
MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AIR BACTERIA IN MANNITOL SALT AGAR MEDIUM

Fuad abdilah¹

Kurniawan^{2*}

¹Universitas Muhammadiyah
Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

^{2*}Universitas Muhammadiyah
Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

*email: kurniawan@ump.ac.id

Abstrak

Udara merupakan salah satu unsur penting bagi kehidupan sehingga kualitas dan komponen yang terkandung didalamnya harus dikontrol, mengingat udara merupakan salah satu media penyebaran bakteri patogen. Kualitas udara yang baik sangat dibutuhkan oleh pasien di rumah sakit, tetapi faktanya banyak ditemukan bakteri patogen penyebab infeksi nosokomial di ruang rawat inap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi bakteri udara pada ruang rawat inap yang mampu tumbuh pada medium selektif *Mannitol Salt Agar* (MSA). Penelitian ini dilakukan menggunakan metode observasional dengan rancangan *cross sectional*. Pengambilan sampel dilakukan pada 6 ruang rawat inap yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medium selektif MSA ternyata tidak hanya ditumbuhi oleh bakteri dari genus *Staphylococcus* saja, tetapi dapat pula ditumbuhi oleh beberapa jenis bakteri lainnya dengan karakter morfologi sel yang berbeda yaitu bakteri kokus Gram (+), kokus Gram (-) dan batang Gram (-) dengan bakteri yang dominan adalah bakteri kokus Gram (+). Bakteri tersebut diduga merupakan bakteri *Planococcus halophilus* dan *Enterobacter* sp yang memiliki kemampuan untuk memanfaatkan atau tidak kandungan manitol dan juga kemampuannya untuk hidup pada lingkungan dengan kadar garam (NaCl) tinggi (> 7,5%), dimana tekanan osmosisnya relatif tinggi. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, bakteri udara di ruang rawat inap yang mampu tumbuh di medium MSA tidak hanya bakteri *Staphylococcus* (kokus Gram (+) saja, tetapi juga dapat ditumbuhi oleh bakteri kokus Gram (-) dan batang Gram (-).

Kata Kunci:

bakteri udara, ruang perawatan, rumah sakit, MSA medium

Keywords:

air bacteria, treatment room, hospital, MSA medium

Abstract

Air is one of the important components of life so the quality and components contained therein must be controlled considering that air is one of the media for the spread of pathogenic bacteria. Good air quality is very much needed by patients in hospitals, but in fact, many pathogenic bacteria are found that cause nosocomial infections in inpatient rooms. This study aims to determine the morphological characteristics of airborne bacteria in the inpatient room that can grow on Mannitol Salt Agar (MSA) selective medium. This research was conducted using an observational method with a cross-sectional design. Sampling was carried out in 6 different inpatient rooms. The results showed that the MSA selective medium was not only covered with bacteria of the genus Staphylococcus but several other types of bacteria with different cell morphology characteristics, namely Gram (+) cocci, Gram (-) cocci, and Gram (-) rods with the dominant bacteria being Gram (+) cocci. These bacteria are thought to be Planococcus halophilus and Enterobacter sp bacteria which can utilize or not the mannitol content and also the ability to live in an environment with high salt (NaCl) content (> 7.5%) where the osmotic pressure is relatively high. The conclusion that can be drawn from this study is that airborne bacteria in the inpatient room that can grow on MSA medium are not only Staphylococcus (Gram (+) cocci, but also Gram (-) cocci and Gram (-) rods.

PENDAHULUAN

Rumah Sakit merupakan salah satu institusi kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna dalam bentuk rawat inap,

rawat jalan dan gawat darurat. Berkaitan dengan jenis pelayanannya, dikenal dua jenis rumah sakit yaitu rumah sakit umum dan rumah sakit khusus (Kemenkes RI, 2020).

Dilihat dari segi bangunan fisiknya, rumah sakit memiliki kekhususan tersendiri dan persyaratan khusus yang membedakan dengan bangunan-bangunan lainnya. Rumah sakit merupakan fasilitas kesehatan yang membutuhkan perhatian sangat khusus mulai dari tahap perencanaan, pembangunan, operasional dan pemeliharaannya (Kemenkes RI, 2012)

Terdapat beberapa prasarana yang harus dimiliki oleh sebuah bangunan untuk dapat dijadikan sebagai rumah sakit. Salah satu prasarana penting tersebut adalah instalasi tata udara yang harus didesain, diatur, dikelola dan dikendalikan dengan baik mengingat udara merupakan salah satu media penyebaran penyakit.

Rumah sakit dapat menjadi sumber penyebaran berbagai jenis mikroorganisme patogen di udara seperti bakteri, jamur, virus dan parasit. Selain itu, waktu operasional rumah sakit yang 24 jam non-stop memerlukan perhatian khusus terkait dengan temperatur dan kelembaban udara di dalam seluruh ruangan di rumah sakit.

Kualitas udara di rumah sakit harus memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan. Untuk ruang operasi tanpa dan dengan aktivitas, konsentrasi maksimum yang masih diperbolehkan adalah 35 cfu/mm³ dan 180 cfu/mm² (Kemenkes RI, 2019).

Rawat inap merupakan salah satu bentuk pelayanan kesehatan di rumah sakit yang diberikan kepada pasien yang memerlukan perawatan, penanganan dan pengawasan 24 jam oleh dokter atau tenaga kesehatan lainnya. Pasien tersebut ditempatkan di ruangan tertentu yang berisi satu pasien atau lebih sesuai dengan kelas pelayanan.

Ruangan rawat inap ini harus menjamin adanya pertukaran udara yang baik secara mekanik maupun alami. Untuk ventilasi mekanik minimal total pertukaran udara adalah 6 kali per jam, sedangkan untuk ventilasi alami harus lebih dari nilai tersebut. Selain itu, ruang rawat inap harus memiliki bukaan jendela yang aman untuk kebutuhan pencahayaan dan ventilasi alami.

Kesembuhan pasien rawat inap dapat dipengaruhi secara langsung maupun tidak langsung oleh kondisi fisik ruangan dan juga lingkungan. Kondisi lingkungan fisik meliputi suhu udara, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan dan warna

Isolasi dan identifikasi bakteri udara dapat dilakukan menggunakan beberapa medium umum atau medium selektif dan diferensial tergantung pada target bakteri yang diinginkan dan juga panjang pendeknya waktu penelitian. Medium *Mannitol Salt Agar* (MSA) secara teori merupakan medium selektif diferensial yang digunakan untuk mengisolasi dan membedakan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan bakteri *Staphylococcus* lainnya. Namun faktanya, kadang sering kali ditemukan adanya pertumbuhan koloni bakteri lain pada media MSA sehingga menjadikan pertanyaan besar bagi beberapa peneliti.

Berdasarkan uraian di atas peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian tentang keragaman bakteri udara di ruang rawat inap pasien rumah sakit. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik morfologi bakteri udara pada ruang rawat inap yang mampu tumbuh pada medium selektif *Mannitol Salt Agar* (MSA).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasional dengan rancangan *cross sectional*. Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Februari 2022. Pengambilan sampel dilakukan di salah satu rumah sakit di Kabupaten Purbalingga, sedangkan untuk analisis mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia FKIP dan Laboratorium TLM D4 UMP.

Prosedur kerja dilakukan dengan cara menyiapkan cawan petri yang berisi media *Mannitol Salt Agar* (MSA) dan diletakkan di ruang rawat inap dalam keadaan terbuka selama \pm 15 menit dan setelah itu cawan petri ditutup. Aktivitas ini dilakukan di 6 ruang rawat inap

sebagai perwakilan dari keseluruhan ruang rawat inap yang ada di rumah sakit ini.

Koloni bakteri yang tumbuh pada medium MSA diamati morfologinya seperti ukuran koloni, bentuk koloni, warna koloni, elevasi, tepi koloni dan sifat permukaan koloni. Setelah itu, dilakukan pemurnian koloni bakteri dengan cara mengambil 1 koloni bakteri yang berbeda dari tiap cawan petri untuk ditumbuhkan ke dalam media TSA miring. Koloni bakteri yang sudah tumbuh di dalam media TSA miring selanjutnya dijadikan sebagai kultur kerja untuk tahap pewarnaan Gram.

Prosedur pewarnaan Gram dari setiap kultur murni bakteri dilakukan dengan urutan langkah kerja berikut. Langkah pertama, kaca objek dibersihkan dari lemak dan debu menggunakan alkohol 96% atau dengan melewati kaca objek pada api bunsen, kemudian memberi tanda lingkaran sebagai tempat apusan bakteri pada kaca objek menggunakan spidol. Langkah kedua, koloni bakteri pada media TSA miring diambil menggunakan jarum ose untuk kemudian dioleskan merata di dalam lingkaran pada kaca objek, dan setelah itu difiksasi di atas api bunsen. Langkah ketiga, kaca objek diletakkan di atas rak pewarnaan bakteri untuk kemudian ditetesi dengan larutan kristal violet secara merata (menutupi apusan bakteri) dan didiamkan selama 1 menit. Setelah itu, kaca objek dicuci dengan akudes. Langkah keempat, kaca objek ditetesi dengan larutan lugol iodine tepat di bagian apusan bakteri dan didiamkan selama 1 menit. Setelah itu, kaca objek dicuci kembali dengan akuades. Langkah kelima, kaca objek ditetesi dengan larutan alkohol aseton secara perlahan sampai apusan menjadi tipis akibat berkurang atau hilangnya zat warna yang terperangkap di dalam apusan bakteri. Langkah ini dihentikan setelah tetesan alkohol aseton menjadi bening. Langkah keenam, kaca objek ditetesi dengan larutan safranin secara merata dan didiamkan selama 1 menit. Setelah itu, kaca objek dicuci menggunakan akuades. Langkah ketujuh, kaca objek didiamkan beberapa saat di suhu ruang agar apusan bakteri menjadi kering dengan sendirinya. Langkah

kedelapan, tepat di atas apusan bakteri, ditetesi sedikit *Canada Balsam* untuk kemudian diratakan dan ditutup dengan kaca penutup. Kaca objek didiamkan selama 24 jam agar *Canada Balsam* sudah benar-benar kering dan kaca penutup sudah melekat erat dengan kaca objek. Langkah kesembilan, dilakukan pengamatan apusan bakteri pada kaca objek di bawah mikroskop mulai dari perbesaran terkecil (4x) sampai perbesaran terbesar (100x) dengan bantuan minyak imersi. Langkah kesepuluh, lakukan pengambilan foto dari setiap kaca objek di bawah mikroskop dan tentukan kelompok bakteri yang diperoleh ke dalam bakteri Gram (-) jika sel bakteri yang terlihat berwarna merah atau bakteri Gram (+) jika sel bakteri yang terlihat berwarna ungu. Untuk bentuk sel bakteri dapat terlihat sebagai sel berbentuk batang, kokus atau spiral.

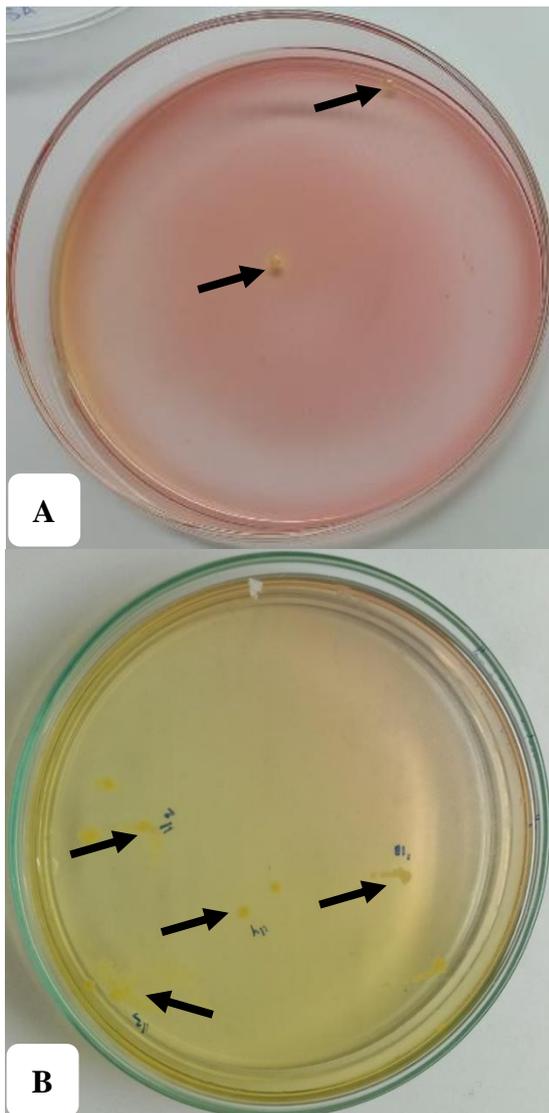
Jenis data yang digunakan yaitu data primer berupa keragaman jenis bakteri udara di ruang rawat inap yang didasarkan pada karakter morfologi koloni dan morfologi sel dari bakteri udara yang tumbuh pada medium selektif MSA

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil isolasi bakteri udara pada 6 ruang rawat inap pasien menggunakan medium MSA mendapatkan 15 isolat bakteri dengan karakteristik morfologi koloni yang berbeda seperti terlihat pada gambar 3.1. Koloni bakteri yang tumbuh pada media MSA memiliki ukuran kecil, berbentuk bulat, berwarna kuning, permukaan rata dan tidak menghasilkan zona kuning di sekitar koloni (Gambar 3.1.A). Selain itu, terdapat pula koloni bakteri yang berukuran sedang, berbentuk bulat, berwarna kuning keemasan, berkilau, cembung dan terdapat zona kuning (Gambar 3.1.B). Menurut www.biotrend.com, media *Chapman's Agar* atau *Mannitol Salt Agar* (MSA) adalah media kultur selektif semi-sintetik yang digunakan untuk seleksi bakteri halofilik, terutama yang mampu memfermentasi manitol seperti bakteri *Staphylococcus aureus*. Koloni bakteri

yang tumbuh pada media MSA dengan ciri koloni dan media di sekitar koloni berwarna kuning menandakan bahwa koloni tersebut merupakan bakteri *S. aureus*. Selain itu, pada media MSA ini juga dapat tumbuh koloni bakteri yang berwarna merah muda atau merah yang menandakan bahwa koloni tersebut merupakan bakteri dari kelompok bakteri *Staphylococcus koagulase negatif* seperti *S. epidermidis*.



Gambar 3.1. Koloni bakteri udara ruang rawat inap pada media MSA

Pada penelitian ini ditemukan koloni berwarna kuning, berukuran kecil, tetapi tidak menghasilkan warna kuning di sekitar koloni. Ini menunjukkan bahwa bakteri tersebut bukan *S. aureus* atau *S. epidermidis*. Menurut microbiologie-clinique.com, media MSA dapat

ditumbuhi oleh koloni bakteri berwarna kuning dan berukuran kecil. Bakteri ini termasuk dalam kelompok bakteri *Staphylococcus*, tepatnya adalah bakteri *S. saprophyticus* yang memiliki ciri koloni berukuran kecil, berwarna kuning dan menghasilkan zona kuning yang terbatas (kecil) di sekitar koloni.

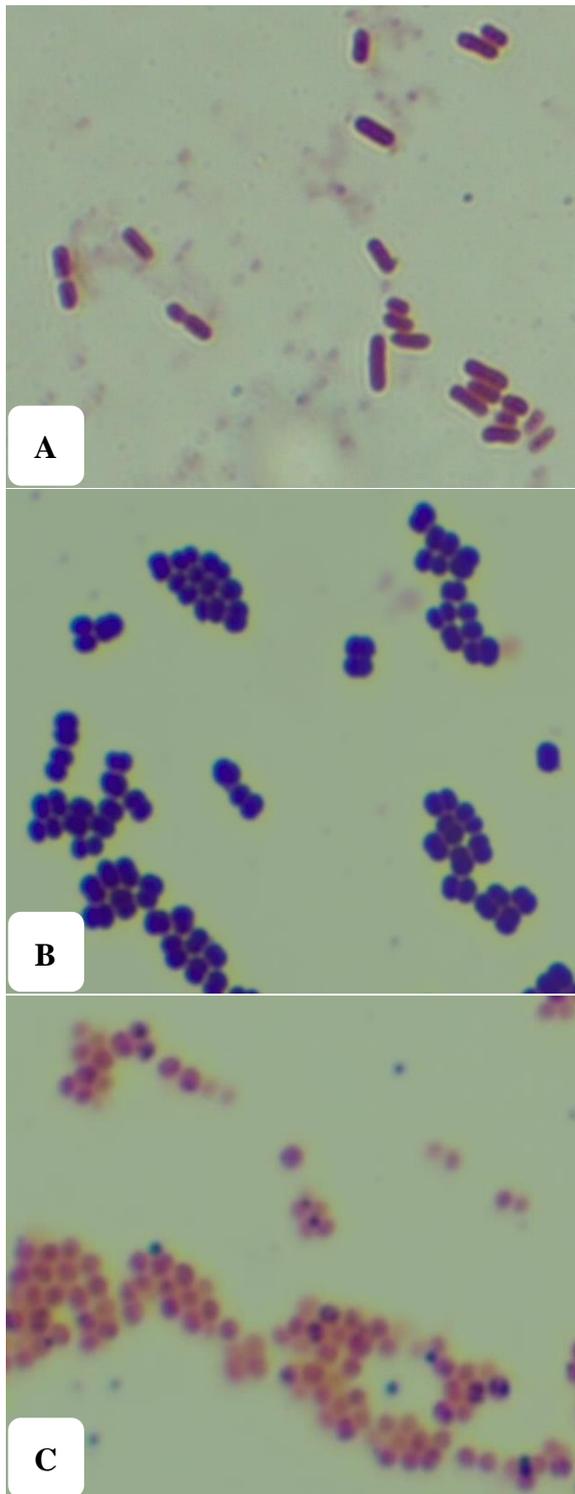
Tabel 3.1. Hasil pewarnaan Gram isolat bakteri udara pada ruang rawat inap

No	Kode Isolat	Hasil Pewarnaan
1.	R1.U1	Kokus Gram (+)
2.	R1.U2	Kokus Gram (+)
3.	R1.U3	Kokus Gram (+)
4.	R2.U1	Kokus Gram (+)
5.	R3.U1	Batang Gram (-)
6.	R3.U2	Kokus Gram (+)
7.	R3.U3	Kokus Gram (+)
8.	R3.U4	Kokus Gram (+)
9.	R4.U1	Kokus Gram (+)
10.	R4.U2	Kokus Gram (-)
11.	R4.U3	Kokus Gram (+)
12.	R4.U4	Kokus Gram (+)
13.	R5.U1	Kokus Gram (+)
14.	R6.U1	Kokus Gram (+)
15.	R6.U2	Kokus Gram (+)

Bakteri *S. aureus* bersifat non-motil, nonspora, anaerob fakultatif, katalase positif dan oksidase negatif yang mampu tumbuh pada suhu 6,5-46 °C dan pada pH 4,2-9,3. Koloni tumbuh dalam waktu 24 jam dengan diameter mencapai 4 mm, berbentuk bundar, halus, menonjol dan berkilau., berwarna abu-abu sampai kuning emas tua (pigmen *lipochrome*) yang menyebabkan koloni tampak berwarna kuning keemasan dan kuning jeruk. Pigmen kuning tersebut membedakannya dengan bakteri *S. epidermidis* yang menghasilkan pigmen putih. Pigmen kuning keemasan muncul pada kultur bakteri *S. aureus* yang berumur 18-24 jam dan suhu 37° C dengan suhu optimal adalah suhu kamar (20-25° C) (Dewi, 2013).

Setelah melakukan pengamatan karakter morfologi koloni bakteri, langkah selanjutnya adalah karakterisasi morfologi sel bakteri menggunakan metode pewarnaan Gram. Pada penelitian ini dilakukan pewarnaan Gram pada seluruh koloni bakteri yang tumbuh (15 isolat) dengan hasil pewarnaan menunjukkan adanya 3 bentuk sel bakteri yaitu bakteri bentuk batang Gram negatif,

kokus Gram positif dan kokus Gram negatif seperti tersaji pada tabel 3.1. dan gambar 3.2.



Gambar 3.2. Morfologi sel bakteri udara ruang rawat inap (A: Batang Gram (-); B: Kokus Gram (+); C: Kokus Gram (-)

Bakteri batang Gram negatif ditandai dengan sel yang berbentuk seperti tabung silinder dan berwarna merah (Gambar 3.2.A). Sel memiliki sisi panjang 2-5 kali dari

sisi lebar dan terwarnai oleh larutan safranin sebagai pewarna pembanding. Konfigurasi (susunan) dari sel ini dapat berupa sel tunggal, berpasangan, rantai atau bergerombol.

Bakteri kokus Gram (+) ditandai dengan sel yang berbentuk bulat dan berwarna ungu (Gambar 3.2.B). Ukuran sel dari semua sisi sama panjang sehingga simetris dengan konfigurasi (susunan) sel dapat sendiri (tunggal), berpasangan, tiga, empat atau bergerombol banyak. Warna sel terlihat ungu menandakan bahwa sel ini mampu mempertahankan kristal violet di dalam sel sebagai pewarna primer.

Bakteri kokus Gram (-) dicirikan dengan sel yang berbentuk bulat, tetapi warna selnya merah sebagai tanda bahwa sel ini menyerap larutan safranin (Gambar 3.2.C). sama seperti pada bakteri kokus Gram (+), konfigurasi (susunan) sel dari bakteri ini dapat sendiri (tunggal), berpasangan, tiga, empat atau bergerombol banyak.

Adanya perbedaan warna sel bakteri berkaitan dengan perbedaan komposisi dan ketebalan dinding sel antara bakteri Gram (+) dengan sel bakteri Gram (-). Bakteri Gram (+) memiliki dinding sel yang tebal berupa lapisan tunggal yang kaya akan peptidoglikan dan sedikit lipid. Sebaliknya Bakteri Gram (-) memiliki dinding sel yang tersusun atas 3 lapisan tipis berupa sedikit peptidoglikan dan banyak lipid.

Konsekuensi dari adanya perbedaan komposisi dinding sel ini adalah adanya perbedaan respon ketika diwarnai dengan beberapa pewarna bakteri seperti halnya pewarnaan Gram. Lapisan peptidoglikan lebih tahan terhadap perlakuan alkohol aseton sehingga dapat mempertahankan warna ungu dari kristal violet di dalam sel dan sel tersebut termasuk dalam kelompok bakteri Gram (+). Sebaliknya, lapisan lipid lebih peka terhadap alkohol aseton sehingga lapisan ini akan meluruh (luntur dan hilang) ketika ditetesi dengan larutan tersebut sehingga warna ungu dari kristal violet yang terperangkap di dalam sel ikut meluruh dan dinding sel

menjadi tidak terwarnai lagi. Adanya penetesan safranin membuat sel menjadi berwarna merah.

Dilihat dari persentasenya, kelompok bakteri yang paling tinggi persentasenya adalah bakteri bentuk kokus Gram (+) yang mencapai 86,6 %, sedangkan untuk bakteri yang persentasenya paling rendah adalah bakteri bentuk kokus Gram (-) dan batang Gram (-) yang hanya mencapai 6,6 %. Pada penelitian ini tidak didapatkan (0 %) bakteri bentuk batang Gram (+). Data lengkap dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Persentase bentuk sel bakteri udara pada ruang rawat inap

No	Bentuk Sel	Persentase (%)
1.	Kokus Gram (+)	86,6 %
2.	Kokus Gram (-)	6,6 %
3.	Batang Gram (+)	0 %
4.	Batang Gram (-)	6,6 %
Total		100%

Media MSA merupakan media selektif diferensial yang digunakan untuk isolasi bakteri *Staphylococcus* khususnya *S. aureus*. Hal ini dikaitkan dengan kemampuan bakteri tersebut dalam memanfaatkan kandungan nutrisi yang terdapat di dalam media MSA tersebut.

Dilihat dari komposisinya, media MSA mengandung *peptone*, *beef meat extract*, *sodium chloride*, *mannitol*, *phenol red* dan agar dengan nilai pH $7,4 \pm 0,2$. *Peptone* dan *beef meat extract* berperan sebagai sumber nitrogen, sodium klorida berperan sebagai pengatur tekanan osmosis dan penyeleksi bakteri halofilik dan bukan halofilik. Manitol berperan sebagai sumber karbon, *phenol red* berperan sebagai indikator perubahan nilai pH media, dan agar berperan sebagai pematid media (Dalynn Biological, 2014).

Tingginya pertumbuhan koloni bakteri kokus Gram (+) diduga berkaitan dengan fungsi dari media MSA ini yaitu sebagai media selektif diferensial bagi bakteri *S. aureus* (koagulase +) dengan bakteri *Staphylococcus* lainnya (koagulase -). Bakteri *S. aureus* memiliki morfologi sel berbentuk kokus Gram (+) sehingga bentuk ini paling banyak ditemukan.

Adanya bakteri berbentuk kokus Gram (-) menandakan bahwa medium MSA tidak hanya mensupport pertumbuhan bakteri dari genus *Staphylococcus* saja, tetapi dapat ditumbuhi oleh bakteri lain yang sifatnya halofilik (tahan terhadap kadar garam tinggi) mengingat media MSA memiliki kandungan NaCl 7,5%. Beberapa contoh diantaranya adalah bakteri *Planococcus halophilus* yang mampu bertahap pada kondisi lingkungan berkadar garam tinggi (Zhang et al., 2019; Waghmode et al., 2020) Pada penelitian ini, didapati bahwa pada media MSA juga ditumbuhi bakteri berbentuk batang Gram (-). Padahal dari beberapa referensi menyebutkan bahwa media ini bersifat selektif menghambat pertumbuhan bakteri Gram (-). Bakteri bentuk batang Gram (-) yang tumbuh pada media MSA ini diduga merupakan bakteri Enterobacter. Davin-Regli and Pagès (2015) menyebutkan bahwa bakteri Enterobacter merupakan bakteri Gram (-) bentuk batang yang bersifat oportunistik dan dapat menyebabkan infeksi nosokomial di rumah sakit.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, bakteri udara di ruang rawat inap yang mampu tumbuh di medium MSA tidak hanya bakteri *Staphylococcus* (kokus Gram (+) saja, tetapi juga dapat ditumbuhi oleh bakteri kokus Gram (-) dan batang Gram (-).

DAFTAR PUSTAKA

Biotrend Clinisciences Group. Chapman agar (Mannitol salt MSA)- Selective solid media for microbiology. <https://www.biotrend.com/en/buy/cat-chapman-agar-mannitol-salt-msa-5521.html>

Dalynn Biologicals. 2014. Mannitol Salt Agar. https://www.dalynn.com/dyn/ck_assets/files/tech/PM30.pdf

Davin-Regli, A and Pages, J.M. 2015. Review: Enterobacter aerogenes and Enterobacter cloacae; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. *Frontier in Microbiology*.6:392. Doi:10.3389/fmicb.2015.00392

Dewi, A.K. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari

Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. Jurnal Sain Veteriner 31:(2). 138-150.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2012. Pedoman-Pedoman Teknis Dibidang Bangunan Dan Sarana Rumah Sakit. <https://manajemenrumahsakit.net/wp-content/uploads/2012/11/Pedoman-Teknis-Tata-Udara-complete.pdf>

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/111721/perm-enkes-no-7-tahun-2019>

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2020. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/152506/perm-enkes-no-3-tahun-2020>

Waghmode, S., Suryavanshi, M., Sharma D., and Satpute, S.K. 2020. Planococcus species-An Imminent Resource to Explore Biosurfactant And Bioactive Metabolites for Industrial Applications. Front. Bioeng. Biotechnol. 8:996. doi:10.3389/fbioe.2020.00996

Zhang, B., Yang, R., Zhang, G., Liu, Y., Zhang, D., Zhang, W., Chen, T., Liu, G. 2020. Characteristics of Planococcus antioxidans sp. nov., an antioxidant-producing strain isolated from the desert soil in the Qinghai-Tibetan Plateau. MicrobiologyOpen 1-14. <https://doi.org/10.1002/mbo3.1028>