalui masker atau corong mulut. Uap obat akan terperangkap di dalam paru-paru dan diserap oleh dinding alveoli (Ahmadi et al., 2023).

(Ahmadi et al., 2023) menjelaskan bahwa pada tahap pembentukan aerosol, obat cair dimasukkan ke dalam wadah nebulizer. Wadah nebulizer ini biasanya terbuat dari plastik atau kaca. Obat cair yang dimasukkan ke dalam wadah nebulizer dapat berupa obat-obatan untuk mengobati asma, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), bronkitis, dan infeksi saluran pernafasan. Udara bertekanan tinggi atau getaran ultrasonic digunakan untuk memecah obat cair menjadi uap. Udara bertekanan tinggi dihasilkan oleh kompresor udara yang terdapat pada nebulizer. Kompresor udara ini akan menekan udara ke dalam wadah nebulizer, sehingga obat cair akan terpecah menjadi uap (Ahmadi et al., 2023).

Getaran ultrasonic juga dapat digunakan untuk memecah obat cair menjadi uap. Getaran ultrasonic dihasilkan oleh piezoelektrik, yaitu bahan yang dapat menghasilkan listrik saat bergetar. Getaran ultrasonic ini akan memecah obat cair menjadi uap dengan cara memecah molekul-molekul air yang ada dalam obat cair (Ahmadi et al., 2023).

Uap obat yang dihasilkan oleh nebulizer memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, yaitu sekitar 0,5-5 mikrometer. Ukuran partikel yang kecil ini memungkinkan obat untuk mencapai bagian paru-paru yang lebih dalam, yaitu alveoli. Alveoli adalah kantong-kantong kecil di dalam paru-paru yang berfungsi untuk pertukaran gas. Setelah uap obat terbentuk, uap obat ini akan dilewatkan melalui selang ke masker atau mouthpiece. Pengguna terapi nebulizer akan menghirup uap obat melalui masker atau mouthpiece. Obat yang terhirup akan diserap ke dalam aliran darah melalui alveoli. Obat yang diserap ke dalam aliran darah akan bekerja untuk mengobati penyakit pernafasan yang diderita oleh pengguna terapi nebulizer (Ahmadi et al., 2023).

Ahmadi et al., 2023) juga menjelaskan bahwa tahapan penghisapan obat merupakan tahapan terakhir dari mekanisme kerja terapi nebulizer. Pada tahap ini, pasien menghirup uap obat melalui masker atau corong mulut. Uap obat yang dihirup akan terperangkap di dalam paru-paru dan diserap oleh dinding alveoli. Ukuran partikel uap obat yang dihasilkan oleh nebulizer haruslah berukuran kecil, yaitu sekitar 1-5 mikrometer. Ukuran partikel ini sangat penting untuk memastikan bahwa uap obat dapat terhirup dan mencapai paru-paru bagian bawah (Ahmadi et al., 2023).

Pada saat pasien menghirup uap obat, dinding alveoli akan mengembang dan membuka saluran pernafasan. Hal ini memungkinkan uap obat untuk masuk ke dalam paru-paru dengan lebih mudah. Obat yang terhirup melalui nebulizer akan diserap oleh dinding alveoli melalui proses difusi pasif. Difusi pasif adalah proses perpindahan zat dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Dalam hal ini, konsentrasi obat di dalam uap obat lebih tinggi daripada konsentrasi obat di

dalam darah. Oleh karena itu, obat akan berdifusi dari uap obat ke dalam darah. Obat yang telah terlarut dalam darah akan dibawa oleh aliran darah ke seluruh tubuh. Obat ini kemudian akan bekerja di tempat yang dituju untuk memberikan efek terapi (Ahmadi et al., 2023).

C. Asuhan Keperawatan Gangguan Pertukaran Gas

1. Pengkajian

Pengkajian merupakan pengumpulan data, pengaturan, validasi, dan dokumentasi yang sistematis dan berkesinambungan. Pengkajian asma bronkial pada anak dalam penelitian ini dilakukan pengkajian sebagai berikut (Suriadi & Yuliani, 2019):

- a. Identitas Anak: meliputi nama, usia, alamat, no register, nomor telepon, tempat dan tanggal lahir, sumber pendukung, tingkat pendidikan, diagnosa medis.
- b. Keluhan utama: sesak nafas
- c. Keadaan kesehatan saat ini: anak mengalami sesak nafas, frekuensi pernafasan lebih dari normal, mengalami perubahan warna menjadi kebiruan pada kulit dan dalam mulut akibat terlalu sedikit oksigen dalam aliran darah.
- d. Riwayat kesehatan:
 - 1). Riwayat kesehatan terdahulu: penyakit yang pernah diderita
 - 2). Riwayat penyakit sekarang: Mula-mula bayi/anak menjadi gelisah kemudian mengalami kelemahan fisik dan mengalami perubahan mental. Sesak

nafas,dada berdebar-debar,frekuensi pernafasan Secepat dan dangkal , denyut nadi lebih cepat

3). Riwayat kesehatan keluarga: mengkaji riwayat keluarga apakah ada yang menderita riwayat penyakit yang sama.

e. Data fisiologic: respirasi, nutrisi/cairan, eliminasi, aktifitas/istirahat, neurosensori, reproduksi/seksualitas, psikologi, perilaku, relasional dan lingkungan.

f. Pemeriksaan fisik

1). Inspeksi: anak terlihat gelisah, sesak (nafas cuping hidung, nafas cepat, retraksi sela iga, retraksi epigastrium, retraksi suprasternal), sianosis

2). Palpasi: biasanya tidak ditemukan kelainan, pada serangan berat dapat terjadi pufus paradoksus

3). Perkusi : biasanya tidak ditemukan kelainan

4). Auskultasi : ekspirasi memanjang, mengi dan suara lender

2. Diagnosis keperawatan

Diagnosis keperawatan adalah suatu penilaian kritis mengenai respons klien terhadap masalah kesehatan atau proses kehidupan yang dialaminya baik yang berlangsung aktual maupun potensial (Tim Pokja SDKI DPP PPNI, 2017).

Diagnosis keperawatan bertujuan untuk mengidentifikasi respons klien individu, keluarga dan komunitas terhadap situasi yang berkaitan dengan kesehatan (Tim Pokja SDKI DPP PPNI, 2017). Diagnosis keperawatan yang bisa ditegakkan pada pasien asma adalah gangguan pertukaran gas. Gangguan pertukaran gas merupakan kelebihan atau kekurangan oksigenasi dan/atau eliminasi karbondioksida pada membran alveoluskapiler. Gangguan pertukaran

gas dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan ventilasi-perfusi maupun perubahan membran alveolus-kapiler (Tim Pokja SDKI DPP-PPNI, 2017). Pada kasus asma dengan gangguan pertukaran gas berhubungan dengan ketidakseimbangan ventilasi-perfusi. Ketidakseimbangan ventilasi-perfusi merupakan ketidakseimbangan antara volume udara dan volume darah yang mengalir yang disebabkan karena penyempitan alveoli akibat iritasi dan inflamasi kronis pada pasien asma sehingga oksigen yang masuk ke alveolus menurun dan eliminasi karbondioksida akan semakin susah (Djojodibroto, 2018).

Pada masalah keperawatan gangguan pertukaran gas memiliki tanda gejala mayor atau tanda gejala yang harus ada minimal satu serta tanda gejala minor atau tanda gejala pendukung:

a. Tanda Gejala Mayor

Subjektif: Dispnea

Objektif: PCO₂ meningkat/menurun, PO₂ menurun, takikardia, pH arteri meningkat/menurun, bunyi nafas tambahan

b. Tanda Gejala Minor

Subjektif: Pusing, penglihatan kabur

Objektif: Stanosis, diaphoresis, gelisah, nafas cuping hidung, pola nafas abnormal, warna kulit abnormal, kesadaran menurun.

3. Rencana keperawatan

Setelah diagnosis keperawatan dirumuskan, kemudian dilanjutkan dengan perencanaan dan aktifitas keperawatan untuk mengurangi, menghilangkan serta mencegah masalah keperawatan.

Tabel 1
Intervensi Keperawatan

Diagnosis Keperawatan	Luaran dan kriteria hasil	Rencanakan keperawatan
1	2	3
Gangguan Pertukaran gas Berhubungan dengan ketidakseimbangan perfusi ventilasi ditandai dengan 1. Data mayor Subjektif a. Dispnea Objektif a. PCO ₂ b. meningkat/me- turun c. PO ₂ menurun d. takikardia, e. pH arteri meningkat/me- nurun f. Bunyi nafas tambahan. 2.Data minor Subjektif a. Pusing b. Penglihatan kabur Objektif a. Sianosis b. Diaphoresis c. Gelisah d. Nafas cuping hidang	Setelah dilakukan Tindakan keperawatan selama 3x sehari maka pertukarangs meningkat dengan kriteria hasil: 1. Tingkatkesadaran meningkat 2. Dispnea menurun 3. Bunyi nafas tambahan menurun 4. Pusing menurun 5. Penglihatan kabur menurun 6. Diaforesis menurun 7. Gelisah menurun 8. Nafas cuping hidung menurun	Pemantauan Respirasi a. Observasi 1. Monitorfrekuensi, irama, kedalaman dan upaya nafas 2. Monitor pola nafas (seperti bradipnea, takipnea, hiperventilasi, kussmaul, cheynestokes, biot dan ataksik) 3. Monitor kemampuan batuk efektif 4. Monitor adanya produksi sputum 5. Monitor adanya sumbatan jalan nafas 6. Palpasi keasimetrisan ekspansi paru 7. Auskultasi bunyi nafas 8. Monitor saturasi oksigen 9. Monitor nilai AGD 10. Monitor hasil x-ray thoraks b. Terapeutik

1	2	3
e. Pola nafas abnormal		1. Atur interval pemantauan respirasi sesuai kondisi pasien
f. Warna kulit abnormal		2. Dokumentasikan hasil pemantauan
g. Kesadaran menurun		
		c. Edukasi
		1. Jelaskan tujuan dan prosedur pemantauan
		2. Informasikan hasil pemantauan jika perlu
		Terapi Nebulizer
		a. Observasi
		1. Monitor kecepatan aliran nebulizer
		2. Monitor posisi alat terapi nebulizer
		3. Monitor nebulizer secara periodik dan pastikan fraksi yang diberikan cukup
		4. Monitor efektivitas terapi nebulizer (mis; oksimetri, Analisis gas darah)
		5. Monitor kemampuan melepaskan nebulizer saat makan

1	2	3
		6. Monitor tanda-tanda hiperventilasi
		7. Monitor tanda dan gejala toksikasi nebulizer dan atelektasis
		8. Monitor tingkat kecemasan akibat terapi nebulizer

Implementasi

Implementasi merupakan tahap keempat proses keperawatan. Tahap ini akan muncul bila perencanaan diaplikasikan pada pasien. Tindakan yang dilakukan mungkin sama, mungkin juga berbeda dengan urutan yang dibuat pada perencanaan sesuai dengan kondisi pasien (Nurarif & Kusuma, 2018). Rencana keperawatan yang akan diimplementasikan Pada penelitian ini yaitu pemantauan respirasi dan terapi nebulizer. Rencana yang telah diimplementasikan dan respon pasien langsung dicatat dalam format tindakan keperawatan. Format implementasi keperawatan yang harus didokumentasikan adalah tanggal dilakukannya tindakan, waktu, nomor diagnosis, implementasi dan respon, paraf dan nama terang perawat (Dinarti, 2013).

Evaluasi

Evaluasi adalah tahap akhir pada proses keperawatan ketika perawat menentukan kemajuan klien dalam mencapai tujuan/basil dan keefektifan rencana asuhan keperawatan menggunakan format SOAP (Nurarif & Kusuma, 2018).

Format yang dapat digunakan untuk evaluasi keperawatan format SOAP yang terdiri dari:

- a. Subjective, yaitu pernyataan atau keluhan dari pasien. Pada pasien PPOK dengan gangguan pertukaran gas diharapkan pasien tidak mengeluh sesak nafas.
- b. Objective, yaitu data yang diobservasi oleh perawat atau keluarga. Pada pasien dengan pola nafas tidak efektif indikator evaluasi menurut Moorhead et al. (2013).