

## Komplikasi Lambat Paska Trakeostomi Dilatasi Perkutaneus dan Intubasi Lama di Unit Perawatan Intensif

*Delay Complication Post Percutaneous Dilatation Tracheostomy and Prolonged Intubation in the Intensive Care Unit*

Nova Maryani<sup>1\*</sup>, Calcarina Fitri Retno Wisudarti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Anestesiolog, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Intensivist, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: Nova Maryani. Email: nova.maryani@umy.ac.id

### Abstrak

**Latar belakang:** Percutaneous Dilatation Tracheostomy atau Trakeostomi Dilatasi Perkutaneus (PDT) diperkenalkan pada tahun 1985, dikomersilkan di Bergen pada tahun 1996 dan secara luas digunakan intensivis di Intensive Care Unit/Unit Perawatan Intensif (ICU) pada pasien kritis yang membutuhkan ventilasi dalam waktu lama. Prevalensi komplikasi lambat PDT meningkat sekitar 65%. Komplikasi berkelanjutan yang ditemukan secara konsisten setelah intubasi diantaranya laryngeal granuloma, edema, ulserasi dan cedera lainnya.

**Kasus:** Dalam studi kasus ini, Kami melaporkan seorang pasien perempuan dengan stenosis trakea dan granuloma paska PDT dan intubasi lama di ICU. Pasien ini berusia 24 tahun yang dirawat di ICU dengan diagnosa sepsis, edema serebral, kontusio pulmo, fraktur multipel, dan laserasi hepar ginjal kanan. Pasien terintubasi selama 8 hari dan dilakukan tindakan PDT selama 25 hari. Satu minggu setelah dekanulasi, pasien mengeluh suara serak dan kesulitan bernafas di rumah. Endoscopy dan CT-scan menunjukkan pasien mengalami stenosis trakea dan granuloma laring. Pasien kemudian dijadwalkan untuk dilakukan prosedur reseksi anastomose trakea. Pasien terindikasi dengan komplikasi lambat stenosis setelah PDT dengan beberapa faktor risiko yang berhubungan seperti sepsis, infeksi stoma PDT, pergerakan tube PDT yang ekstensif (iritasi mekanik), dan penggunaan lebih dari 8 hari. Ada beberapa pencegahan stenosis trakea yang berhubungan dengan PDT, salah satunya adalah penempatan yang tepat antara cincin 2-3 trakea. Penggunaan bronchoscopy untuk guiding dipertimbangkan sebagai prosedur standar.

**Kesimpulan:** Salah satu komplikasi paska PDT dan intubasi lama pada pasien muncul sebagai stenosis trakea dan granuloma laring. Pasien mengeluh suara serak dan kesulitan bernafas 1 minggu setelah dekanulasi.

**Kata Kunci:** pdt, komplikasi lambat, intubasi lama

### Abstrak

**Background:** Percutaneous Dilatation Tracheostomy (PDT) was introduced in 1985, commenced in Bergen in 1996, and became widely used by intensivists at the Intensive Care Unit (ICU) for patients with critical ill need prolonged ventilation. Prevalence late complication for PDT increases 65% patient make a challenge for us. Ongoing difficulties were found consistently after prolonged intubation, such as laryngeal granuloma, edema, ulceration, and other injuries.

**Case:** This case study reported a female patient with tracheal stenosis and granuloma after PDT and prolonged intubation in the ICU. This patient was 24 years old who was admitted to the ICU with a diagnosis of sepsis, cerebral edema, pulmonary contusion, multiple fractures, and laceration of the right kidney. The patient was intubated for 8 days and PDT was performed for 25 days. One week after decannulation, the patient complained of hoarseness and difficulty breathing at home. Endoscopy and CT scan showed the patient had tracheal stenosis and laryngeal granuloma. Then, the patient was scheduled for a tracheal anastomose resection procedure. Patients indicated delayed complications of stenosis after PDT with several associated risk factors, such as sepsis, PDT stoma infection, movement tube extensive PDT (mechanical irritation), and use of more than 8 days. There are several preventions of tracheal stenosis associated with PDT, one of which is proper placement between the 2-3 tracheal rings. The use of bronchoscopy for guiding is considered a standard procedure.

**Summary:** In this patient, tracheal stenosis and granuloma emerge as a consequence of PDT and prolonged intubation. The patient complains of hoarseness and trouble breathing after one week of decannulation.

**Keywords:** pdt, delay complication, prolonged intubation

## **PENDAHULUAN**

*Percutaneous Dilatation Tracheostomy* (PDT) diperkenalkan pada tahun 1985, dikomersilkan di Bergen pada tahun 1996 dan digunakan secara luas oleh intensivis di *Intensive Care Unit* (ICU) pada pasien dengan penyakit kritis yang memerlukan ventilasi jangka panjang. Prevalensi komplikasi lanjut PDT meningkat sekitar 65%. Komplikasi berkelanjutan yang ditemukan secara konsisten setelah intubasi lama seperti laryngeal granuloma, perubahan edema, ulserasi dan cedera lainnya.<sup>1</sup>

Komplikasi lanjut yang paling sering muncul paska *percutaneous dilatational tracheostomy* dan *surgical tracheostomy* trakeostomi adalah adanya jaringan granulasi, disebabkan gagal *weaning* ventilator, gagal dekanulasi, atau manifestasi obstruksi saluran nafas atas dengan gagal nafas setelah dekanulasi.<sup>2</sup> Kesalahan pada pembuatan stoma dan saluran trakeokutan menyebabkan *misplace* trakeostomi *tube* setelah pemasangan di awal sehingga menyebabkan komplikasi yang mengancam jiwa.<sup>2</sup>

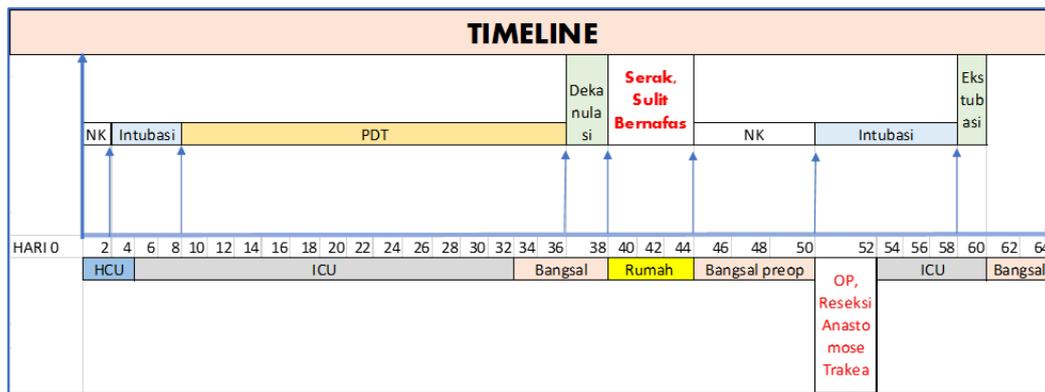
Komplikasi frekuensinya muncul lebih rendah, tetapi dapat dipertimbangkan berhubungan dengan morbiditas dan mortalitas. Prevalensi komplikasi lanjut kedua teknik trakeostomi menjadi tantangan tersendiri dengan perkiraan presentase sekitar 65% pasien.<sup>3,4</sup> Tujuan laporan kasus ini adalah mengkaji salah satu komplikasi PDT dan intubasi lama pada salah satu pasien yang dirawat di ICU yang muncul sebagai stenosis trakea dan granuloma laring.

## **KASUS**

Laporan kasus ini mengikuti pedoman etika yang diterima untuk pengambilan data dengan sampel manusia. Peneliti mendapatkan Persetujuan Etik No. 089/ EC-EXEM KEPK FKIK UMY/ XI/ 2021 dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia. Sampel laporan kasus diyakinkan akan kerahasiaan dan privasi data diri mereka.

Dalam studi kasus ini, dilaporkan seorang pasien dengan stenosis trakea dan granuloma paska PDT dan intubasi lama di ICU. Seorang perempuan berusia 24 tahun dengan diagnosis edema serebral, kontusio pulmo, fraktur multipel, laserasi hepar ginjal kiri dan sepsis di ICU. Pasien terintubasi selama 8 hari dimulai pada saat dirawat hari kedua di HCU (*High Care Unit*) sampai dengan pasien pindah rawat di ICU, kemudian dipasang kanul PDT selama 25 hari. Tindakan PDT dilakukan pada hari ke 8 pasien terintubasi. Hari ke-38 pasien diperbolehkan pulang ke rumah. Satu minggu setelah dekanulasi, pasien mengeluh serak dan sulit bernafas. Kemudian dilakukan pemeriksaan penunjang *Endoscopy* dan *MSCT-Scan*. Dua komplikasi yaitu stenosis trakea dan granuloma didapat dari dua tindakan yang berbeda yaitu intubasi dan PDT. Pasien kemudian ditangani dengan prosedur reseksi anastomose trakea oleh bagian BTKV (bedah thorak kardiovaskuler). Namun tidak ada tindakan dari bagian THT (telinga, hidung, dan tenggorokan) untuk granuloma laring yang terjadi. Laporan kasus ini dilakukan tanpa menyebutkan identitas pasien.

Kami menggunakan *timeline* untuk menjelaskan perkiraan *onset* terjadinya stenosis trakea dan granuloma laring pada pasien tersebut pada Gambar 1.



Gambar 1. Timeline terjadinya stenosis dan granuloma pada pasien

Keterangan:

Hari ke-2: Intubasi

Hari ke-8: PDT

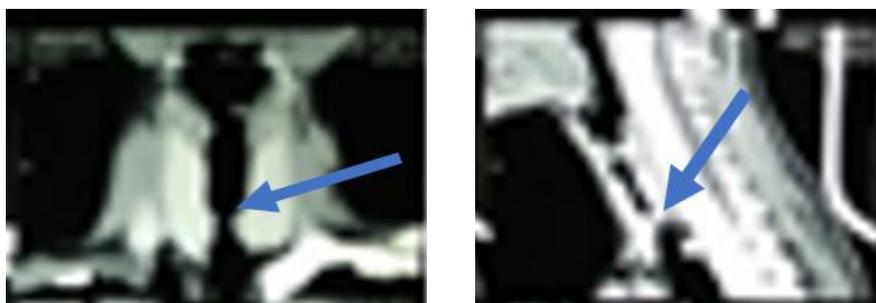
Hari ke-36: Dekanulasi

Hari ke-40: Keluhan serak dan sulit bernafas

Hari ke-51: Dilakukan reseksi anastomose trakea



Gambar 2. Endoscopy (Dokumen pribadi Nova Maryani)  
Tampak granuloma di dinding faring posterior



Gambar 3. MSCT-Scan (Dokumen pribadi Nova Maryani)  
Stenosis trakea, setinggi cincin trakea II-III

## PEMBAHASAN

### *Percutaneous Dilatation Tracheostomy*

Pasien yang dibahas dalam studi kasus ini adalah seorang perempuan berusia 24 tahun dengan fraktur multipel yang dirawat di ICU dengan masalah *endotracheal tube*/selang endotrakeal lama (ET) dan sepsis. Dilakukan pemasangan ET selama 8 hari dan PDT selama 25 hari. Komplikasi muncul setelah 1 minggu dekanulasi PDT. Pasien mengeluhkan suara serak dan kesulitan bernafas. Ada beberapa faktor risiko yang berhubungan dengan komplikasi lambat stenosis setelah PDT seperti sepsis, infeksi stoma PDT, pergerakan *tube* PDT yang ekstensif (iritasi mekanik), dan penggunaan lebih dari 8 hari. Indikasi klinis *tracheostomy* diputuskan oleh intensivis setelah penggunaan selang endotrakeal yang lama dan berfungsi menjaga patensi jalan nafas. Ada beberapa pencegahan stenosis trakea yang berhubungan dengan PDT, diantaranya penempatan yang tepat antara cincin 2-3 trakea. Penggunaan *bronchoscopy* untuk *guiding* dipertimbangkan sebagai prosedur standar pada saat tindakan PDT.

Terdapat dua teknik trakeostomi, *surgical tracheostomy* dan *percutaneous dilatation tracheostomy*. Teknik PDT berbeda dengan *surgical tracheostomy*. Teknik *surgical tracheostomy* dilakukan dengan menyayat kulit secara horisontal pada insisi 2 cm di atas sternal notch. Otot *platysma* diinsisi secara horisontal dan otot dibawahnya dipisahkan secara *midline*. Glandula tiroid divisualisasi dan diretraksi. Setelah perdarahan dikendalikan, dilakukan *flap* inferior trakea pada level 2-3 cincin trakea. *Flap* ini kemudian akan dijahit dengan kulit. Kanul trakeostomi diinsersi dan dijahit dengan kulit. Pada teknik PDT dideskripsikan oleh Cialgia dkk menggunakan set *Cook*, sehingga dinamakan teknik Cialgia. Teknik ini diawali dengan insisi kutan secara vertikal dibawah kartilago *cricoid* dan *mosquito clamp* yang digunakan untuk melebarkan jaringan secara *midline* dan trakea dipalpasi melalui insisi sebelumnya.

Jarum *trocord* dihubungkan dengan *syringe* berisi air dan diinsersi ke dalam trakea, persis dibawah kartilago *cricoid*. Udara diaspirasi untuk verifikasi posisi jarum. *Guide wire* metal dimasukkan kedalam trakea, dan dilatasi *tube* digunakan sampai mencukupi diameter untuk insersi kanula. Kanula kemudian diinsersi dan dijahit di kulit. Komplikasi lain yang muncul setelah pemasangan PDT yaitu emfisema subkutan setelah insersi. Hal ini terjadi karena tindakan perpindahan yang membutuhkan pengangkatan dan pemasangan kembali.

Perpindahan *posterior* ke dalam trakea dapat menyebabkan obstruksi jalan napas akut, penumpukan sekret luminal kering yang membutuhkan penyedotan bronkoskopi atau pengangkatan tabung-T, infeksi saluran napas, perdarahan trakea, pembentukan jaringan granulasi dan penyembuhan fistula trakeokutan yang berkepanjangan.<sup>2</sup>

Terdapat teknik modifikasi Cialgia, pertama dengan menggunakan insisi kulit horisontal yang hampir sama dengan *surgical tracheostomy*. Insisi melalui kulit dan fascia subkutan dilakukan tanpa visualisasi langsung dari trakea sebelum jarum ditusukkan. Trakea akan terbuka pada level 2-3 cincin trakea namun tidak dibawah kartilago *cricoid*. Trakeostomi perkuatan membutuhkan waktu yang pemasangan yang lebih singkat dari pada trakeostomi bedah.<sup>3</sup> Trakesotomi perkuatan menggunakan modifikasi minor teknik trakeostomi perkuatan dengan membiarkan selang endotrakeal tetap terinflasi dan memasukkan bronkoskopi di bagian sisinya, sehingga dapat mengurangi aerosolisasi.<sup>5</sup> Dilakukan pemasangan dengan teknik *percutaneous dilatation tracheostomy* pada pasien ini, dimana dilakukan dengan menggunakan metode Cialgia yang populer dilakukan oleh *intensivist* di ICU.

### **Komplikasi**

Terdapat beberapa mekanisme yang menyebabkan komplikasi lambat setelah *tracheostomy*. Komplikasi dapat disebabkan karena penempatan *tube* trakeostomi,

penggunaan dalam waktu yang lama, atau penyembuhan yang abnormal di mukosa trakea yang terluka. Kemungkinan hal ini juga terjadi karena berhubungan dengan inflasi *cuff* TT atau tip TT secara spesifik di dinding trakea posterior.

Jaringan granulasi mengobstruksi jalan nafas pada daerah stoma dan menyebabkan kesulitan pemasangan TT kembali jika terjadi dekanulasi yang tidak disengaja. Fibrosis yang terjadi berasal dari jaringan granulasi yang matur dan terlapis oleh lapisan epitelium. Dengan berkembangnya fibrosis, stenosis dapat menyempit di area anterior dan lateral stoma. Ada beberapa faktor risiko yang berhubungan dengan stenosis stoma seperti sepsis, infeksi stoma, hipotensi, usia lanjut, jenis kelamin laki-laki, penggunaan steroid, kanul yang ukurannya tidak sesuai, gerakan *tube* yang ekstensif (iritasi mekanik), penggunaan yang lama, dan disproporsi pada saat eksisi di kartilago trakea anterior selama trakeostomi.<sup>6</sup> Pasien ternyata mengalami dua komplikasi yaitu stenosis trakea dan granuloma dengan kemungkinan dari dua tindakan yang berbeda yaitu intubasi dan PDT.

Penelitian yang dilakukan Ketunnen dkk menunjukkan peningkatan terjadinya stenosis trakea pada pasien dengan usia muda dan lama menjalani perawatan di ICU. Sehingga faktor risiko tersebut memungkinkan terjadinya stenosis pada pasien ini. Stenosis trakea dan penyempitan abnormal lumen trakea, biasanya muncul di tempat stoma atau diatas stoma (suprastomal) dibawah plika vokalis (subglotis). Stenosis dapat disebabkan infeksi bakteri dan kondritis sehingga melemahkan dinding anterior dan lateral trakea.

Granulasi jaringan di stoma berkembang menjadi beberapa derajat penyempitan. Jaringan granulasi berkembang menjadi fibrosis dan tertutupi oleh lapisan epitel. Fibrosis yang berkembang menjadi stenosis pada dinding trakea aspek anterior dan lateral menyebabkan penyempitan pada tempat stoma.<sup>7,8</sup>

Kerusakan suprastoma muncul pada saat kerusakan yang diakibatkan karena *guidewire-related injury* di dinding posterior trakea dan akan

berkembang menjadi jaringan granulasi. Studi lain yang dilakukan pada 24 pasien yang menjalani prosedur PDT, 3 diantaranya terjadi kerusakan dinding posterior, kemungkinan tidak stabilnya *guidewire* atau kateter yang dimasukkan. Laporan lainnya menunjukkan adanya obstruksi *tracheostomy* secara *percutaneous* yang berhubungan dengan bengkak atau hematoma di dinding posterior. Sebagai tambahan, dilator digunakan untuk memperbesar dilatasi stoma yang dapat melukai kartilago trakea anterior (termasuk fraktur cincin trakea).

Hal ini menyebabkan deformitas struktur sehingga terjadi invaginasi serta penonjolan ke dalam lumen trakea dan juga dapat menyebabkan obstruksi. Pada penelitian retrospektif, pasien dengan *tracheostomy* teknik Griggs, 12 dari 19 pasien (63%) terdapat stenosis trakea 10% dengan diagnostik *endoscopy*. Stenosis trakea jarang terjadi pada teknik *Ciaglia* yang digunakan. Beberapa kasus berseri, 3 kasus obstruksi substantial suprastoma setelah pemasangan PDT, ditemukan trakea 50% obstruksi pada satu pasien dan dua lainnya terjadi obstruksi kompli<sup>8</sup>

Diagnosis stenosis trakea setelah lumen trakea biasanya berkurang 75%-90% dan dapat membahayakan pasien setiap waktu. Tiga penjelasan untuk diagnosis yang terlambat pada stenosis trakea adalah jarangny kejadian stenosis trakea, gejala respirasi yang tipikal, dan pasien memiliki penyakit berat lainnya. *Bronchoscopy* adalah metode yang paling sering digunakan pada pasien dengan diagnosis intubasi dan trakeostomi di Cina.

Stenosis trakea diidentifikasi berdasarkan gejala klinis seperti kesulitan dengan dekanulasi, atau sesak napas dengan pengerahan tenaga.<sup>8</sup> Beberapa pasien dengan tanda-tanda klinis stenosis trakea telah ditindaklanjuti dengan protokol yang di rekomendasikan, dan membutuhkan tindakan semi - emergensi.<sup>10</sup>

Stenosis trakea tanpa gejala biasanya mengalami berkurangnya lumen yang mencapai 50-75%. Manifestasi klinis yang muncul diantaranya batuk dan kesulitan mengeluarkan sekret. Lumen trakea berkurang sampai dengan

10 mm mengakibatkan kesulitan bernafas. Ketika lumen menyempit sampai dengan 5 mm juga dapat mengakibatkan kesulitan bernafas saat istirahat atau stridor. Terdapat beberapa cara untuk melihat kolom trakea dengan gambaran rontgen toraks, tomografi trakea, CT dan MRI.

*Laryngotracheoscopy* atau *bronchoscopy* juga dapat dilakukan untuk mencari posisi yang tepat stenosis yang terjadi, penyebab stenosis, dan panjangnya trakea yang menyempit. Pasien dengan sesak nafas, *flow-volume loop* menjadi bukti obstruksi pada saluran nafas bagian atas. Berbagai bentuk stenosis trakea memiliki batasan pada kedua aliran inspirasi dan ekspirasi yang menghasilkan bentuk kurva *rhomboidal*.

Diagnostik stenosis trakea secara klinis dapat terlambat diketahui karena tidak adanya evaluasi lanjutan paska pemasangan pada pasien dengan riwayat intubasi dan *tracheostomy* sedangkan stenosis trakea dapat diketahui lebih awal jika ventilator masih terpasang pada pasien. Sulitnya penyapihan pasien dengan ventilator atau kecurigaan pasien tidak dapat didekanulasi, stenosis trakea dapat muncul dengan keluhan sesak yang tidak dapat dijelaskan selama berminggu-minggu sampai berbulan-bulan setelah dekanulasi.<sup>9</sup> Stenosis paska intubasi pada umumnya muncul lebih lama dan seragam daripada stenosis paska trakeostomi yang merupakan perluasan jaringan granulasi dari cedera dinding anterior trakea.<sup>11</sup> Situs umum stenosis trakea pasca trakeostomi adalah stoma, area suprastoma, dan situs manset.<sup>12</sup> Pada pasien ini, stenosis trakea terjadi di daerah supra stoma di cincin trakea kedua dan ketiga. Lebar stenosis trakea bisa mencapai 56% dari diameter trakea.<sup>13</sup>

Pencegahan dari terjadinya stenosis trakea antara lain memastikan penempatan *tube* di antara cincin kedua dan ketiga trakea, serta menghindari rotasi pada saat insisi dan insersi perpendicular dari pada *oblique* pada saat insisi. Penggunaan *bronchoscopy* untuk *guiding* dipertimbangkan sebagai prosedur standar pada saat tindakan PDT.<sup>9</sup>

Sebuah penelitian prospektif yang mengevaluasi potensial faktor risiko terjadinya

kerusakan laryngeal setelah penggunaan intubasi *endotracheal tube* (ET) yang lama lebih dari 3 hari menunjukkan pada 97 pasien dievaluasi setelah intubasi sekitar 9 hari. Empat puluh empat pasien di *follow up* paska intubasi. Mayoritas pasien mengalami kerusakan laryngeal, dari eritema mukosa ringan sampai dengan ulserasi, munculnya granuloma, atau imobilitas pita suara biasa ditemukan pada pasien ICU.<sup>1</sup>

Pada laporan kasus lain ditemukan pemeriksaan laringoskopi setelah ekstubasi PDT menunjukkan stenosis trakea pada cincin trakea kedua-ketiga dengan granuloma pita suara kiri.<sup>14</sup> Terdapat beberapa faktor risiko intubasi yang kita amati menyebabkan kerusakan laring. Salah satunya adalah durasi intubasi yang lama sehingga meningkatkan faktor risiko aspirasi dan munculnya granuloma bahkan sampai dengan terjadi imobilisasi pita suara.<sup>1</sup> Beberapa percobaan pada hewan dan manusia adanya ET (dianggap benda asing) di ruang *posterior glottis* menginisiasi kerusakan mukosal superfisial dan semakin lama menyebabkan kerusakan *synovial joint cricoarytenoid* yang dalam.

Pada pasien ini kemungkinan munculnya granuloma dikarenakan penggunaan ET dalam jangka waktu yang lama. Granuloma pita suara biasanya muncul dari proses vokalis atau dari aritenoid. Pasien biasanya memiliki riwayat refluk gaster atau riwayat trauma atau riwayat intubasi endotrakeal yang sudah lama. Lamanya intubasi, jenis dan ukuran *tube* yang dipakai serta tingkat relaksasi pasien akan mempengaruhi timbulnya granuloma.

Evaluasi lebih lanjut diperlukan pada pasien ini paska tindakan operasi reseksi anastomose trakea. Evaluasi bertujuan untuk mempertimbangkan stenosis di trakea yang kemungkinan akan muncul lagi paska tindakan operasi serta kemungkinan terjadinya pemberatan granuloma laring.

## **KESIMPULAN**

Pada pasien ini terdapat beberapa faktor risiko yang mendukung terjadinya stenosis trakea dan granuloma laring. Terjadinya

stenosis trakea pada pasien ini karena granulasi di trakea paska PDT dapat menjadi acuan untuk penelitian di masa mendatang. Pada pasien ini telah dilakukan reseksi anastomose *end to end* trakea untuk mengatasi stenosis yang terjadi. Evaluasi lebih lanjut perlu dilakukan pada pasien ini. Granuloma laring yang terjadi tidak mendapatkan tindakan perawatan. Pasien dengan granuloma laring untuk sementara diobservasi di poli rawat jalan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Purwasari I, Yanti LA, Ghanie A, Bahar E. Analysis of the correlation between post intubation laryngeal injury with the risk factors. *Oto Rhino Laryngol Indones*. 2020;51(2):118-128.
2. Jarosz K, Kubisa B, Andrzejewska A, Mrówczyńska K, Hamerlak Z, Bartkowska-Śniatkowska A. Adverse outcomes after percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in intensive care patients: case series and literature review. *Ther Clin Risk Manag*. 2017;13:975-981.
3. Nurul F. Trakeostomi Bedah vs Trakeostomi Perkutan untuk Pasien COVID-19. *Alomedika*. 2020 [cited 2021 Nov 18]. Available from: URL: HIPERLINK; <https://www.alomedika.com/trakeostomi-bedah-vs-trakeostomi-perkutan-untuk-pasien-covid19>
4. Zias N, Chroneou A, Tappa MK, Gonzalez AV, Gray AW, Lamb CR, et al. Post tracheostomy and post intubation tracheal stenosis: Report of 31 cases and review of the literature. *BMC Pulm Med*. 2008;8(18):1-9.
5. Bassi M, Ruberto F, Poggi C, Diso D, Anile M, De Giacomo T, et al. Is surgical tracheostomy better than percutaneous tracheostomy in covid-19 positive patients?. *Anesth Analg*. 2020;131(4):1000-1005.
6. Bhatia G, Abraham V, Louis L. Tracheal granulation as a cause of unrecognized airway narrowing. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2012;28(2):235-238.
7. Fernandez-Bussy S, Mahajan B, Folch E, Caviedes I, Guerrero J, Majid A. Tracheostomy tube placement: early and late complications. *J Bronchol Interv Pulmonol*. 2015;22(4):357-364.
8. Kettunen WW, Helmer SD, Haan JM. Incidence of overall complications and symptomatic tracheal stenosis is equivalent following open and percutaneous tracheostomy in the trauma patient. *Am J Surg*. 2014;208(5):770-774.
9. Jacobs JV, Hill DA, Petersen SR, Bremner RM, Sue RD, Smith MA. Corkscrew stenosis: defining and preventing a complication of percutaneous dilatational tracheostomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013 ;145(3):716-720.
10. Zhou W, Ding SF, Zhai Q, Wu DW. Severe tracheal stenosis due to prolonged tracheostomy tube placement: a case report. *Cases J*. 2009;2(7101):1-3.
11. Nair S, Mohan S, Mandal G, Nilakantan A. Tracheal stenosis: our experience at a tertiary care centre in india with special regard to cause and management. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014 ;66(1):51-56.
12. Kandakure VT, Mishra S, Lahane VJ. Management of post - traumatic laryngotracheal stenosis: our experience. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;67(3):255-260.
13. Sandhu GS, Nouraei SAR. Laryngeal and tracheobronchial stenosis. Plural Publishing; 2015.
14. Herdini C, Suroño A, Supomo S, Fedriana J. Tracheal stenosis after endotracheal intubation and percutaneous dilatational tracheostomy. *Bengal J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018; 26(3):238-242.