

IDENTIFIKASI BAKTERI MRSA DAN *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* (ESBL) PADA ALAT VENTILATOR DI RUANG ICU RSUD X BATU

Dyah Dwi Retnani^{1*}, Yulia Ratna Dewi²

^{1,2}Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Indonusa Surakarta

✉ Corresponding author : 23.dyah.dwi@poltekindonusa.ac.id

ABSTRAK

Infeksi nosokomial di ICU, terutama yang berhubungan dengan penggunaan ventilator, paling sering terjadi dalam bentuk pneumonia nosokomial atau Hospital Acquired Pneumonia (HAP). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan pendekatan cross-sectional. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2024 di Intensive Care Unit (ICU) RS X Batu. Subyek penelitian ini adalah ventilator yang digunakan di ICU RS X Batu. Proses pendataan diawali dengan pengambilan sampel menggunakan metode usap pada berbagai permukaan ventilator yang ada di ICU. Hasil usap kemudian langsung ditanam pada media kultur. Media kultur diinkubasi dalam kondisi tertentu untuk memungkinkan pertumbuhan bakteri. Setelah koloni bakteri tumbuh pada media kultur, dilakukan pewarnaan gram. Langkah selanjutnya melibatkan identifikasi bakteri menggunakan BD phoenixTM 100, yang secara otomatis mengidentifikasi spesies bakteri. Data dianalisis secara deskriptif frekuensi untuk mengetahui prevalensi pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) yang resisten methisilin. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada pertumbuhan bakteri MRSA dan *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) pada ventilator sebelum digunakan pasien. Namun, pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) diamati pada 11,1% ventilator yang digunakan pasien di ICU selama lebih dari 3 x 24 jam, tidak termasuk semua kemungkinan sumber infeksi lain sebelum pasien masuk ICU.

Kata kunci : *klebsiella pneumoniae* (ESBL); *staphylococcus aureus* (MRSA) yang resisten methisilin; ventilator

ABSTRACT

This research is a descriptive quantitative study using a cross-sectional approach. The study was conducted in August 2024 in the Intensive Care Unit (ICU) of X Batu Hospital. The subjects of this study are ventilators used in the ICU of X Batu Hospital. The data collection process began by taking samples using a swab method on various surfaces of the ventilators in the ICU. The swabs were then immediately planted on culture media. The culture media were incubated under specific conditions to allow bacterial growth. Once bacterial colonies grew on the culture media, gram staining was performed. The next step involved bacterial identification using the BD phoenixTM 100, which automatically identifies bacterial species. The data were analyzed descriptively by frequency to determine the prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) bacteria growth. The study results showed no growth of MRSA and *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) bacteria on ventilators before they were used by patients. However, *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) growth was observed in 11.1% of ventilators used by patients in the ICU for more than 3 x 24 hours, excluding all other possible sources of infection prior to the patient's admission to the ICU.

Keywords : methicillin-resistant *staphylococcus aureus* (MRSA); *klebsiella pneumoniae* (ESBL); ventilators

PENDAHULUAN

Infeksi yang terjadi di rumah sakit atau dikenal sebagai infeksi nosokomial, merupakan salah satu tantangan terbesar dalam pengelolaan kesehatan. Infeksi *nosokomial*, atau *Healthcare Associated Infections* (HCAI), adalah infeksi yang muncul pada pasien selama mereka menerima perawatan medis di rumah sakit atau fasilitas perawatan kesehatan lainnya, yang tidak ada pada saat pasien pertama kali masuk rumah sakit (Sa'diyah, et. al., 2022).

Intensive Care Unit (ICU) adalah salah satu bagian dari rumah sakit yang paling rentan terhadap terjadinya infeksi nosokomial. Di ruang ICU, pasien yang dirawat biasanya berada dalam kondisi kritis, dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, sehingga lebih rentan terhadap infeksi. Selain itu, ICU juga merupakan tempat di mana berbagai prosedur invasif dilakukan, termasuk penggunaan alat-alat medis seperti ventilator mekanik, yang meskipun penting untuk mendukung kehidupan pasien, juga dapat menjadi media penyebaran infeksi (Priyantini, et. al., 2024).

Ventilator mekanik adalah alat yang digunakan untuk membantu pasien bernapas ketika mereka tidak dapat melakukannya sendiri. Alat ini sering kali diperlukan dalam jangka waktu yang lama, terutama bagi pasien dengan kondisi kesehatan yang serius. Namun, penggunaan ventilator mekanik yang tidak disertai dengan prosedur sterilisasi dan desinfeksi yang memadai dapat menyebabkan kontaminasi alat tersebut oleh mikroorganisme patogen, seperti bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumoniae* yang menghasilkan *Extended-Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) (Manurung, 2019).

Klebsiella pneumoniae adalah bakteri Gram-negatif yang sering ditemukan sebagai penyebab infeksi pada saluran pernapasan, saluran kemih, dan aliran darah. Kemampuan *Klebsiella pneumoniae* untuk menghasilkan *Extended-Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) membuat bakteri ini mampu merusak antibiotik *sefalosporin spektrum* luas, sehingga membuat infeksi yang disebabkan lebih sulit untuk diobati (Chang et. al., 2021). ESBL adalah enzim yang diproduksi oleh beberapa bakteri, yang memberikan mereka kemampuan untuk menghidrolisis antibiotik *beta-laktam*, termasuk *penisilin* dan *sefalosporin*, yang merupakan antibiotik lini pertama dalam pengobatan banyak infeksi bakteri. Dengan kemampuan resistensi yang tinggi, infeksi yang disebabkan oleh bakteri penghasil ESBL, seperti *Klebsiella pneumoniae*, menjadi semakin sulit untuk ditangani, memerlukan penggunaan antibiotik yang lebih kuat, yang sering kali memiliki efek samping yang lebih serius (Ruotsalainen, et. al., 2020).

RSUD X Batu, sebagai salah satu rumah sakit rujukan terbesar di Kota Batu, memiliki fasilitas *Intensive Care Unit* (ICU) yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana medis yang canggih. Namun, baru-baru ini ditemukan kasus infeksi *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) pada seorang pasien yang sebelumnya dirawat di ICU. Pasien tersebut diduga mengalami infeksi MRSA setelah beberapa hari mendapatkan perawatan intensif di ruang ICU, yang menimbulkan kekhawatiran akan kemungkinan kontaminasi alat-alat medis di ICU, khususnya ventilator mekanik yang digunakan oleh pasien tersebut. Penemuan ini menunjukkan perlunya perhatian lebih terhadap prosedur sterilisasi dan desinfeksi alat medis di ICU untuk mencegah terjadinya infeksi nosokomial yang disebabkan oleh bakteri patogen seperti MRSA dan *Klebsiella pneumoniae* yang menghasilkan ESBL.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumoniae* yang menghasilkan *Extended-Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) pada alat ventilator di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) RSUD X Batu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya pencegahan dan pengendalian infeksi nosokomial di rumah sakit, serta mendukung peningkatan kualitas pelayanan kesehatan di

RSUD X Batu. Dengan mengidentifikasi keberadaan bakteri-bakteri ini pada alat ventilator, langkah-langkah pencegahan yang lebih tepat dapat diambil untuk melindungi pasien dari risiko infeksi yang berpotensi fatal.

METODE

Penelitian ini menggunakan Deskriptif kuantitatif dengan pendekatan cross sectional. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2024. di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) RSUD X Batu. Subjek penelitian ini adalah alat ventilator yang digunakan di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) X Batu. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *Methicilin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumonia* (ESBL) dan variabel terikat adalah semua alat ventilator yang terdapat di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) RSUD X Batu. Instrumen utama yang digunakan adalah swab steril. Data hasil penelitian yang diperoleh disajikan secara deskriptif dan dianalisis menggunakan uji frekuensi untuk mengetahui prevalensi pertumbuhan bakteri *methicilin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumonia* (ESBL) pada alat ventilator di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) RSUD X Batu.

Tabel 1. Hasil Uji pada Media BAP
Hasil Uji Bakteri *S. Aureus* pada Media BPA

Kode sampel	Morfologi	Sebelum digunakan pasien	Setelah digunakan 3 x 24 jam
Ven.1	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.2	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.3	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.4	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.5	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Positif (+)
Ven.6	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Positif (+)
Ven.7	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.8	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Positif (+)
Ven.9	Koloni bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, hemolisa positif	Negatif (-)	Negatif (-)

Keterangan : Positif (+) kriteria *Staphylococcus aureus*

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 tidak didapatkan pertumbuhan bakteri pada isolat swab ventilator sebelum digunakan oleh pasien yang mengarah pada kriteria *Staphylococcus aureus*

dan *Klebsiella pneumoniae*. Akan tetapi pada media BAP dengan sampel isolat swab ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam didapatkan pertumbuhan bakteri dengan kriteria *Staphylococcus aureus* pada sampel Ven.5 Ven.6 dan Ven.8 dan pada media MCA didapatkan pertumbuhan bakteri dengan kriteria *Klebsiella pneumoniae* pada sampel Ven.2 dan Ven.9.

Tabel 2. Hasil Uji pada Media MCA
Hasil Uji Bakteri *K. pneumoniae* pada Media MCA

Kode sampel	Morfologi	Sebelum digunakan pasien	Setelah digunakan 3 x 24 jam
Ven.1	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.2	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Positif (+)
Ven.3	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.4	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.5	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.6	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.7	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.8	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Negatif (-)
Ven.9	koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa	Negatif (-)	Positif (+)

Keterangan : Positif (+) kriteria *Klebsiella pneumoniae*

Hasil dari media BAP dan MCA yang telah ditumbuhi oleh bakteri di lanjutkan dengan identifikasi bakteri Gram positif dan negatif.

Tabel 3. Hasil Uji Identifikasi Pewarnaan Gram

Kode sampel	Hasil Identifikasi pada Ventilator Sebelum Digunakan Pasien		Hasil Identifikasi pada Ventilator Setelah Digunakan Pasien Lebih Dari 3 X 24 Jam		Gram dari media MC
	Pengecatan Gram dari media BAP	Pengecatan Gram dari media MC	Pengecatan Gram dari media BAP	Pengecatan Gram dari media MC	
Ven.1	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, coccus bergerombol	Tidak ada pertumbuhan	ada
Ven.2	Gram positif, bentuk batang	Gram negatif, batang	Gram negatif, batang	Gram negatif, batang	
Ven.3	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, coccus bergerombol	Tidak ada pertumbuhan	ada
Ven.4	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, coccus berderet	Tidak ada pertumbuhan	ada
Ven.5	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, coccus bergerombol	Tidak ada pertumbuhan	ada

Ven.6	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, bentuk coccus bergerombol	Tidak ada pertumbuhan
Ven.7	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram negatif, bentuk batang	Tidak ada pertumbuhan
Ven.8	Tidak ada pertumbuhan	Tidak ada pertumbuhan	Gram positif, bentuk coccus bergerombol	Tidak ada pertumbuhan
Ven.9	Gram negatif, bentuk batang	Gram negatif, bentuk batang	Gram negatif, bentuk batang	Gram negatif, bentuk batang

Berdasarkan tabel 3 didapatkan pertumbuhan bakteri pada isolat swab yang belum digunakan, pada Ven.2 Gram-positif batang dan Gram-negatif batang pada Ven.9 didapatkan bakteri Gram-negatif. Pada isolat swab ventilator yang digunakan oleh pasien > 3 x 24 jam didapatkan hasil Gram-positif bergerombol pada Ven.1 Ven.3 Ven.5 Ven.6 Ven.8, Gram-positif berderet terapat pada Ven.4 sementara pada Ven.2 Ven.7 dan Ven.9 didapatkan bakteri Gram-negatif berbentuk batang. Setelah dilakukan isolasi dan identifikasi dengan penanaman pada media dan pewarnaan Gram, selanjutnya koloni kuman yang tumbuh dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan alat BD Phoenix™ 100. Dari identifikasi ini didapatkan hasil sebagai berikut :

Pada isolat alat ventilator yang belum digunakan oleh pasien ditemukan bakteri basillus sp sebanyak 11,1% dan Kingella 11,1%. Pada isolat alat ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam didapatkan *Staphylococcus epidermidis* 11,1% *Klebsiella pneumoniae* 22,2% *Staphylococcus aureus* 33,3% *Klebsiella pneumoniae (ESBL)* 11,1% *Streptococcus pneumonia* 11,1%.

Tabel 4. Data Dianalisa Secara Deskriptif Menggunakan Uji Frekuensi sebelum

		<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
Valid	negatif	7	77.8	77.8	77.8
	positif Non2 MRSA + ESBL		22.2	22.2	100.0
	Total	9	100.0	100.0	

Hasil uji frekuensi identifikasi bakteri pada isolat alat ventilator yang belum digunakan oleh pasien menunjukkan sebagian besar memiliki hasil negatif sebanyak 7 sampel (77.8%), positif Non MRSA dan *K.pneumonia* ESBL sebanyak 2 sampel (22.2%). Hasil positif MRSA dan *K.pneumoniae* (ESBL) tidak ditemukan.

Tabel 5. Hasil Uji Frekuensi Hasil Identifikasi Bakteri pada Isolat Alat Ventilator 3 x 24 jam

		<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
Valid	negatif	1	11.1	11.1	11.1
	positif MRSA1 + ESBL		11.1	11.1	22.2
	positif Non7 MRSA + ESBL		77.8	77.8	100.0
	Total	9	100.0	100.0	

Hasil uji frekuensi hasil identifikasi bakteri pada isolat alat ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam menunjukkan sebagian besar positif bakteri Non MRSA dan *K.pneumoniae* (ESBL) sebanyak 7 sampel (77.8%), hasil positif *K.pneumoniae* (ESBL) sebanyak 1 sampel (11.1%) dan hasil negatif sebanyak 1 sampel (11.1%).

PEMBAHASAN

Pengujian sampel swab isolat didapat dari sembilan alat ventilator yang terdapat di ruang ICU RSUD X Batu yang diambil sebelum alat ventilator digunakan dan setelah digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam. Metode isolasi dan identifikasi dilakukan setelah isolat ditanam pada media pertumbuhan AST Broth yang kemudian di inkubasi pada suhu 37° selama 24 jam. Tahapan selanjutnya dilakukan penanaman pada media differensial BAP (Blood Agar Plate) dan MC (Mac Conkey agar).

Hasil isolasi dan identifikasi pada sampel yang diperiksa tidak didapatkan pertumbuhan bakteri pada isolat swab ventilator sebelum digunakan oleh pasien yang mengarah pada kriteria *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. Akan tetapi pada media BAP dengan sampel isolat swab ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam didapatkan pertumbuhan bakteri dengan kriteria *Staphylococcus aureus* sebanyak 3 sampel dan pada media MCA didapatkan pertumbuhan bakteri dengan kriteria *Klebsiella pneumoniae* sebanyak 2 sampel.

Pada media BAP *Staphylococcus aureus* mempunyai ciri khas yaitu koloni berbentuk bulat, cembung, licin dan halus, berwarna abu-abu hingga kuning keemasan dan menghasilkan hemolisa / dikelilingi zona terang (J.Kaunang dkk,2022). Interpretasi *Klebsiella pneumoniae* pada media MCA mempunyai ciri ciri koloni bulat, cembung berwarna pink / memfermentasi laktosa (A.I Labunda dkk, 2024).

Hasil dari media BAP dan MCA yang telah ditumbuhi oleh bakteri di lanjutkan dengan identifikasi bakteri Gram positif dan negatif. Pada isolat swab yang belum digunakan didapatkan pertumbuhan bakteri Gram-positif batang dan Gram-negatif batang pada 1 sampel dan pertumbuhan bakteri Gram-negatif pada 1 sampel. Pada isolat swab ventilator yang digunakan oleh pasien > 3 x 24 jam didapatkan Gram-positif bergerombol pada 5 sampel, bakteri Gram-negatif berbentuk batang pada 3 sampel dan Gram-positif berderet pada 1 sampel.

Secara mikroskopis *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram-positif berwarna ungu berbentuk bulat (kokus) dan bergerombol menyerupai rangkaian anggur (Idrees, et. al., 2021). Morfologi *Klebsiella pneumoniae* secara mikroskopis mempunyai ciri – ciri berbentuk batang bersifat Gram-negatif berwarna merah (A.I Labunda dkk, 2024).

Tahap selanjutnya dilakukan identifikasi menggunakan alat BD Phoenix™ 100 untuk mengetahui spesies bakteri dan sekaligus melihat sensitifitas bakteri terhadap antibiotik. Hasilnya Pada isolat alat ventilator yang belum digunakan oleh pasien ditemukan bakteri basilus sp sebanyak 11,1% dan Kingella 11,1%. Pada isolat alat ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam didapatkan *Staphylococcus epidermidis* 11,1% *Klebsiella pneumoniae* 22,2% *Staphylococcus aureus* 33,3% *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) 11,1% *Streptococcus pneumoniae* 11,1%.

Berdasarkan hasil tersebut dilakukan analisis frekuensi mengenai identifikasi bakteri *methicilin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) pada alat ventilator di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) RSUD X Batu. Hasil analisis frekuensi didapatkan pada isolat alat ventilator yang belum digunakan oleh pasien menunjukkan sebagian besar memiliki hasil negatif sebanyak 7 sampel (77.8%), positif Non MRSA dan *K.pneumoniae* (ESBL) sebanyak 2 sampel (22.2%). Hasil identifikasi bakteri pada isolat alat

ventilator yang digunakan oleh pasien lebih dari 3 x 24 jam menunjukkan sebagian besar positif bakteri Non MRSA dan *K.pneumoniae* (ESBL) sebanyak 7 sampel (77.8%), hasil positif *K. pneumoniae* (ESBL) sebanyak 1 sampel (11.1%) dan hasil negatif sebanyak 1 sampel (11.1%).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan cara pemeriksaan kultur menggunakan alat BD Phoenix™ 100 ditemukan adanya bakteri *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) sebanyak 11,1% pada alat ventilator hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dian Dwi Wahyuni dkk, 2020 yang meneliti tentang Profil dan Pola Kepekaan Bakteri Penyebab Ventilator-Associated Pneumonia dimana pada penelitian tersebut menyatakan ditemukan bakteri penghasil Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) pada isolat pasien yang diduga mengalami VAP dalam waktu kurang dari 96 jam dan di atas 96 jam.

Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Niken (2020) dimana salah satu bentuk infeksi nosokomial yang paling sering terjadi di ICU Hospital Acquired Pneumonia (HAP) yaitu jenis pneumonia yang terjadi setelah pasien dirawat di rumah sakit selama lebih dari 48 jam, dengan menyingkirkan semua kemungkinan infeksi yang terjadi sebelum pasien masuk rumah sakit. Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) adalah jenis HAP yang paling sering terjadi pada pasien yang menggunakan ventilator mekanik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Terdapat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) 11,1% dari total alat ventilator di ruang *Intensive Care Unit* (ICU) yang digunakan oleh pasien selama lebih dari 3 x 24 jam. Dengan menyingkirkan semua kemungkinan infeksi yang terjadi sebelum pasien masuk ke ruang *Intensive Care Unit* (ICU). Tidak terdapat pertumbuhan bakteri patogen pada alat ventilator sebelum digunakan oleh pasien

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih atas dukungan, inspirasi dan bantuan kepada semua pihak dalam membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini, termasuk pada peserta yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Almwafy, A. (2020). PRELIMINARY CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF GRAM POSITIVE HEMOLYSIS BACTERIA. , 62, 96-109. <https://doi.org/10.21608/ajps.2020.118378>.
- Arato, V., Raso, M., Gasperini, G., Scorza, F., & Micoli, F. (2021). Prophylaxis and Treatment against *Klebsiella pneumoniae*: Current Insights on This Emerging Anti-Microbial Resistant Global Threat. *International Journal of Molecular Sciences*, 22. <https://doi.org/10.3390/ijms22084042>.
- Ariani, N., Febrianti, D. R., & Niah, R. (2020). Uji Aktivitas Ekstrak Etanolik Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *Jurnal Pharmascience*, 7(1), 107-115.
- Bintari, N. W. D., & Parwati, P. A. (2021, November). Gambaran Methicilin Resistant *Staphylococcus aureus* (Mrsa) Pada Saliva Perokok Tembakau. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 9, pp. 105-110).

- Chang, D., Sharma, L., Cruz, C., & Zhang, D. (2021). Clinical Epidemiology, Risk Factors, and Control Strategies of *Klebsiella pneumoniae* Infection. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.750662>.
- Cheung, G., Bae, J., & Otto, M. (2021). Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. *Virulence*, 12, 547 - 569. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>.
- Chiu, L., & Kao, K. (2021). Mechanical Ventilation during Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Distress Syndrome: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 10. <https://doi.org/10.3390/jcm10214953>.
- Choi, M., Hégerlé, N., Nkeze, J., Sen, S., Jamindar, S., Nasrin, S., Sen, S., Permala-Booth, J., Sinclair, J., Tapia, M., Johnson, J., Mamadou, S., Thaden, J., Fowler, V., Aguilar, A., Terán, E., Decré, D., Morel, F., Krogfelt, K., Brauner, A., Protonotariou, E., Christaki, E., Shindo, Y., Lin, Y., Kwa, A., Shakoor, S., Singh-Moodley, A., Perovic, O., Jacobs, J., Lunguya, O., Simon, R., Cross, A., & Tennant, S. (2020). The Diversity of Lipopolysaccharide (O) and Capsular Polysaccharide (K) Antigens of Invasive *Klebsiella pneumoniae* in a Multi-Country Collection. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01249>.
- Diniz-Silva, F., Moriya, H., Alencar, A., Amato, M., Carvalho, C., & Ferreira, J. (2020). Neurally adjusted ventilatory assist vs. pressure support to deliver protective mechanical ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized crossover trial. *Annals of Intensive Care*, 10. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-0638-0>.
- Gherardi, G. (2023). *Staphylococcus aureus* Infection: Pathogenesis and Antimicrobial Resistance. *International Journal of Molecular Sciences*, 24. <https://doi.org/10.3390/ijms24098182>.
- Hennart, M., Guglielmini, J., Maiden, M., Jolley, K., Criscuolo, A., & Brisse, S. (2021). A Dual Barcoding Approach to Bacterial Strain Nomenclature: Genomic Taxonomy of *Klebsiella pneumoniae* Strains. *Molecular Biology and Evolution*, 39. <https://doi.org/10.1093/molbev/msac135>.
- Idrees, M., Sawant, S., Karodia, N., & Rahman, A. (2021). *Staphylococcus aureus* Biofilm: Morphology, Genetics, Pathogenesis and Treatment Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147602>.
- Kelly, S., Ovchinnikova, O., Müller, F., Steffen, M., Braun, M., Sweeney, R., Kowarik, M., Follador, R., Lowary, T., Serventi, F., & Whitfield, C. (2023). Identification of a second glycoform of the clinically prevalent O1 antigen from *Klebsiella pneumoniae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2301302120>.
- Kim, Y. (2022). Treatment of acute respiratory failure: invasive mechanical ventilation. *Journal of the Korean Medical Association*. <https://doi.org/10.5124/jkma.2022.65.3.151>.
- Luo, K., Huang, Y., Xiong, T., & Tang, J. (2022). High-flow nasal cannula versus continuous positive airway pressure in primary respiratory support for preterm infants: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pediatrics*, 10. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.980024>.
- Manurung, J. J. (2019). Identifikasi Bakteri Dan Kepekaannya Terhadap Antibiotik Di Ruangan Intensive Care Unit Rumah Sakit Umum Daerah Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.
- Niken, Y. (2020). Analisis Pelaksanaan Pencegahan dan Pengendalian Infeksi Nosokomial di Ruang ICU RSUD dr. Rasidin Padang Tahun 2020 (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).

- Priyantini, D., Khaq, A. M., Susanti, F. T., Anucasana, F., Attabrani, J., Pujiono, P., ... & Wibowo, N. A. (2024). Pendidikan Kesehatan Terhadap Kepatuhan Kebersihan Tangan Keluarga Pasien di Ruang Perawatan Intensif. *Community Reinforcement and Development Journal*, 3(2), 14-19.
- Pustam, A., Jayaraman, J., & Ramsubhag, A. (2023). Comparative genomics and virulome analysis reveal unique features associated with clinical strains of *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella quasipneumoniae* from Trinidad, West Indies. *PLOS ONE*, 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283583>.
- Ruotsalainen, P., Given, C., Penttinen, R., & Jalasvuori, M. (2020). Beta-Lactam Sensitive Bacteria Can Acquire ESBL-Resistance via Conjugation after Long-Term Exposure to Lethal Antibiotic Concentration. *Antibiotics*, 9. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9060296>.
- Sa'diyah, H., Supriyatna, R., Kasih, B. A. T., Ananda, D. E., Kusumaningrum, M., Pangestu, R., & Sarwendah, S. (2022). Fasilitasi Deteksi Dini Pneumonia Pada Balita Dengan Menggunakan Media Aplikasi Sebar Pesona (Selamatkan Balita Dari Pneumonia) Di Kota Depok.
- Sekyere, J., & Mensah, E. (2020). Molecular epidemiology and mechanisms of antibiotic resistance in *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp., and *Streptococcus* spp. in Africa: a systematic review from a One Health perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1465. <https://doi.org/10.1111/nyas.14254>.
- Silva, P., Ball, L., Rocco, P., & Pelosi, P. (2022). Physiological and Pathophysiological Consequences of Mechanical Ventilation.. *Seminars in respiratory and critical care medicine*. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1744447>.
- Siriphap, A., Kittit, T., Khuekankaew, A., Boonlao, C., Thephinlap, C., Thepmalee, C., Suwannasom, N., & Khoothiam, K. (2022). High prevalence of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolates: A 5-year retrospective study at a Tertiary Hospital in Northern Thailand. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.955774>.
- Sulaiman, I., Miranda, N., Hook, W., Mendoza, J., Kumfert, Q., Barnes, T., Sung, K., Khan, S., Nawaz, M., Banerjee, P., Simpson, S., & Karem, K. (2023). A Single-laboratory Performance Evaluation of MALDI-TOF MS in Rapid Identification of *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter sakazakii*, *Vibrio parahaemolyticus*, and Some Closely Related Bacterial Species of Public Health Importance.. *Journal of AOAC International*. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsad109>.
- Sydow, K., Eger, E., Schwabe, M., Heiden, S., Bohnert, J., Franzenburg, S., Jurischka, C., Schierack, P., & Schaufler, K. (2022). *Geno- and Phenotypic Characteristics of a Klebsiella pneumoniae ST20 Isolate with Unusual Colony Morphology*. *Microorganisms*, 10. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10102063>.
- Wagner, A., Enne, V., Livermore, D., Craig, J., & Turner, D. (2020). A review of health economic models exploring and evaluating treatment and management of Hospital-Acquired Pneumonia (HAP) and Ventilator Associated pneumonia (VAP).. *The Journal of hospital infection*. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.09.012>.
- Wu, M., Yuan, X., Liu, L., & Yang, Y. (2022). *Neurally Adjusted Ventilatory Assist vs. Conventional Mechanical Ventilation in Adults and Children With Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.814245>.
- Zhu, J., Wang, T., Chen, L., & Du, H. (2021). *Virulence Factors in Hypervirulent Klebsiella pneumoniae*. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.642484>.