

**PENELITIAN**

**PERBEDAAN JUMLAH BAKTERI PADA SISTEM *CLOSED SUCTION* DAN SISTEM *OPEN SUCTION* PADA PENDERITA DENGAN VENTILATOR MEKANIK**

Yusnita Debora\*, Ery Leksana\*\*, Doso Sutiyono\*\*

\*Bagian Anestesiologi RSUD Metro, Lampung

\*\*Bagian Anestesiologi dan Terapi Intensif FK Undip/ RSUP Dr. Kariadi, Semarang

**ABSTRACT**

**Background:** Bacterial colonization is identified as major mechanism in the pathogenesis of Ventilator Associated Pneumonia. Application of suction is one of the non-pharmacologic strategy to decrease number of Ventilator Associated Pneumonia (VAP) incidence. Since its introduction, closed tracheal suction system (CSS) has been reported offering microbial advantage over conventional open closed suction system (OSS).

**Objective:** This research was aimed to identify the difference of bacterial count pre and post-intervention between CSS and OSS group.

**Method:** This is a Randomized Control Group Pretest-Posttest Design with Consecutive Sampling Approach. Number of subjects are 30 patients in whom equally distributed into 2 intervention groups; (15 closed suction system, 15 open suction system). Oral suction was performed every 12 hours for consecutive 48 hours. Secret of trachea was collected pre and post-intervention to identify for bacteria count and profile. Statistic analysis was conducted using Wilcoxon and Mann-Whitney test.

**Result:** Bacterial count was significant different in group I ( $p=0,0010$ ). Significant result was also identified in group II ( $p=0,005$ ). Comparatively, pre and post intervention between group I and II was not significantly different ( $p=0,008$ ).

**Conclusion:** Closed suction system's application in mechanically ventilated patients was confirmed with decrement in number of bacteria significantly. Comparatively, closed suction was not significantly better than OSS. However this research that although did not differ significantly, CSS' performance was better than OSS.

**Key Word:** Closed suction system, open suction system

**ABSTRAK**

**Latar belakang:** Kolonisasi bakteri didefinisikan sebagai mekanisme utama di dalam patogenesis Ventilator Associated Pneumonia (VAP). Penggunaan suction merupakan salah satu strategi dalam mengurangi jumlah kejadian Ventilator Associated Pneumonia (VAP). Closed tracheal suction system (CSS) dilaporkan memiliki keuntungan dalam aspek mikrobiologi bila dibandingkan dengan open closed suction system (OSS).

**Tujuan:** Mengetahui efektivitas penggunaan closed suction system dibandingkan dengan open suction system pada penderita dengan ventilator mekanik.

**Metode:** Merupakan penelitian Randomized Control Group Pretest-Posttest Design with Consecutive Sampling Approach. Jumlah subyek adalah 30 orang yang dibagi menjadi 2 kelompok (15 closed suction system, 15 open suction system). Masing-masing kelompok diberikan oral hygiene tiap 12 jam selama 48 jam. Tiap kelompok diambil sekret dari trakhea sebelum dan sesudah perlakuan, untuk kemudian dilakukan pemeriksaan hitung jumlah dan jenis bakteri. Uji statistik dilakukan menggunakan Wilcoxon dan Mann-Whitney test.

**Hasil:** Hitung bakteri berbeda bermakna pada kelompok I ( $p=0,001$ ) dan berbeda bermakna pada kelompok II ( $p=0,005$ ). Analisis komparatif selisih skor sebelum dan sesudah perlakuan kedua kelompok berbeda tidak bermakna ( $p=0,008$ ).

**Kesimpulan:** Penggunaan closed suction system pada pasien dengan ventilasi mekanik mengurangi jumlah bakteri post-intervensi secara signifikan, demikian halnya dengan open suction system. Closed suction system tidak lebih baik dalam mengurangi jumlah bakteri pada penelitian ini.

**Kata Kunci:** Closed suction system, open suction system

---

## PENDAHULUAN

Ventilasi mekanik merupakan bagian penting dalam unit perawatan intensif (ICU).<sup>1,2</sup> Pneumonia nosokomial (*nosocomial infection*) dan pneumonia akibat penggunaan ventilator (*ventilator associated pneumonia-VAP*) merupakan kejadian yang banyak terjadi di ruang perawatan intensif/*Intensive Care Unit* (ICU) lebih beresiko untuk kejadian infeksi nosokomial.<sup>3</sup> Berdasarkan data dari *National Nosocomial Infection Surveillance System*, VAP merupakan penyebab infeksi nosokomial kedua terbanyak setelah infeksi saluran kemih, yang mengenai 27% dari pasien kritis.<sup>4</sup> VAP banyak dikaitkan dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas.<sup>5</sup> Hal ini juga berakibat pada peningkatan biaya hospitalisasi dan pengobatan antibiotika yang harus ditanggung pasien

selama perawatan di ICU akibat kasus infeksi saluran napas.<sup>6</sup> Berdasarkan penelitian diketahui tingkat mortalitas akibat VAP mencapai 27% dan sebanyak 43% jika agen penyebabnya resisten terhadap antibiotika.<sup>7</sup> *Length of stay* di ruang ICU juga mengalami peningkatan selama 2-3 hari pada pasien dengan VAP.<sup>8</sup> Pasien-pasien dengan kondisi terintubasi memiliki resiko terkena pneumonia lebih tinggi 21% bila dibandingkan dengan pasien-pasien yang tidak mendapatkan saluran napas buatan.<sup>9</sup> Pneumonia yang didapat pada unit rawat intensif merupakan infeksi saluran napas bawah yang didahului dengan adanya sejumlah bakteri atau terjadinya infeksi saluran napas atas. Aspirasi bakteri dari saluran pencernaan atas merupakan penyebab penting terjadinya kolonisasi bakteri di trakhea.<sup>10</sup>

Aspirasi makro atau mikro dari sekret yang terinfeksi saluran napas bagian atas mengawali terjadinya pneumonia di rumah sakit. Organisme-organisme ini kemudian dapat memperbanyak diri melalui jalan masuk dan kemudian membentuk lapisan seperti biofilm secara cepat dan melapisi permukaan bagian dalam dari pipa trakhea. Seringkali hal ini diikuti dengan sejumlah bakteri organisme patogen di trakhea.<sup>11</sup>

Terdapat beberapa faktor resiko yang diduga berperan di dalam patogenesis VAP, di antaranya adalah prosedur *suction* pada pasien dengan ventilasi mekanik dengan intubasi. Beberapa penelitian menunjukkan adanya perbedaan di dalam efek penggunaan sistem *endotracheal suction (open versus closed)* dalam terjadinya VAP.<sup>12</sup> Combes dkk menemukan bahwa *closed suction system* memberikan penurunan frekuensi kejadian VAP.<sup>12</sup> Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian oleh Zeitoun dkk yang menunjukkan bahwa *closed suction system* dikaitkan dengan penurunan VAP pada suatu studi multivariat.<sup>13</sup>

Kolonisasi bakteri kuman gram positif dan negatif di orofaring merupakan salah satu faktor resiko penting terjadinya VAP. Trakhea dan pipa endotrakhea merupakan tempat kolonisasi bakteri pada pasien dengan sakit kritis, kultur dari sputum atau aspirasi trakhea merupakan cara yang dapat digunakan untuk mengetahui jenis mikroorganisme.<sup>14</sup>

Untuk mencegah kolonisasi bakteri di regio orofaring telah diteliti beberapa pendekatan. Antara lain berupa penggunaan antibiotika *non-absorbable*

dalam bentuk larutan atau pasta ke dalam ruang orofaring. Penggunaannya sendiri telah terbukti pada suatu uji *double blind* dengan 2 kelompok (plasebo dan kontrol).<sup>15</sup> Namun demikian penggunaan antibiotika sebagai profilaksis meningkatkan resiko induksi dan selektivitas patogen resisten, sehingga tidak dianjurkan untuk rutin digunakan.<sup>16</sup>

Dekontaminasi oral dapat dilakukan dengan pemberian antiseptik oral seperti *chlorhexidine* glukonat ataupun *povidone iodine*.<sup>17,18</sup> *Chlorhexidine* glukonat dapat menurunkan tingkat kejadian pneumonia nosokomial pada pasien-pasien dengan sakit kritis. Penggunaan *chlorhexidine* glukonat secara bilasan oral sebanyak dua kali sehari dapat menurunkan tingkat kejadian infeksi saluran napas sebesar 69%.<sup>12</sup> Pada penelitian lain juga disebutkan bahwa pemberian *chlorhexidine* 2% empat kali sehari merupakan metode yang aman dan efektif untuk mencegah VAP pada pasien dengan ventilator mekanik. Pneumonia ini disebabkan oleh adanya kolonisasi bakteri di trakhea.<sup>19</sup> Suatu metaanalisis juga menyatakan bahwa dekontaminasi oral dengan antiseptik *chlorhexidine* sebagai profilaksis pada pasien dengan ventilasi mekanik dapat menurunkan resiko VAP. Suatu studi yang dilakukan pada pasien dengan resiko infeksi tinggi dengan pemberian *chlorhexidine* dengan konsentrasi lebih dari 0,12% memberikan hasil yang bermakna terhadap angka penurunan kejadian pneumonia.<sup>9</sup> Suatu studi lain juga menyebutkan bahwa pemberian *chlorhexidine* dengan konsentrasi 0,2 atau 2% setiap 12 jam

dapat mencegah pembentukan biofilm dari bakteri di trakhea sehingga menurunkan kejadian pneumonia.<sup>20</sup>

Penggunaan antiseptik atau antimikroba seperti *chlorhexidine* (CHX) merupakan pendekatan alternatif untuk dekontaminasi orofaring. Sifat antiseptik CHX memiliki spektrum luas terhadap aktivitas mikroorganisme gram positif, termasuk jenis kuman patogen multiresisten seperti *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Vancomycin-Resistant Enterococci* (VRE).<sup>21,22</sup> Sehingga pada penelitian ini menggunakan chlorhexidine sebagai antiseptik.

Suction trakhea seringkali dilakukan pada pasien yang menggunakan ventilasi mekanik. Terdapat laporan yang menunjukkan pasien yang mengalami suction hingga 8-17 kali sehari.<sup>11,22</sup> Selama prosedur sekret trakhea dibuang untuk memastikan patennya jalan napas dan menghindari obstruksi lumen pernapasan yang mengakibatkan peningkatan kerja napas, infeksi paru, atelektasis dan infeksi paru. Namun demikian pada penggunaan suction terdapat beberapa resiko efek samping seperti gangguan detak jantung, hipoksemia, dan pneumonia terkait ventilator/ventilator associated pneumonia (VAP). Selain itu juga dikarenakan prosedur yang invasif dan tidak nyaman.<sup>23</sup> Terdapat dua sistem suction yang tersedia: open suction system dan closed suction system. Jenis OSS hanya digunakan sekali dan membutuhkan lepasnya ventilator dari pasien. CSS diletakkan di antara tube trakhea dan sirkuit ventilator mekanik dan bisa berada di dalam pasien lebih dari 24 jam. Penggunaan CSS di

Amerika Serikat telah populer selama dekade terakhir ini dan berdasarkan statistika penggunaannya yang makin meningkat yaitu pada 58% dari kasus-kasus, sementara OSS hanya dipergunakan pada 4% dari senter-senter yang ada.<sup>24</sup>

Pada beberapa penelitian penggunaan OSS nampaknya memiliki beberapa keuntungan seperti insidensi pneumonia yang lebih rendah, kurangnya perubahan fisiologis selama prosedur, kurangnya kontaminasi bakteri, dan ongkos yang lebih rendah.<sup>25</sup>

Pada rekomendasi yang dikeluarkan pada tahun 2004 terdapat rekomendasi yang menunjukkan berkurangnya ongkos perawatan dengan penggunaan CSS. Selain itu juga terdapat efek samping lainnya berupa kehilangan volume paru dan efek lanjutan berupa hipoksemia. Hingga saat ini tidak terdapat bukti yang menunjang apakah satu sistem lebih baik dibandingkan yang lainnya. Namun demikian belum dievaluasi perbedaan jenis jumlah bakteri trakhea antara sistem *closed suction* dan *open suction* dengan penggunaan oral *chlorhexidine* sebagai anti septik oral.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah koloni kuman bakteri trakhea pada penderita dengan ventilator mekanik sistem *closed suction* dan *open suction* yang mendapat *oral hygiene* dengan *chlorhexidine*, serta menganalisis perbedaan jumlah koloni kuman bakteri trakhea sistem *closed suction* dan *open suction* yang mendapat *oral hygiene* dengan *chlorhexidine* pada pasien dengan ventilator mekanik.

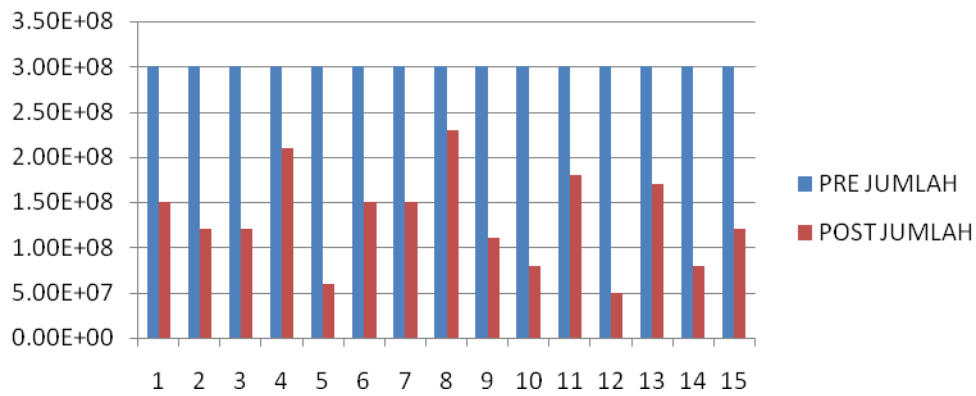
Tabel 1. Karakteristik Umum Subyek Penelitian

No	Variabel	<i>Open suction system</i>	<i>Closed suction system</i>	P
1.	Umur	52,53 ± 11,38	51,13 ± 11,58	0,147 *
2.	Jenis kelamin	1,4 ± 0,51	1,46 ± 0,51	0,407 *

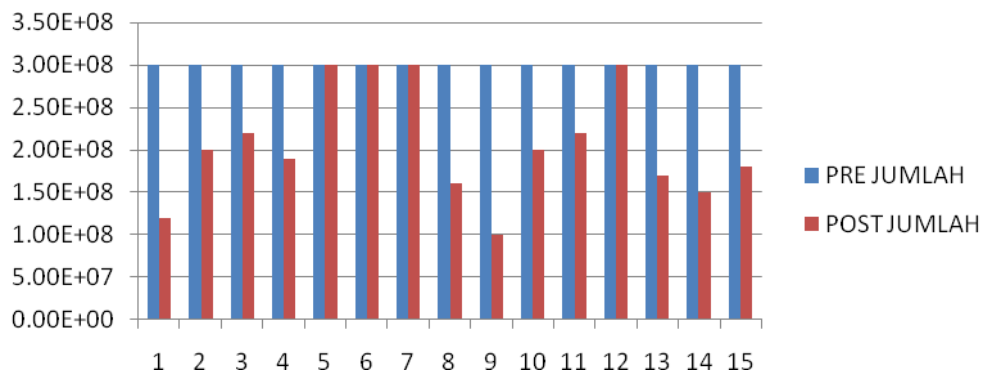
\*Uji Mann-Whitney U

Tabel 2 Jumlah bakteri masing-masing kelompok

<i>Closed suction system</i>		<i>Open suction system</i>	
Pre (mean±SD)	Post (mean±SD)	Pre (mean±SD)	Post (mean±SD)
3.0000E8± 0,0000	1.3200E8±5.25357E7	2.9467E7±2.06559E7	3.3933E8±5,19003E8



Gambar 1. Jumlah bakteri sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok *closed suction system* (CSS)



Gambar 2: Jumlah bakteri sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok *open suction system* (OSS)

Tabel 3. Perbandingan jenis kuman pada kultur sekret trakhea kelompok CSS dan OSS

	Closed suction system (n=15)	Open suction system (n=15)
<b>Kuman Gram Positif</b>		
<i>S.epidermidis</i>	9	9
<i>S. βhemolyticus</i>	-	1
<b>Kuman Gram Negatif</b>		
<i>E.coli</i>	3	1
<i>A.faecalis</i>	3	2
<i>P.mirabilis</i>	-	1

Tabel 4. Uji normalitas masing-masing kelompok

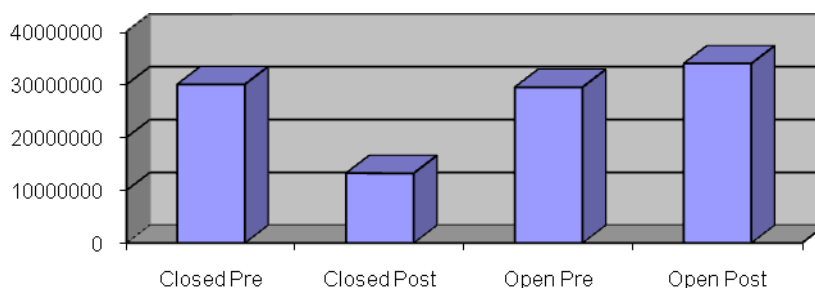
Variabel	Closed suction system		Open suction system	
	Pre (mean±SD)	Post (mean±SD)	Pre (mean±SD)	Post (mean±SD)
<b>Jumlah Bakteri</b>	0,006	0,0018	0,007	0,0058

\*Uji dengan Shapiro-Wilk

Tabel 5. Uji pre dan post masing-masing kelompok

	Closed suction system	Open suction system
<b>Pre</b>	$3.00 \times 10^8 \pm 0,00$	$2.95 \times 10^7 \pm 2.06 \times 10^7$
<b>Post</b>	$1.32 \times 10^8 \pm 5.25 \times 10^7$	$3.39 \times 10^8 \pm 5,20 \times 10^8$
<b>P</b>	0.001	0.05

\*Uji dengan Wilcoxon Signed Rank Test



Gambar 3. Perbandingan jumlah bakteri trakhea dari kedua kelompok perlakuan

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dengan bentuk rancangan *randomized clinical control trial*. Kelompok penelitian dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok (1) : *closed suction system* dengan *chlorhexidine* 0,2% sebagai oral hygiene pada penderita dengan ventilator mekanik, Kelompok (2) : *open suction system* dengan *chlorhexidine* 0,2% sebagai oral hygiene pada penderita dengan ventilator mekanik. Penelitian dilakukan di : ICU RSUP Dr. Kariadi Semarang, pada periode: September-Desember 2011. Sampel penelitian adalah semua penderita dengan ventilator mekanik di ICU RSUP Dr. Kariadi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi pada bulan September-Desember 2011. Kriteria inklusi: Penderita dewasa dengan ventilator mekanik, Kriteria eksklusi: Alergi atau terdapat kontraindikasi, penyakit keganasan, HIV, menggunakan kortikosteroid dalam jangka lama. Dari penghitungan besar sampel pada penelitian ini didapatkan jumlah sampel: N=14,533 orang, dalam penelitian ini akan digunakan sampel sebesar 15 orang. Total sampel adalah 30 orang dibagi menjadi 2 kelompok secara berurutan yaitu Pada kelompok 1 diberikan ventilasi mekanik *closed suction system* dan *chlorhexidine* 0,2% sebanyak 25 mL. Pada kelompok 2 diberikan *open suction system* dan *chlorhexidine* 0,2% sebanyak 25 mL. Dilakukan penyikatan dengan sikat gigi pada 4 kuadran gigi (kanan atas, kanan bawah, kiri atas, kiri bawah) dan di antara kuadran tersebut dilakukan semburan / semprotan dengan pola teratur.

Pembersihan rongga mulut ini dilakukan setiap hari setiap 12 jam dan pada hari ke dua atau 48 jam setelah pemakaian ventilator dilakukan pengambilan sampel. Sampel yang diambil kemudian dikirim ke laboratorium mikrobiologi klinik. Dilakukan pengenceran dengan NaCl 0,9% dengan perbandingan sampel pengencer 1;10, 1:100, 1:1000, 1:10.000, 1:100.000. 1:1.000.000 ditanam di media Nutrient Agar dan dicari perbandingan pengenceran di mana sampel dapat dihitung. Untuk mengetahui jenis, sampel ditanam di media Mac Konkey dan Blood Agar. Data yang terkumpul telah diedit, dikoding dan dientry ke dalam file komputer serta dilakukan *cleaning* data. Analisa deskriptif dilakukan dengan menghitung proporsi gambaran karakteristik responden menurut kelompok perlakuan dan kontrol. Hasil analisa disajikan bentuk grafik *Box Plot*. Analisis analitik akan dilakukan untuk menguji hasil kultur mikrobiologi pada kedua kelompok perlakuan dengan uji non-parametrik Mann Whitney, Wilcoxon. Semua uji analitik menggunakan  $\alpha=0,05$ . Semua perhitungan statistik menggunakan software *Stastical Pakckage for Social Science* SPSS 15.0

## PEMBAHASAN

Penggunaan CSS berdasarkan tinjauan memberikan sejumlah keuntungan antara lain penggunaannya yang multiple-use, tanpa melepas ventilator dari pasien yang dapat berakibat pada munculnya tekanan negatif sehingga terjadi kehilangan volume paru yang intens sehingga berakibat pada hipoksemia.<sup>26,27</sup>

Temuan Combes dkk menunjukkan bahwa sistem *closed endotracheal suction* menurunkan frekuensi VAP sebesar 3,5 kali bila dibandingkan dengan *open endotracheal suction system*.<sup>28</sup> Penelitian Zeitound dkk juga menunjukkan penurunan VAP pada analisis multivariat dikaitkan dengan penggunaan *closed endotracheal suction system*.<sup>29</sup> Deppe dkk menunjukkan bahwa keuntungan survival lebih banyak ditunjukkan oleh *closed endotracheal suction*. Namun demikian masih terdapat perdebatan mengenai efektivitas penggunaan *closed suction system*.

Penelitian yang dilakukan ini adalah membandingkan jumlah kuman antar pemberian chlorhexidine 2% pada sistem *Closed Suction System (CSS)* dan *Open Suction System (OSS)*. Sebelumnya belum pernah ada yang melakukan penelitian sejenis dengan membandingkannya terhadap jumlah koloni bakteri. Pada hasil penelitian ini digunakan 30 subyek penelitian dengan karakteristik yang telah diseleksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi dan didapatkan sejumlah 30 penderita dengan dengan karakteristik umur, jenis kelamin yang tidak berbeda bermakna ( $p > 0.05$ ) sehingga dengan demikian menjadi layak untuk dibandingkan. Hasil analisis uji Wilcoxon pada kedua kelompok secara terpisah menunjukkan bahwa jumlah bakteri trakhea sebelum dan sesudah perlakuan berbeda bermakna pada kelompok *closed suction system* ( $p = 0.001$ ) dan pada kelompok *open suction system* ( $p = 0,005$ ). Sedangkan pada analisis jumlah bakteri trakhea pada kelompok *closed suction*

*system* dan *open suction system* yang dianalisis dengan uji Mann-Whitney tidak menunjukkan perbedaan bermakna ( $p = 0,083$ ).

Hasil penelitian ini sesuai dengan sebagian besar penelitian dan meta analisis yang ada dan didapatkan hasil tidak ada pengaruh yang positif terhadap kemungkinan terjadinya pneumonia nosokomial.<sup>20</sup> Selain itu efektivitas biaya juga masih menjadi pertimbangan karena penggunaan CSS *multiple-use* terkait dengan biaya yang lebih tinggi. Freytag menunjukkan bahwa penggunaan kateter suction in-line dalam waktu yang lama menunjukkan peningkatan kolonisasi dari traktus respirasi bagian bawah dan pertumbuhan bakteri pada permukaan kateter dalam kurun waktu 72 jam.<sup>30</sup>

Lorente, 2005 menunjukkan bahwa swab yang diperoleh pada saat pasien masuk dan dua kali per-minggu pada saat menjalani perawatan menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna dan juga tidak didapatkan perbedaan pada jenis mikroba.<sup>20</sup> Penelitian yang dilakukan Zeitound, 2003 menunjukkan bahwa penggunaan *closed suction system* tidak menurunkan insidensi pneumonia nosokomial.<sup>27</sup> Temuan meta-analisis Jongerden 2007 juga menunjukkan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang ada (8 penelitian, 1272 pasien) dan tingkat mortalitas (4 penelitian, 19 pasien) dan kultur sekret (2 penelitian, 37 pasien). Namun demikian penggunaan CSS sendiri masih menjadi pertimbangan terutama bila dihubungkan dengan efek samping OSS, yang mengakibatkan lepasnya pasien dari ventilator mekanik. Meta-analisis



Jongerden menggaris-bawahi bahwa CSS secara signifikan menurunkan perubahan dalam detak jantung (empat penelitian, 85 pasien, *weighted mean difference*, -6.33; 95% confidence interval, -10.80 to -1.87) dan juga mengurangi perubahan tekanan rerata arteri (tiga penelitian, 59 pasien; *standardized mean difference*, -0.43; 95% confidence interval, -0.87 to 0.00).<sup>28</sup> Temuan Brucia, 1996 menunjukkan bahwa penggunaan CSS lebih diutamakan untuk menghindari kenaikan tekanan intrakranial selama penggunaan OSS. Hal yang masih memberikan dukungan penggunaan CSS antara lain adalah CSS mengurangi kontaminasi dari lingkungan bila dibandingkan dengan OSS.<sup>30</sup> Pada penelitian ini ditunjukkan tidak ditemukannya kuman patogen di saluran napas, yang diketahui seperti *Staphylococcus aureus*, *S.pyogenes*, *C. diphtheriae*, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *Chlamydia trachomatis*, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus grup A*, *Mycoplasma pneumonia*, *N.meningitidis*, *M. tuberculosis*, *Klebsiella pneumonia*. Jenis bakteri yang ditemukan pada penelitian ini untuk kelompok *closed suction system* adalah *S.epidermidis* 60% (9/15), *E.coli* 20% (3/15), *A.faecalis* 20%(3/15). Sedangkan untuk kelompok *open suction system* adalah *S.epidermidis* 60% (9/15), *S. βhemolyticus* 6% (1/15), *E.coli* 6% (1/15). *A.faecalis* 12%(2/15), dan *P.mirabilis* 6%(1/15).<sup>30</sup>

#### SIMPULAN

Terdapat penurunan jumlah bakteri trakhea pada kelompok *closed suction system* dengan pembilasan *chlorhexidine*

2% secara bermakna. Terdapat juga penurunan jumlah bakteri trakhea pada kelompok *open suction system* dengan pembilasan *chlorhexidine* 2% secara bermakna. penurunan jumlah bakteri trakhea pada kelompok *closed suction system* didapatkan tidak bermakna bila dibandingkan dengan *open suction system*.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ibrahim EH, Mehringer L, Prentice D, Sherman G, Schaiff R, Fraser V, Kollef MH. Early versus late enteral feeding of mechanically ventilated patients: results of a clinical trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2002;26(3):174–181.
2. Rello J, Ollendorf DA, Oster G, Vera-Llonch M, Bellm L, Redman R, et al. Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database. *Chest* 2002;122(6):2115–2121.
3. Japoni A, Vazin A, Davarpanah MA, Afkhami Ardakani M, Alborzi A, Japoni S, Razaatpour N. Ventilator-associated pneumonia in Iranian intensive care units. *J Infect Dev Ctries*. 2011 Apr 26;5(4):286-93.
4. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Crit Care Med* 1999;27:887–892.
5. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:867–903.
6. Bergmans DCJJ, Bonten MJM, Gaillard CA, van Tiel FH, van der Geest S, de Leeuw PW, Stobberingh EE. Indications for antibiotic use in ICU patients: a one-year prospective surveillance. *J Antimicrob Chemother* 1997;39:527–535.
7. Craven DE. Epidemiology of ventilator-associated pneumonia. *Chest*. 2000;117 (4 suppl 2):186S-187S.

8. Kollef MH. The prevention of ventilator-associated pneumonia. *N Engl J Med*.1999;340(8):627-634.
9. Chan EY, Ruest A, Meade M, Cook DJ. Oral decontamination for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adults: systematic review and meta-analysis. *BMJ* (serial on internet) 2007 (cited 2010 Dec 10); 334:889. Available from: <http://www.medscape.com/viewarticle>
10. Wiryana M. Ventilator associated pneumonia. *Jurnal penyakit dalam* (serial on internet) 2007 (cited 7 Januari 2012) <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/ventilator%20associated%20pneumonia.pdf>
11. Deppe SA, Kelly JW, Thoi LL, et al. Incidence of colonization, nosocomial pneumonia, and mortality in critically ill patients using a Trach Carew closed-suction system versus an opensuction system: prospective, randomized study. *Crit Care Med* 1990;18:1389—1393.
12. Jelic S, Cunningham JA, Factor P. Clinical review: airway hygiene in the intensive care unit: *Critical Care* 2008, 12:209
13. Combes P, Fauvage B, Oleyer C. Nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients, a prospective randomized evaluation of the Stericath closed suctioning system. *Intens Care Med* 2000;26:878—882.
14. Zeitoun SS, De Barros ALBL, Diccini S. A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *J Clin Nurs* 2003;12:484—489.
15. Bonten MJM, Bergmans DCJJ, Ambergen AW, de Leeuw PW, van der Geest S, Stobberingh EE, Gaillard CA. Risk factors for pneumonia, and colonization of respiratory tract and stomach in mechanically ventilated ICU patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1339–1346.
16. Pugin J, Auckenthaler R, Lew DP, Suter PM. Oropharyngeal decontamination decreases incidence of ventilator-associated pneumonia: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *JAMA* 1991;265:2704–2710.
17. Koeman M, Hak F, Ramsay G, Joore, Kaasjager K, Hans et.al. Oral decontamination with chlorhexidine reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Am J Resp Crit Care Med* 2006;173:1348-55
18. Ogata J, Minami K, Miyamoto H, Horishita T, Ogawa M, Sata T, et al. Gargling with povidone-iodine reduces the transport of bacteria during oral intubation. *Can J Anaesth* 2004;51(9):932-6
19. Tantipong H, Morkchareonpong C, Jaiyindee S, Thamlikitkul V. Randomized controlled trial and meta-analysis of oral decontamination with 2% chlorhexidine solution for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30(1):101-2
20. Panchabhai TS, Dangayach NS. Role of chlorhexidine gluconate in ventilator associated pneumonia prevention strategies in ICU patients: where are we headed? *Crit Care* 2009;13(6):427
21. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep* 2004;53:1–36.
22. Emilson CG. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. *Scand J Dent Res* 1977;85:255–265.
23. Maggiore SM, Iacobone E, Zito G, Conti C, Antonelli M, Proietti R. Closed versus open suctioning techniques. *Minerva Anestesiol.* 2002;68(5):360-4.
24. Paul-Allen J, Ostrow CL. Survey of nursing practices with closed-system suctioning. *Am J Crit Care.* 2002;9(1):9-17,quiz 18-9. Comment in: *Am J Crit Care.* 2000;9(1):6-8.
25. Lorente L, Lecuona M, Martin MM, Garcia C, Mora ML, Sierra A. Ventilator-associated pneumonia using a closed versus an open

- tracheal suction system. *Crit Care Med*. 2005;33(1):115-9.
26. Kollef MH. The prevention of ventilator associated pneumonia. *N Engl J Med* 2005;340:627-34.
27. Lasocki S, Lu Q, Sartorius A, Fouillat D, Remerand F, Rouby JJ. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology*. 2006;104(1):39-47.
28. Brochard L, Mion G, Isabey D, Bertrand C, Messadi AA, Mancebo J, et al. Constant-flow insufflation prevents arterial oxygen desaturation during endotracheal suctioning. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144(2):395-400.
29. Combes P, Fauvage B, Oleyer C. Nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients, a prospective randomized evaluation of the Stericath closed suctioning system. *Intens Care Med* 2000;26:878-882.
30. Zeitoun SS, De Barros ALBL, Diccini S. A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *J Clin Nurs* 2003;12:484-489.