



Heat and Moisture Exchanging Filter pada Pasien COVID-19 yang Menjalani *Sectio Caesarea*

Fitri Hapsari Dewi^{1*}, Purwoko¹, Gita Nur Siwi²

1. *Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif RSUD Dr. Moewardi, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, Surakarta*
 2. *Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret*
- *penulis korespondensi*

DOI: 10.55497/majanestcricar.v38i2.192

ABSTRAK

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) menjadi topik hangat di dunia termasuk Indonesia sejak muncul kasus di Wuhan, Hubei, Cina pada Desember 2019. Dalam lingkup anestesi obstetri, *sectio caesaria (SC)* pasien COVID-19 merupakan masalah yang membutuhkan perhatian. *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG)* merekomendasikan anestesi intraspinal pada operasi SC pada pasien terkonfirmasi atau dengan suspek COVID-19. Anestesi umum hanya dilakukan pada kondisi yang mengancam ibu dan janin. Anestesi umum diketahui dapat meningkatkan resiko aerosolisasi yang dapat membahayakan petugas medis. *Anesthesia Patient Safety Foundation (APSF)* merekomendasikan penggunaan *heat and moisture exchanging filter (HMEF)* pada *breathing circuit* anestesi untuk tindakan anestesi umum pasien COVID-19 dimana HMEF bekerja sebagai filter yang dapat menyaring bakteri dan virus. Penggunaan HMEF dipercaya dapat menurunkan risiko kontaminasi silang.

Kata Kunci: COVID-19, *heat and moisture exchanging filter*, *sectio caesaria*.



Heat and Moisture Exchanging Filter for Patients with COVID-19 Undergoing Caesarean Section

Fitri Hapsari Dewi^{1*}, Purwoko¹, Gita Nur Siwi²

1. *Departement of Anesthesiology and Intensif Care Faculty of Medicine Universitas Sebelas Maret, RSUD Dr. Moewardi, Surakarta, Indonesia*
 2. *Faculty of Medicine Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia*
- *corresponding author*

ABSTRACT

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) has become hot issue around the globe including Indonesia since its first occurrence in Wuhan, Hubei, China in December 2019. In obstetric anesthesia, COVID-19 patients undergoing Caesarian Section is a problem requiring great concern. The Royal College of Obstetricians and Gynecologists (RCOG) recommends intraspinal anesthesia in caesarian section procedure for patients with suspected or confirmed COVID-19. General anesthesia (GA) is only performed on conditions that are threatening to the mother and fetus. GA is known to increase risk of aerosolization which puts clinicians to be exposed to that virus. Anesthesia Patient Safety Foundation (APSF) stated that GA procedure for COVID-19 patients are suggested to use Heat and Moisture Exchanging Filter (HMEF) in anesthesia breathing circuit as a reliable filter which can well-filtered both bacteria and viruses, thus lowering cross-contamination risk.

Keywords: *COVID-19; heat and moisture exchanging filter; sectio caesaria.*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, data penderita COVID-19 sampai dengan 27 Mei 2020 menurut *World Health Organization* (WHO) mencapai 23.165 pasien dengan 1.418 kematian.¹ Diantaranya didapatkan ibu hamil dengan suspek atau sudah terkonfirmasi dengan COVID-19 yang menjalani tindakan *sectio caesaria* (SC). Rekomendasi untuk kasus ini adalah dilakukan dengan anestesi regional neuroaksial.² Hal tersebut dikarenakan tindakan anestesi umum akan meningkatkan resiko aerosolisasi.^{3,4} Pada beberapa kasus, konversi dari regional anestesi ke anestesi umum dapat terjadi, sehingga pada pasien hamil dengan COVID-19 yang akan dilakukan SC dengan anestesi regional, baik elektif maupun gawat darurat perlu dilakukan dengan memakai alat pelindung diri (APD) level 3.^{5,6}

Masalah yang dihadapi ketika dilakukan anestesi umum pada pasien COVID-19 adalah resiko aerosolisasi saat tatalaksana jalan napas dan risiko kontaminasi silang. Untuk pencegahan kontaminasi silang disarankan agar menggunakan alat yang dapat menyaring bakteri dan virus. Alat yang direkomendasikan untuk ini adalah *heat and moisture exchanging filter* (HMEF).⁷

HMEF adalah alat yang berfungsi untuk melembabkan dan menghangatkan udara inspirasi dan mengurangi transmisi mikroba dan partikel lain pada *breathing circuit*. HMEF diletakkan diantara pipa endotrakea (ETT) dan *Y-connector* pada *breathing circuit*. Pemakaian HMEF ini memiliki keuntungan dan kerugian sesuai dengan kondisi pasien.⁷

Masih terdapat kontroversi dalam penggunaan filter ini. Kelemahan penggunaan filter ini adalah dapat menyebabkan obstruksi, tekanan jalan napas yang tinggi, dan ventilasi yang inadkuat. Hal ini disebabkan oleh sekresi atau sputum, darah pasien, atau kondensasi air yang berlebih. Tekanan jalan napas tinggi dan kegagalan ventilasi dapat timbul dari obstruksi *breathing circuit* walaupun sudah dilakukan pengecekan mesin sebelum digunakan, sehingga pemakaian alat ini tidak perlu rutin dilakukan.⁸

Penelitian di China pada 17 ibu hamil dengan COVID-19 yang menjalani SC, tidak didapatkan perbedaan luaran ibu dan bayi pada kelompok yang dilakukan anestesi spinal maupun umum.

Tidak didapatkan kematian atau asfiksia neonatal pada kedua kelompok. Dilakukan dua kali pemeriksaan terhadap virus penyebab COVID19 yaitu SARS-CoV-2 pada neonatus sehari setelah dilahirkan dan sehari sebelum pemulangan. Hasil tes menunjukkan hasil negatif. Tidak ada tenaga medis yang terinfeksi selama periode perawatan pasien.⁹ Dua penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa virus SARS-CoV-2 tidak terdeteksi dalam cairan ketuban, darah tali pusat, atau ASI dari wanita hamil yang terinfeksi SARS-CoV-2.¹⁰

SARS-CoV-2 merupakan virus yang menyebar melalui saluran nafas. Berdasarkan penelitian di China tersebut, disimpulkan bahwa tindakan SC dengan anestesi umum pada pasien COVID-19 aman dilakukan. Namun, dalam pelaksanaannya perlu dilakukan standar keamanan yang tinggi karena tindakan tersebut tidak hanya beresiko menyebarkan virus terhadap bayi dan tenaga medis, tetapi juga terhadap pasien lain melalui *breathing circuit*. HMEF sangat berotensi untuk mencegah penyebaran virus ke dalam mesin anestesi. Walaupun masih terdapat kontroversi, penggunaan alat ini direkomendasikan.

ANESTESI UMUM PASIEN COVID-19 PADA *SECTIO CAESARIA*

Persiapan Ruangan

COVID-19 dapat menyebar dari orang ke orang melalui berbagai rute. Droplet dan kontak erat adalah rute utama penularan. Untuk menjamin keamanan, semua tenaga medis yang terlibat dalam operasi perlu diidentifikasi. Tenaga medis juga perlu memahami manajemen pengendalian infeksi. Alat perlindungan diri (APD) *biosafety* level 3 (BSL-3) perlu dipakai selama operasi. Apabila dilakukan tindakan anestesi umum dan intubasi endotrakea, perlu digunakan *powered air-purifying respirator* (PARP).¹¹

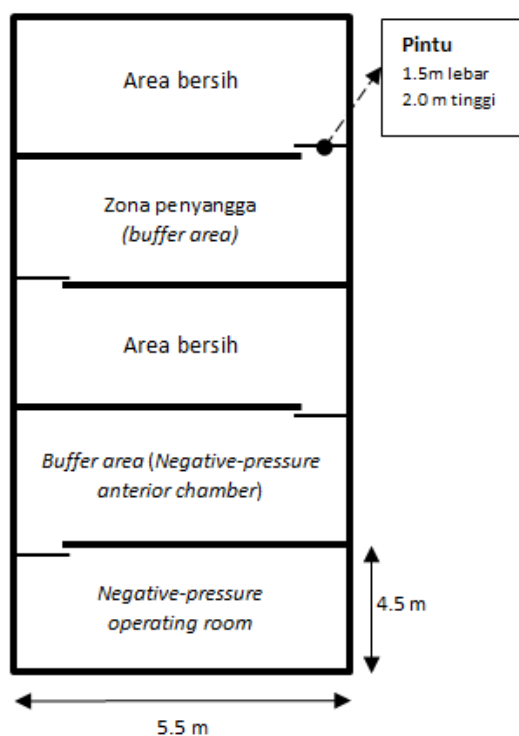
Ruangan operasi dan lingkungan sekitarnya perlu diatur sedemikian rupa untuk mengurangi penyebaran virus. Prosedur pemindahan pasien juga perlu diperhatikan. Pasien dipindahkan dari bangsal isolasi menuju ruang operasi dengan kabin transfer bertekanan negatif. Pasien juga harus memakai masker bedah dan masker N95. Staff yang terlibat harus mengenakan APD BSL-3.^{9,11}

SC perlu dilakukan di ruang operasi bertekanan

negatif. Ruang operasi perlu menerapkan prinsip area bersih, area yang berpotensi terkontaminasi, dan dua zona penyangga (*buffer area*) (Gambar 1).⁹

Setelah operasi, ruangan didisinfeksi selama dua jam dengan *anesthesia circuit sterilizer* (mengandung hidrogen peroksida 12%). Disinfektan yang mengandung klor (2.000 mg/L) digunakan untuk membersihkan lantai ruang operasi dan menyeka permukaan peralatan medis yang dipergunakan kembali (termasuk ruang operasi dan monitor). Alat medis yang

dapat digunakan kembali (termasuk instrumen bedah) direndam selama 30 menit dalam 2.000 mg/L disinfektan yang mengandung klor, kemudian dibungkus, disegel, dan dikirim ke CSSD. Sistem pemurnian udara kemudian dimatikan setelah dilakukan *negative pressure laminar flow* selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan fumigasi selama dua jam menggunakan *ultra-low volume* hidrogen peroksida 3% (20–30 mL/m³).^{4,9,12} Ventilasi tekanan negatif dari ruang operasi dinyalakan kembali setelah semua prosedur dilakukan.⁹



Gambar1. Area Operasi Infeksius

Setelah operasi, ruangan didesinfeksi selama dua jam dengan *anesthesia circuit sterilizer* (mengandung hidrogen peroksida 12%). Disinfektan yang mengandung klor (2.000 mg/L) digunakan untuk membersihkan lantai ruang operasi dan menyeka permukaan peralatan medis yang dipergunakan kembali (termasuk ruang operasi dan monitor). Alat medis yang dapat digunakan kembali (termasuk instrumen bedah) direndam selama 30 menit dalam 2.000 mg/L disinfektan yang mengandung klor, kemudian dibungkus, disegel, dan dikirim ke CSSD. Sistem pemurnian udara kemudian dimatikan setelah dilakukan *negative pressure laminar flow* selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan fumigasi selama dua jam menggunakan

ultra-low volume hidrogen peroksida 3% (20–30 mL/m³).^{4,9,12} Ventilasi tekanan negatif dari ruang operasi dinyalakan kembali setelah semua prosedur dilakukan.⁹

TATALAKSANA ANESTESI UMUM

Beberapa hal perlu diperhatikan dalam melakukan tindakan anestesi umum seperti persiapan peralatan yang berfungsi baik, jumlah petugas medis secukupnya, dan meminimalkan prosedur yang mengakibatkan proses aerosolisasi terjadi, seperti ventilasi tekanan positif dan *open airway suctioning*.^{2,3} *Rapid sequence induction* (RSI) lebih direkomendasikan karena ventilasi tekanan positif meningkatkan risiko terbentuknya aerosol.¹³ Intubasi sadar

dengan fiberoptik laringoskop sebaiknya dihindari (karena risiko batuk dan aerosol). Video-laringoskopi lebih direkomendasikan karena dapat meminimalisir paparan yang dekat antara anesthesiolog dan aerosol pernapasan pasien. Setelah melakukan intubasi maupun *suctioning*, petugas wajib mengganti sarung tangan untuk mengurangi resiko paparan virus pada permukaan mesin anestesi, monitor, dan lingkungan sekitar.^{4,12}

Berikut ini adalah prosedur general anestesi pada pasien COVID-19:^{3,9,11,12}

1. Preoksigenasi dilakukan dengan 100% oksigen.
2. Setelah preoksigenasi tercapai, dilakukan induksi rapid inhalasi dengan 8% sevofluran dalam oksigen 100% atau induksi intravena dengan pentotal 4mg/kgBB, propofol 2-2,5 mg/BB dengan penekanan krikoid. Midazolam intravena 1-2 mg dapat diberikan pada pasien yang gelisah.
3. Kemudian dilakukan injeksi 2% lidokain intravena (1-1,5 mg/kgBB), remifentanil (1-2 mg/kgBB) dan *short-acting muscle relaxant* seperti suksinilkolin (1-2 mg/kgBB) atau menggunakan *nondepolarizing muscle relaxant* rokuronium 0,6 mg/kgBB untuk menghindari fasikulasi dan memastikan kondisi intubasi yang optimal.
4. Digunakan sevofluran untuk maintenance anestesi sebelum bayi lahir, dengan sufentanil dan infus propofol digunakan untuk *maintenance* anestesi setelah bayi lahir.

REKOMENDASI MANAJEMEN JALAN NAPAS

Kewaspadaan Umum:

1. Pasien dengan COVID-19 yang telah terkonfirmasi atau suspek tidak boleh dibawa ke wilayah PACU. Pasien harus dipulihkan di ruang operasi atau dipindahkan ke ruang ICU bertekanan negatif. Ruang operasi khusus harus digunakan untuk pasien COVID-19. Pada ruang tersebut harus terdapat penanda yang jelas pada pintu untuk meminimalisir paparan terhadap staf. Pastikan HMEF memiliki tingkat eliminasi 99,97% partikel *airborne* berukuran $\geq 0,3$ mikron. HMEF ditempatkan di antara ETT dan *reservoir bag* selama transfer untuk menghindari

kontaminasi atmosfer.

2. APD yang sesuai perlu dikenakan semua staf yang terlibat. Pastikan APD yang dikenakan dapat melindungi paparan kontak, droplet, maupun airborne. Staf perlu diberikan waktu yang cukup untuk memakai APD. Selain itu, diperlukan kewaspadaan diri staf untuk mencegah kontaminasi diri sendiri.

Selama Manipulasi Jalan Napas:

1. Gunakan Respirator N95 yang erat dan sekali pakai atau *powered air-purifying respirator* (PAPRs), kacamata pelindung, *gown*, sarung tangan medis, dan pelindung kaki. Terapkan teknik *double glove*. Terapkan monitoring standar pada pasien ketika induksi anestesi.
2. Intubasi perlu dilakukan oleh dokter anestesi yang berpengalaman.
3. Hindari intubasi fiberoptik sadar kecuali sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan anestesi lokal yang teratomisasi dapat menimbulkan aerosolisasi virus. Bila memungkinkan, gunakan video-laringoskop.
4. Preoksigenasi dilakukan minimal 5 menit dengan oksigen 100%. Perlu dilakukan *Rapid Sequence Induction* (RSI) untuk menghindari ventilasi manual yang dapat memicu aerosolisasi virus dari saluran udara.
5. Lakukan RSI (dibantu oleh asisten yang terlatih untuk melakukan tekanan krikoid) atau RSI yang dimodifikasi (sesuai indikasi klinis). Jika perlu dilakukan ventilasi manual, berikan volume tidal kecil.
6. Pastikan HMEF memiliki tingkat eliminasi 99,97% partikel *airborne* berukuran $\geq 0,3$ mikron. HMEF ditempatkan di antara sungkup dan *breathing circuit* atau di antara sungkup dan *resevoir bag*.
7. Tutup kembali laringoskop segera setelah intubasi (teknik sarung tangan ganda). Segel semua peralatan jalan nafas yang telah terpakai di dalam kantong plastik sleting ganda. Kemudian limbah ini perlu dilakukan dekontaminasi dan desinfeksi.
8. Setelah melepas APD, hindari untuk menyentuh rambut atau wajah sebelum mencuci tangan.

HEAT AND MOISTURE EXCHANGING FILTER (HMEF)

Teknologi filter berasal dari Amerika Serikat. Teknologi filter dikembangkan untuk mencegah pekerja menghirup partikel radioaktif halus di industri nuklir dan dikenal dengan nama filter *High Efficiency Particulate Air* filter (HEPA).⁸ Seluruh filter HEPA dibuat dari material serat kaca yang ditopang oleh suatu rangka yang kaku. Untuk mengurangi resistensi aliran udara dan meningkatkan efisiensi, luas permukaannya ditingkatkan dengan 'pleating' (pelipatan). Filtrasi tercapai untuk partikel-partikel yang lebih besar ($>0.3 \mu$) dengan impaksi inersial dan intersepsi; partikel-partikel yang lebih kecil ditangkap dengan *Brownian diffusion*. Ukuran partikel yang digunakan untuk menguji filter diukur dalam satuan mikron. Mikron adalah satuan yang digunakan untuk partikel-partikel yang dapat dilihat oleh mikroskop cahaya. Satu mikron sama dengan 1/1000 milimeter, 1 milimeter adalah 1/1000 meter ($1 \mu = 1000 \text{ nm}$ atau $0,001 \text{ mm}$). Ukuran partikel yang paling sulit ditangkap oleh filtrasi adalah 0.3μ karena pada ukuran ini efek-efek impaksi inersial, intersepsi, dan gerakan Brownian paling tidak efektif. Partikel berukuran 0.3μ juga paling besar kemungkinannya untuk tersimpan di dalam paru-paru bila terinhalasi. Tes DOP (*di-octyl-phthalate*), digunakan untuk menguji efisiensi filter, memanfaatkan sifat dari DOP. Dalam bentuk partikulat, DOP memiliki rerata diameter yang konstan sebesar 0.3μ . Dengan mengalirkan DOP melewati suatu filter, efisiensi filter dalam menangkap partikel dapat diklasifikasikan. Ukuran bakteri biasanya setara dengan 0.3μ ; ukuran virus biasanya lebih kecil.⁸ Efisiensi filtrasi 99.99% mengindikasikan bahwa hanya 1 partikel dari 100.000 partikel yang berpotensi untuk menembus filter. Bahkan bila suatu kemasan filter menyatakan bahwa filter tersebut memiliki efisiensi 99.97% maka filter tersebut tidak dapat dikatakan benar-benar filter HEPA kecuali bila efisiensi tersebut dicapai menggunakan partikel berukuran 0.3μ . Filter tipe HEPA dibuat dari material yang sama seperti filter *true* HEPA namun filter ini hanya dapat mencapai efisiensi sebesar 25%. Tipe filter yang ketiga yang dikenal sebagai filter elektrostatis dulunya tidak dapat mencapai tingkat filtrasi setinggi ini, namun beberapa filter elektrostatis

saat ini dapat mencapai efisiensi sebesar 99.99%.⁸

Selain sebagai barrier untuk mencegah inhalasi organisme dan partikel lateks, filter dapat dimodifikasi untuk memberikan fungsi-fungsi tambahan. Fungsi tambahan tersebut antara lain menjaga panas tubuh pasien dan memastikan cukupnya kandungan kelembaban dari zat anestesi dan gas respirasi yang dihirup agar dapat melindungi mukosa saluran nafas agar tidak menjadi kering. Dengan modifikasi-modifikasi ini, filter dapat berfungsi sebagai HMEF.⁸

Humidifiers yang biasa dipakai pada sirkuit anestesi adalah tipe *passive humidifiers*. Tujuan dari pemakaian *humidifiers* ini adalah untuk mengurangi kehilangan air dan panas. Alat tersebut dikenal dengan nama *heat and moisture exchanger* (HME). Alat ini mengandung material *hygroscopic* yang akan menahan air dan panas yang keluar setiap kali proses inhalasi berlangsung. HME kemungkinan secara pasti dapat meningkatkan *dead space* (lebih dari 60 ml^3), hal ini dapat menyebabkan proses rebreathing yang signifikan pada pasien pediatri. Selanjutnya dapat meningkatkan resistensi *breathing circuit* dan *work of breathing* selama nafas spontan. HME dengan air ataupun sekresi yang berlebihan dapat menghambat *breathing circuit*. Beberapa humidifiers juga berfungsi sebagai filter yang efektif terhadap bakteri dan virus yang dapat menyebabkan kontaminasi silang dan melindungi *breathing circuit* serta mesin anestesi. Alat ini bisa menjadi bagian penting pada saat kita melakukan ventilasi pada pasien dengan infeksi pada saluran nafas dan gangguan sistem imun.¹⁴

HMEF adalah *humidifier* tipe pasif. HMEF berfungsi untuk menghangatkan, melembabkan dan memfilter mikroorganisme termasuk bakteri dan virus. Alat ini dipasang pada ujung yang berhubungan langsung dengan pasien untuk melembabkan udara selama proses ventilasi. Fungsi-fungsi yang berbeda dari filter medis juga diidentifikasi dengan warna yang berbeda-beda seperti pada filter industrial, hal ini dilakukan oleh salah satu produsen, dengan demikian memungkinkan penggunaan alat yang paling tepat.⁸

Pemasangan filter pada sirkuit anestesi perlu

dipertimbangkan mengingat efek dan risikonya masih diperdebatkan. Belum ada bukti berapa tingkat keberhasilan pencegahan kontaminasi silang antar pasien pada pemasangan filter. Pertimbangan lain adalah harga yang mahal untuk sebuah filter baik HME maupun HMEF.¹⁵ Kontaminasi silang antarpasien akibat penggunaan sirkuit anestesi tanpa filter memang ditekankan pada penelitian laboratorium. Tetapi risiko kontaminasi silang pada operasi yang singkat pada pasien dengan kondisi sehat dan imun kuat memang tidak ada bukti. Perbedaan kontaminasi silang dalam setiap penelitian bisa disebabkan oleh karena perbedaan efisiensi filter karena berasal dari pabrik yang berbeda.⁸

KOMPLIKASI YANG TERKAIT DENGAN PENGGUNAAN HME DAN FILTER EFEK RESISTENSI TERHADAP ALIRAN GAS DAN VENTILASI

Ketika HME atau HMEF ditambahkan ke sirkuit anestesi akan terdapat resistensi terhadap aliran gas dan dapat meningkatkan kerja nafas. Pada perbandingan HMEF dengan HME saja, pasien yang menerima bantuan tekanan ventilasi untuk kegagalan pernafasan akut menunjukkan bahwa ventilasi meningkat secara signifikan dengan HMEF, sedangkan resistensi jalan napas meningkat secara signifikan, baik dengan HME maupun HMEF.⁸ Resistensi jalan napas ini adalah akibat dari adanya obstruksi filter.⁷ Deteksi dan interpretasi perubahan resistensi yang terjadi merupakan hal yang sulit. Tindakan pencegahan harus dilakukan ketika filter tidak terlihat, sulit diakses, dan tertutupi penutup steril.⁸

Dead Space

HME dan HMEF dapat menyebabkan terjadinya *dead space* yang ditimbulkan karena posisi alat ini terletak di antara pasien dan *breathing circuit*. *Dead space* yang terbentuk berkorelasi dengan meningkatnya ventilasi dan usaha bernapas. Pemilihan *humidifier* harus dipilih yang memiliki *dead space* terkecil tetapi memenuhi persyaratan kelembaban yang dibutuhkan.⁷

Penyumbatan oleh cairan

Cairan dapat masuk ke dalam HME dan HMEF, bisa berasal dari pasien (sputum maupun cairan edema paru) maupun dari *breathing circuit*.

Ini dapat menyebabkan peningkatan resistensi terhadap aliran gas dan resistensi yang tinggi terhadap aliran gas pada HME atau HMEF dan menyebabkan terjadinya obstruksi. Untuk mengurangi risiko ini, filter harus ditempatkan pada level yang lebih tinggi dari paru-paru pasien, dengan lapisan filter dalam orientasi vertikal, bukan horizontal. Penyumbatan filter juga dapat terjadi ketika filter digunakan bersama dengan obat *nebulizer*.⁷

Efek pada Kapnografi

HMEF dapat memengaruhi bentuk gelombang kapnografi. Ini sangat mungkin di mana volume *internal filter* adalah proporsi yang signifikan dari volume tidal, jejak kapnografi dapat hilang sama sekali. Sampel gas untuk analisis dapat diambil dari sisi pasien atau mesin dari filter. Mungkin ada perbedaan dalam tingkat karbon dioksida yang ditampilkan tergantung sampel diambil dari sisi mana pada filter. Efek ini tampaknya lebih besar untuk filter yang lebih besar atau ketika volume tidal kecil. Namun, sampel gas harus dikeluarkan dari sisi mesin filter jika memungkinkan karena sampel ini akan disaring, mengurangi risiko kontaminasi, dan umumnya akan lebih kering. Efek serupa dapat terjadi dengan pengukuran volume tidal di mana penggunaan HME dapat menyebabkan perkiraan volume tidal yang lebih rendah dibandingkan dengan humidifier yang dipanaskan.⁷

PERAN HMEF PADA GA PASIEN SC DENGAN COVID-19

COVID-19 adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh virus yang diberi nama SARS-CoV-2. Penamaan virus ini oleh karena secara genetik virus ini memiliki hubungan dengan penyakit SARS pada tahun 2003.¹ Sampai saat ini pengobatan terhadap penyakit yang disebabkan oleh virus ini masih belum ditemukan. Pengendalian yang bisa dilakukan adalah dengan metode pencegahan.⁵

Pencegahan menularnya virus ini pada general anestesi pasien COVID-19 disarankan untuk menggunakan HMEF. Hal ini tidak terkecuali juga pada pasien hamil.¹¹ Pemasangan alat HMEF pada *breathing circuit* ini didasarkan atas beberapa penelitian yang sudah dilakukan

sebelumnya. Pada penelitian laboratorium dikatakan bahwa, tanpa adanya HMEF pada sirkuit anestesi seluruh bagian sirkuit anestesi terkontaminasi bakteri. Oleh sebab itu untuk menghindari kontaminasi silang maka pada pasien yang dicurigai mengalami infeksi virus SARS-CoV-2 diharapkan memakai HMEF pada tindakan dengan anestesi umum.⁷

Beberapa pengecualian bisa diterapkan dalam penggunaan HMEF pada ibu hamil. Misalkan pada kasus dengan edema pulmonal. Pada kasus dengan sputum yang banyak dikatakan bahwa filter akan gagal membentuk barier aktif terhadap virus. Hal ini disebabkan cairan sekret dapat melewati membran filter dan bisa menyebabkan obstruksi pada filter.⁷

Saat ini belum ada penelitian yang menguji efektivitas filter *breathing circuit* untuk mencegah paparan SARS-CoV-2 ke dalam mesin anestesi. Semua filter sirkuit pernafasan dapat mencegah paparan virus, tetapi belum diketahui keefektifannya secara pasti. Filter *breathing circuit* mempunyai *viral filtration efficiency* (VFE) sebesar 99,99%. Beberapa alat mempunyai VFE 99,9999% atau lebih. Penggunaan dua filter lebih efektif karena VFE yang dihasilkan lebih tinggi. Selain VFE, penting untuk mengetahui volume internal alat. Volume internal alat akan menambah volume *dead space* apabila dipasang diantara *breathing circuit* dan pipa endotrakea.¹¹ HMEF dengan VFE yang lebih tinggi (99.9% atau lebih) sebaiknya hanya digunakan pada pasien dengan titer virus yang tinggi. Hal ini untuk mengatasi keterbatasan sumber daya yang ada di rumah sakit. Perlu diingat bahwa filter juga memiliki kemampuan filtrasi yang berbeda terhadap berbagai macam patogen. Oleh karena itu, penting untuk melakukan konsultasi pada petugas pengendalian infeksi.¹¹

Cara mencegah mesin anestesi terkontaminasi virus dari pasien:

- Gunakan filter virus di antara *breathing circuit* dan jalan nafas pasien yang juga memungkinkan pengambilan sampel gas dari sisi mesin filter.
- Penggunaan HMEF direkomendasikan untuk menjaga kelembaban.
- Bila hanya menggunakan filter, gunakan laju udara yang rendah (1-2 liter/menit atau lebih rendah) untuk menjaga kelembaban.

- Pasang filter kedua pada ujung *expiratory limb* pada sambungan mesin anestesi.
- Pemilihan alat harus didasarkan pada kondisi dan filter yang tersedia.
- *Breathing circuit* harus digunakan sekali pakai.

Mesin anestesi sangat berpotensi menjadi sumber penularan virus. Virus dapat masuk ke dalam bagian internal mesin anestesi, dan menularkan kepada pasien berikutnya. Selain itu, udara pernafasan yang diambil untuk sampel juga dapat menularkan virus kepada petugas medis dan pasien lain apabila tidak dikelola dengan baik.¹¹

Strategi pencegahan penularan virus perlu diterapkan pada semua pasien, tanpa melihat risiko infeksi. Filter yang dipasang diantara *breathing circuit* dan jalan nafas pasien dapat mencegah paparan virus ke dalam mesin atau dalam udara yang diambil sampel. Penggunaan HMEF juga bermanfaat untuk menjaga kelembaban dan membuat udara sampel dapat terfiltrasi sebelum memasuki *gas analyzer*. Namun, penggunaan HME tanpa filter adalah sia-sia karena tidak ada filtrasi udara. Apabila hanya digunakan satu buah filter tanpa HME, laju udara yang digunakan sebaiknya dibuat rendah (1-2 liter/menit atau lebih rendah) untuk menjaga kelembaban.¹¹

Filter sangat bermanfaat untuk melindungi mesin anestesi dan sampel udara dari kontaminasi. Namun, filter juga dapat menjadi kotor dan efektivitasnya berkurang. Sehingga *Anesthesia Patient Safety Foundation* (APSF) merekomendasikan penggunaan dua filter untuk meningkatkan efektivitas filtrasi.¹¹

Seberapa sering filter diganti tergantung pada jenis filter dan penggunaannya. Filter yang dipasang di jalan napas rentan tersumbat sekret dan perlu diganti apabila resistensi terhadap tekanan dan aliran jalan nafas terlalu tinggi. Filter pada *expiratory limb* lebih jarang tersumbat. Namun, apabila tidak memungkinkan untuk mengganti filter, filter tetap bisa digunakan asalkan tidak kotor. Filter yang kotor diketahui kurang efektif untuk filtrasi. Filter yang dipasang pada jalan nafas harus digunakan sekali pakai karena berpotensi membawa virus dari pasien.¹¹ *Expiratory limb* filter dapat menjadi pilihan apabila tidak memungkinkan untuk

menggunakan filter sekali pakai. Namun tidak diketahui dengan pasti kapan efektivitas filter ini berkurang sehingga penting untuk mengganti filter dalam beberapa pemakaian. Permukaan luar filter perlu dibersihkan setelah pemakaian sebelum digunakan oleh pasien lain. Penggunaan kembali selang *breathing circuit* juga berpotensi menularkan virus karena selang inspirasi bagian distal dapat terkontaminasi virus.¹¹

Penggunaan satu filter mungkin lebih bermanfaat. Namun, saat ini belum terdapat data efektivitasnya. Filter tunggal yang dipasang pada jalan nafas yang berkualitas tinggi dapat menjadi pilihan. Filter tunggal yang dipasang pada ujung *expiratory limb* dapat melindungi mesin anestesi, namun tidak mencegah kontaminasi sampel udara. Tetapi apabila udara sampel tidak kembali ke *breathing circuit* hal itu tidak menjadi masalah.¹¹

Filter *breathing circuit* tipe manakah yang tepat untuk mencegah paparan virus SARS COV-2 dari pasien ke dalam mesin anestesi :

- VFE minimal untuk mencegah masuknya virus SARS COV-2 belum diketahui.
- Filter mekanis (*pleated*) lebih baik daripada filter elektrostatis. Filter ini juga lebih tahan uap air.
- Filter dan HMEF yang tersedia saat ini umumnya memiliki VFE sebesar 99.99% dan dinilai cukup efektif.
- Volume tidal minimal pada alat dipasang pada jalan nafas harus meminimalkan efek *dead space* pada ventilasi. *Rule of thumb* yang digunakan adalah 3 kali internal volume alat sebagai volume tidal minimal.

Saat ini tidak ada data yang menunjukkan efektivitas filter *breathing circuit* untuk mencegah penularan virus SARS COV-2 pada petugas medis atau pasien. Semua filter *breathing circuit* dapat menurunkan risiko transmisi virus. Namun, saat ini belum ada spesifikasi minimal untuk memastikan bahwa alat yang digunakan aman.¹¹ Filter mekanis (*pleated*) lebih direkomendasikan daripada filter elektrostatis karena filter elektrostatis dapat berkurang efektivitasnya pada keadaan lembab. HMEF elektrostatis dan filter umum digunakan namun tidak merekomendasikan untuk digunakan pada sistem dengan kelembaban aktif. Filter mekanis berukuran lebih besar dan memiliki resistansi rendah terhadap

napas, namun dapat meningkatkan dead space. Hal ini dapat berbahaya pada pasien anak. Saat ini tidak ada filter mekanis yang tersedia dengan volume tidal minimal <150 ml.¹¹

Efektivitas filter untuk memberikan perlindungan terhadap virus diukur dengan *viral filtration efficiency* (VFE). VFE ditentukan berdasarkan standar ASTM F2101. Partikel yang diuji berukuran rata-rata 3 mikron, yaitu ukuran partikel virus di dalam droplet. VFE 99.99% berarti hanya 1 dari 10.000 (10⁴) partikel yang dapat melewati filter dengan keadaan standar. Laju udara 30 liter/menit umum digunakan untuk pengujian pada orang dewasa. Peningkatan laju udara dapat menurunkan VFE.¹¹

Apakah terdapat resiko transmisi virus SARS CoV-2 dari mesin anestesi kepada pasien:

- Selama mesin terlindungi dengan filter kualitas tinggi, tidak ada risiko penularan antar pasien yang memakai mesin anestesi.
- Tidak ada produsen yang merekomendasikan pembersihan komponen internal mesin selama filter kualitas tinggi digunakan untuk mencegah virus masuk ke dalam mesin dan sampel udara bergabung dengan mesin di samping filter.
- Berdasarkan pengalaman klinis, tidak terdapat risiko tinggi transmisi patogen dari mesin kepada pasien. Untuk dapat menginfeksi, patogen harus bertahan di lingkungan yang menyerap CO₂, kelembaban yang kurang, dan melintasi jalur inspirasi ventilator dan *breathing circuit*. Penelitian menunjukkan bahwa bakteri dapat melintasi celah diantara granul absorpsi. Sehingga memunculkan kekhawatiran kontaminasi mesin apabila tidak dilakukan pembersihan dengan baik. Pembersihan mesin anestesi hendaklah mengikuti panduan dari produsen.
- Pemasangan filter kualitas tinggi pada *inspiratory limb* yang dapat dipergunakan kembali merupakan salah satu cara yang dapat digunakan setelah mesin disterilisasi.

SIMPULAN

Anestesi umum pasien dengan COVID-19 aman dan efektif untuk wanita hamil dan bayi yang dilahirkan. Namun sebaiknya anestesi umum hanya dilakukan pada kondisi yang mengancam

ibu dan janin. Pencegahan infeksi meliputi penggunaan ruang operasi tekanan negatif, transfer pasien yang tepat, alat perlindungan diri yang tepat, dan prosedur *biosafety precautions* yang efektif, perlu dilakukan untuk melindungi staf medis dari infeksi COVID-19.

Penggunaan HMEF pada *breathing circuit* direkomendasikan untuk tindakan general anestesi pasien dengan resiko infeksi. Hal ini dilakukan untuk mencegah kontaminasi silang antar pasien. Pemasangan alat diletakkan diantara pasien dan breathing circuit.

Prosedur SC pasien COVID-19 dengan anestesi umum disarankan dengan melakukan pencegahan infeksi baik terhadap petugas medis maupun pasien. Pelaksanaan anestesi umum perlu dilakukan dengan mematuhi seluruh protokol infeksi, menggunakan RSI dengan videolarinoskop, dan menyiapkan mesin anestesi dengan baik dengan menyertakan alat HMEF sebagai filter untuk mencegah paparan virus ke dalam mesin anestesi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. World Health Organization. *Global Surveillance for human infection with coronavirus disease (COVID-19)*. Interim Guid. 2020;
2. Septica RI, Chandra S. *Tatalaksana Anestesi pada Operasi Obstetri dengan Covid-19 Anesthesia Management for obstetric surgery with COVID-19 infected*. 2019;35–46.
3. Wednesday P. *Coronavirus (COVID-19) Infection in Pregnancy*. 2020;(May):1 — 62.
4. Bauer M, Bernstein K, Dinges E, Delgado C, El-Sharawi N, Sultan P, et al. *Obstetric Anesthesia During the COVID-19 Pandemic*. *Anesth Analg*. 2020.
5. *FAQ on Anesthesia Machine Use, Protection, and Decontamination During the COVID-19 Pandemic - Anesthesia Patient Safety Foundation*[Internet]. Available from: <https://www.apsf.org/faq-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/#machine>
6. Bampoe S, Odor PM, Lucas DN. *Novel coronavirus SARS-CoV-2 and COVID-19. Practice recommendations for obstetric anaesthesia: what we have learned thus far*. *Int J Obstet Anesth* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2020.04.006>
7. Wilkes AR. *Heat and moisture exchangers and breathing system filters: Their use in anaesthesia and intensive care. Part 2 - Practical use, including problems, and their use with paediatric patients*. *Anaesthesia*. 2011;66(1):40 — 51.
8. Lawes EG. *Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. Their effect on toxic metabolite production, pulse oximetry and airway resistance*. *Br J Anaesth*. 2003;91(2):249 — 64.
9. Chen R, Zhang Y, Huang L, Cheng B heng, Xia Z yuan, Meng Q tao. *Safety and efficacy of different anesthetic regimens for parturients with COVID-19 undergoing Cesarean delivery: a case series of 17 patients*. *Can J Anesth* [Internet]. 2020;67(6):655 — 63. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01630-7>
10. Chen H, Guo J, Wang C, Luo F, Yu X, Zhang W, et al. *Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records*. *Lancet* [Internet]. 2020;395(10226):809 — 15. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30360-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30360-3)
11. Bauer M, Bernstein K, Dinges E, Delgado C, El-Sharawi N, Sultan P, et al. *Obstetric Anesthesia During the COVID-19 Pandemic*. *Anesth Analg*. 2020;(April).
12. Tang LY, Wang J. *Anesthesia and COVID-19: What We Should Know and What We Should Do*. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020;24(2):127 — 37.
13. Meng L, Qiu H, Wan L, Ai Y, Xue Z, Guo Q, et al. *Intubation and Ventilation amid the COVID-19 Outbreak: Wuhan's Experience*. *Anesthesiology*. 2020;132(6):1317 — 32.

14. Butterworth J, Mackey D, Wasnick J. *Morgan & Mikhail Clinical Anesthesiology*. Clinical Anaesthesiology. 2013.
15. Wilkes AR. *Heat and moisture exchangers and breathing system filters: Their use in anaesthesia and intensive care. Part 1 - History, principles and efficiency*. *Anaesthesia*. 2011;66(1):31 – 9.