

Isolasi , Identifikasi dan Karakterisasi Fenotip Bakteri *Staphylococcus aureus* dari Limbah Penyembelihan dan Karkas Ayam Potong

ISOLATION AND PHENOTYPICAL CHARACTERIZATION
OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ISOLATED FROM
SLAUGHTERED HOUSE WASTE AND CARCASS OF CHICKENS

Khusnan¹⁾, Siti Isrina Oktavia Salasia²⁾ dan Soegiyono²⁾

¹ *Bagian Penyakit Ternak, Akademi Peternakan Brahmmaputra,
Jl. Ki Ageng Pemanahan, Nitikan, Yogyakarta, Tlp. 0274-384370*

² *Bagian Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Olahraga, Karangmalang, Yogyakarta 55281
Email: drh-khusnan@yahoo.com*

ABSTRAK

Staphylococcus aureus merupakan salah satu bakteri yang berpotensi untuk menyebabkan keracunan pangan pada manusia. Sumber penularan utamanya adalah daging ayam yang tercemar bakteri tersebut dan pencemaran dapat terjadi mulai dari saat penyembelihan sampai pada proses pengolahan maupun adanya infeksi *Staph. aureus* pada ayam potong. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi *Staph. aureus* dari karkas ayam dan limbah proses penyembelihan ayam. Karakterisasi *Staph. aureus* meliputi kemampuannya untuk memfermentasi *Mannitol Salt Agar* (MSA), aktivitasnya pada uji katalase dan koagulase, sifat hidrofobisitas permukaan bakteri, produksi hemolisin dan reaksi aglutinasi terhadap eritrosit kelinci. Sebanyak 18 isolat *Staph. aureus* yang terdiri atas 4 isolat dari spesimen limbah proses pemotongan dan 14 dari karkas ayam potong dipakai dalam penelitian ini. Semua isolat *Staph. aureus* dapat menfermentasi MSA, memproduksi gas pada uji katalase dan menggumpalkan plasma darah kelinci serta semua bersifat hidrofilik. Di antara 18 isolat *Staph. aureus* sebanyak 55% isolat mengaglutinasi eritrosit kelinci, 12% memproduksi β -hemolisin dan (88%) memproduksi γ -hemolisin. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *Staph. aureus* yang diisolasi bersifat virulen

Kata kunci : *Staph. aureus*, limbah, rumah, potong ayam, karkas ayam potong

ABSTRACT

Staphylococcus aureus is widely known to cause food poisoning in human and chicken meat has been suggested to be one of the main source of *Staph. aureus* infection in human. A study was therefore conducted to isolate and characterize of *Staph. aureus* derived from chicken carcasses and the waste of chicken slaughtered house. The characterization of *Staph. aureus* was carried out based on the ability to ferment mannitol salt agar (MSA), their activities in catalase and coagulation test, the production of hemolysins, the hydrophobicity of the surface, and their hemagglutination activities. As many as 18 isolates of *Staph. aureus* consisting of 4 isolates from the waste of chicken slaughter house and 14 isolates from chicken carcasses were used in this study. All 18 isolates fermented mannitol, reacted positive for catalase and coagulase, and contained hydrophilic activities on their surfaces. Ten (55%) *Staph. aureus* isolates agglutinated rabbit erythrocytes and 2 (12%) isolates produced β -hemolysin and 18 isolates (88%) produced γ -hemolysin. It appeared that most of the *Staph. aureus* isolated were virulence.

Key words: *Staph. aureus*, waste slaughter house, chicken carcass

PENDAHULUAN

Kuman *Staphylococcus aureus* sering menjadi perhatian, khususnya dalam upaya pengendalian penyakit infeksius pada ternak. Salah satu jenis ternak yang sering terinfeksi kuman ini adalah ayam. Pada ayam *S. aureus* dapat menyebabkan *bumble foot*, infeksi pada kulit dan radang pada sendi. *Staph. aureus* juga dapat menyebabkan penyakit pada manusia, terutama penyakit yang berkaitan dengan *toxic shock syndrome* sebagai akibat dari keracunan pangan. Manifestasi klinis infeksi *Staph. aureus* pada manusia adalah impetigo, *scalded skin syndrome*, pneumonia, osteomielitis, pioartritis, endokarditis, *metastasis staphylococcal*, keracunan makanan, *toxic shock syndrome* (TSS), meningitis dan sepsis (Joklik *et al.*, 1992; Emmerson, 1994; Ena *et al.*, 1994).

Salah satu sumber kontaminasi bakteri *S. aureus* adalah bahan pangan asal ternak yang tercemari oleh bakteri tersebut. Daging ayam merupakan salah satu produk ternak yang berpotensi untuk menyebarkan *S. aureus*. Daging ayam dapat tercemari oleh *S. aureus* karena ayam telah terinfeksi *S. aureus* sebelum ayam itu dipotong atau terkontaminasi pada saat atau setelah penyembelihan, dan bahkan pada saat pengolahan daging. Rumah Potong ayam sebagai tempat penyembelihan dan pengolahan karkas ayam sangat berpotensi sebagai sumber pencemaran *S. aureus*. Namun, sejauh ini belum diketahui seberapa besar tingkat infeksi dan virulensi *S. aureus* yang diisolasi dari limbah rumah potong dan karkas ayam di rumah potong Daerah Istimewa Yogyakarta.

S. aureus dapat dibedakan berdasarkan virulensinya menjadi beberapa tipe dan virulensinya ditentukan oleh substansi yang diproduksi oleh bakteri tersebut seperti hemolisin, koagulase plasma dan enterotoksin (Tabbu, 2000). Kemampuannya untuk menginfeksi sel inang ditentukan oleh virulensi bakteri dan faktor penentu virulensinya tersebut yang terdapat pada permukaan sel bakteri, seperti sifat hidrofobisitas, substansi hemaglutinin, keberadaan kapsul dan fimbria (Ofek dan Sharon, 1988; Kurl *et al.* 1989). Hemaglutinin dan fimbria berfungsi sebagai adesin untuk pelekatan bakteri pada sel epitel hospes (Chanter *et al.*, 1993). Sifat hidrofobisitas pada permukaan bakteri bertanggung jawab

terhadap fase pelekatan awal dari infeksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi *S. aureus* dari limbah rumah potong ayam dan karkas ayam potong serta karakterisasi fenotip *S. Aureus* yang menentukan virulensinya, seperti fermentasi *Manitol Salt Agar* (MSA), uji katalase, uji koagulase plasma, uji hemaglutinasi, uji produksi hemolisin dan uji sifat hidrofobisitas.

METODE PENELITIAN

Spesimen untuk Isolasi *Staph. aureus*

Bakteri *S. aureus* diisolasi dari sampel limbah cair dari rumah pemotongan ayam dan air cucian karkas ayam potong yang dijual di pasar tradisional di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Spesimen yang dipakai berupa air cucian dari karkas ayam potong dan limbah cair yang berasal dari rumah potong. Spesimen mula-mula ditanam pada media *tryprone Hewit broth* (THB), diinkubasikan pada suhu 37°C, selama 24 jam.

Koloni bakteri yang tumbuh pada media THB ditanam ulang ke Plat Agar Darah dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni bakteri yang bersifat mukoid selanjutnya ditanam ulang pada *media manitol salt agar* (MSA) pada suhu 37°C, selama 24 jam. Adanya koloni *S. aureus* ditandai dengan perubahan warna media MSA dari merah menjadi kuning.

Uji Katalase

Satu ose dari koloni berwarna kuning dari media MSA dicampur dengan enzim katalase pada kaca objek. Adanya *S. aureus* ditandai terbentuknya gelembung gas.

Uji Koagulase Plasma

Satu mililiter plasma darah kelinci dalam tabung reaksi dicampur dengan 1 ose koloni bakteri, diinkubasikan pada 37°C selama 24 jam. *Staph. aureus* akan meng-gumpalkan plasma darah kelinci (Brückler *et al.* 1994).

Penentuan Aktivitas Hemolisin

Staph. aureus ditanam pada plat agar darah (agar base, Oxoid, Jerman), dan selanjutnya diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Adanya aktivitas hemolisin ditandai dengan adanya zona hemolisis pada plat agar darah (Skalka *et al.* 1979). *Staph. aureus* yang menghasilkan alfa-hemolisin akan membentuk zona terang di sekitar koloni, yang

menghasilkan beta-hemolisin akan membentuk zona agak gelap di sekitar koloni, dan yang menghasilkan gama-hemolisin tidak membentuk zona hemolisis di sekitar koloni. Sementara itu, kuman yang memproduksi kombinasi alfa- dan beta-hemolisin akan tampak zona gelap dan terang di sekitar koloni.

Uji Hemaglutinasi

Darah kelinci yang diambil dengan antikoagulan 0,2 M sodium sitrat pH 5,2, disentrifus dan dicuci dua kali dengan 0,15 M NaCl. Suspensi sel darah merah 2% dibuat dalam larutan 0,15 M NaCl. Sebanyak 20 μ l suspensi bakteri yang mengandung sekitar 10^9 bakteri/ml dalam 0,15 M NaCl dicampur dengan 20 μ l suspensi sel darah merah kelinci 2% di atas gelas obyek. Gelas objek digoyang selama 30 detik dan reaksi hemaglutinasi diamati. Tingkat hemaglutinasi dinyatakan sebagai berikut: ++ reaksi kuat, + reaksi sedang dan - tidak ada reaksi (Wibawan *et al.*, 1993).

Uji Hidrofobisitas

Bakteri ditanam dalam 5 ml kaldu *Brain Heart infusión* (BHI) dan diinkubasikan pada 37°C selama 24 jam. Kultur bakteri kemudian divortex, dipindahkan ke dalam tabung sentrifus dan disentrifus 5 menit pada kecepatan 5.000 rpm. Supernatan dibuang, dan *pellet* dicuci 3 kali dengan PBS. Pellet bakteri disuspensikan dengan larutan BaSO₄, konsentrasi 10^8 sel bakteri per ml. Sebanyak 50 μ l suspensi bakteri dicampur dengan 50 μ l Amonium Sulfat dengan konsentrasi 1,2M, 1,6, 2M, 2,4M dan 3,2M pada objek gelas, dan diaduk dengan tusuk gigi steril. Uji hidrofobisitas dinyatakan positif bila terjadi agregasi bakteri yang tampak seperti pasir putih setelah campuran diaduk (Wibawan *et al.*, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat *Staph. aureus*

Dalam penelitian ini digunakan 18 isolat *S. aureus* yang terdiri atas 4 isolat berasal dari spesimen limbah cair rumah pemotongan ayam

dan 14 isolat berasal dari spesimen cucian daging ayam potong (Tabel 1). Isolat dinyatakan positif bakteri *S. aureus* bila terjadi perubahan warna pada media MSA dari merah menjadi kuning, koagulase plasma kelinci +, katalase + dan pada pewarnaan Gram termasuk Gram + (Brückler, *et. al.*, 1994).

Dari 18 isolat *S. aureus* yang diteliti, semuanya memproduksi hemo-lisin, 2 isolat (11%) (L34 dan K36) memproduksi β -hemolisis dan 16 isolat (89%) lainnya memproduksi γ -hemolisis (Tabel 2; Gambar 4 dan 5). Salasia *et al.* (2005) menemukan bahwa 59% isolat *Staph. aureus* asal susu sapi perah memproduksi hemolisin, yang terdiri atas 59% β -hemolisis 5,3% α -hemolisis dan 35,7% α/β -hemolisis. Purnomo *et al.* (2006) mendapatkan 100% isolat *Staph. aureus* asal susu kambing peranakan ettawah (PE) menghasilkan β -hemolisis. Menurut Joklik *et al.* (1992) dan Brückler *et al.* (1994) *Staph. aureus* menghasilkan 4 jenis toksin hemolisin, yaitu α (alpha) β (beta), γ (gama) dan δ (delta)-hemolisis. Pada media agar darah, jika *Staph. aureus* membentuk zona terang di sekitar koloni, maka bakteri tersebut membentuk α -hemolisis, sedangkan jika membentuk zona agak gelap, maka bakteri tersebut termasuk β -hemolisis. *Staph. aureus* yang tidak memperlihatkan zona hemolisis di sekitar koloni termasuk γ -hemolisis. Kombinasi antara α -hemolisis dan β -hemolisis akan tampak zona gelap dan terang di sekitar koloni (Skalka *et al.* 1979). Hemolisin merupakan eksoprotein yang mempunyai aktivitas enzimatis dan juga toxin (Williams *et al.* 2000). Toksin sitolitik yang dihasilkan oleh *Staph. aureus* adalah α , β , δ , dan γ -hemolisin (Joklik *et al.* 1992; Brückler *et al.* 1994). Eksoprotein yang bersifat enzimatis dapat berperan dalam menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan eksotoksin berperan dalam menimbulkan berbagai penyakit pada inang (Williams *et al.* 2000)

Tabel 1. Hasil isolasi *Staph. aureus* dari spesimen limbah cair rumah pemotongan ayam dan cucian karkas ayam potong.

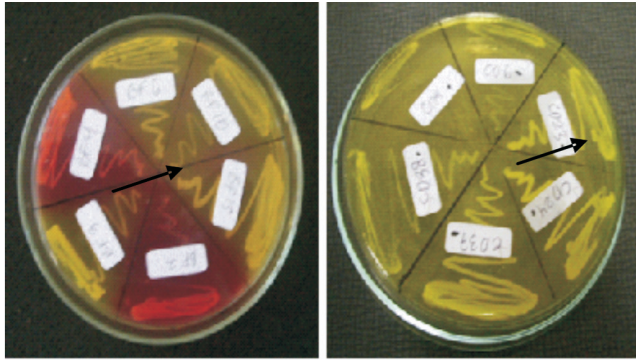
No	Isolat	Asal spesimen	MSA	Katalase	Gram	Koagulase
1	L6	Limbah RPA	+	+	+	+
2	L23	Limbah RPA	+	+	+	+
3	L24	Limbah RPA	+	+	+	+
4	L37	Limbah RPA	+	+	+	+
5	K1	Karkas ayam	+	+	+	+
6	K2	Karkas ayam	+	+	+	+
7	K3	Karkas ayam	+	+	+	+
8	K4	Karkas ayam	+	+	+	+
9	K5	Karkas ayam	+	+	+	+
10	K6	Karkas ayam	+	+	+	+
11	K10	Karkas ayam	+	+	+	+
12	K11	Karkas ayam	+	+	+	+
13	K13	Karkas ayam	+	+	+	+
14	K15	Karkas ayam	+	+	+	+
15	K17	Karkas ayam	+	+	+	+
16	K22	Karkas ayam	+	+	+	+
17	K26	Karkas ayam	+	+	+	+
18	K36	Karkas ayam	+	+	+	+

MSA : manitol salt agar

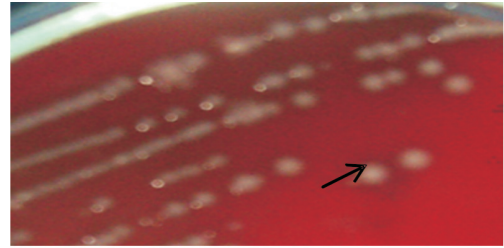
RPA : rumah potong ayam

Tabel 2. Karakterisasi *Staph. aureus* asal limbah cair rumah pemotongan ayam dan cucian karkas ayam potong terhadap produksi hemolisin, hemaglutinasi dan sifat hidrofobisitas

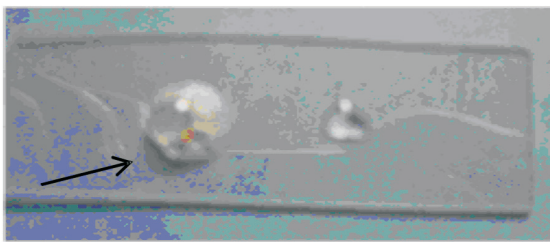
No	Isolat	Karakterisasi		
		Jenis Hemolisin	Hemaglutinasi	Hidrofobisitas
1	L6	γ	+	Hidrofil
2	L23	γ	+	Hidrofil
3	L24	γ	-	Hidrofil
4	L37	β	+	Hidrofil
5	K1	γ	+	Hidrofil
6	K2	γ	+	Hidrofil
7	K3	γ	+	Hidrofil
8	K4	γ	+	Hidrofil
9	K5	γ	-	Hidrofil
10	K6	γ	-	Hidrofil
11	K10	γ	+	Hidrofil
12	K11	γ	-	Hidrofil
13	K13	γ	+	Hidrofil
14	K15	γ	-	Hidrofil
15	K17	γ	-	Hidrofil
16	K22	γ	-	Hidrofil
17	K26	γ	+	Hidrofil
18	K36	β	-	Hidrofil



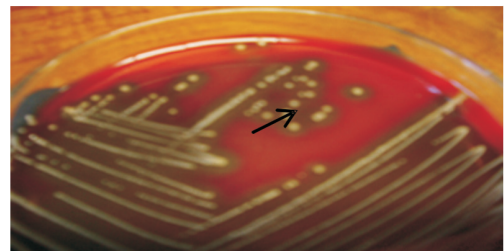
Gambar 1. Pertumbuhan koloni *S. aureus* mengubah warna media *Mannitol Salt Agar* (MSA) dari merah menjadi kuning (→)



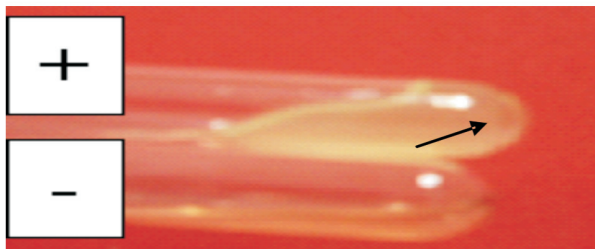
Gambar 4. γ -hemolisin (→) dari *S. aureus* pada plat agar darah domba



Gambar 2. Hasil uji katalase terhadap isolat, *S. aureus*. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung gas (→)



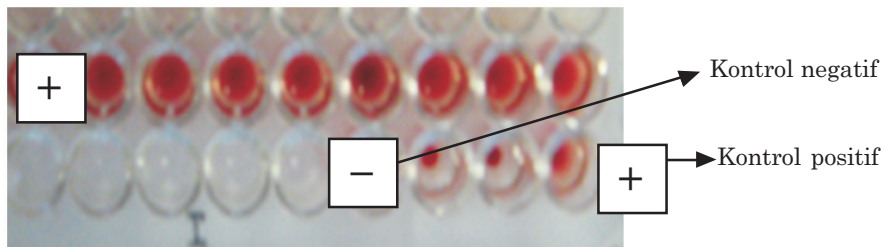
Gambar 5. β -hemolisis (!) dari *S. aureus* pada plat agar darah domba



Gambar 3. Aglutinasi plasma darah kelinci oleh *S. aureus* (+) dan kontrol (-)



Gambar 6. Hasil uji hidrofobisitas *S. aureus* dengan Ammonium Sulfat, tidak timbul agregat (→) sehingga bersifat hidrofil



Gambar 7. Hemaglutinasi dengan sel darah merah kelinci oleh *S. aureus* (→)

Alfa-hemolisins berperan penting dalam menentukan patogenisitas *Staph. aureus*. Alfa-toksin dapat merusak jaringan/sel seperti makrofag dan keping darah. Namun, sejauh ini belum diketahui mekanisme kerusakan jaringan akibat eksotoksin. Ada dugaan bahwa eksotoksin dapat merusak jaringan melalui pengikatan monomer pada permukaan sel inang, melalui pembentukan hexamer untuk membentuk *transmembran channel*, kebocoran ion-ion kecil melalui *channel*, dan melalui koloid osmotik yang dapat melisis sel (Jawetz *et al.*, 1982). Beta-hemolisins mempunyai aktivitas biologis untuk memproduksi *hotcold* lisis, yaitu konsentrasinya akan meningkat pada suhu dingin, dan akan menurun pada suhu 37°C. Betatoksin adalah enzim yang mempunyai substrat yang khas yaitu sfingomielin dan lisofosfatida. Eritrosit dari berbagai spesies hewan mempunyai tingkat kepekaan yang berbeda terhadap toksin ini, yang bergantung pada konsentrasi sfingomielin yang terkandung dalam eritrosit tersebut (Joklik *et al.* 1992).

Karakteristik Isolat *S aureus*

Hasil uji hemaglutinasi menunjukkan bahwa 55% isolat *Staph. aureus* mampu mengaglutinasi sel darah merah kelinci (Tabel 2 dan Gambar 7). *Staph. aureus* yang berasal dari susu sapi perah sebagian besar tidak mengaglutinasi sel darah merah sapi, domba maupun sel darah merah kambing (Khusnan dan Salasia, 2005). Streptokokus dan Staphylokokus membentuk beberapa substansi intra dan ekstra sel, yang diduga berperan dalam menentukan patogenisitas kuman terhadap inang yang diinfeksi. Substansi tersebut antara lain adalah protein khas bakteri seperti hemaglutinin maupun fimbria yang ada dipermukaan bakteri (Ofek dan Sharon, 1988; Kurl *et al.* 1989). Hemaglutinin dan fimbria merupakan adesi yang berperan dalam pelekatan bakteri, baik yang Gram negatif maupun positif pada sel epitel inang (Chanter *et al.*, 1993).

Hubungan antara daya hemaglutinasi dan kemampuan bakteri untuk melekat pada sel-sel inang telah diteliti pada berbagai spesies bakteri (Kurl *et al.*, 1989; Wibawan *et al.*, 1993, Lämmle *et al.*, 1994; Salasia dan Lämmle, 1994; Salasia dan Lämmle, 1995). Gottschalk *et al.*, (1990) melaporkan bahwa strain Streptokokus yang dapat mengaglutinasi eritrosit pasti memiliki fimbria pada permukaan selnya. Fimbria pada permukaan sel bakteri

sering disebut sebagai hidrofobin yang bertanggung jawab terhadap interaksi bakteri dengan eritrosit.

Bakteri yang mengaglutinasi eritrosit lebih mampu melekat pada epitel bukalis jika dibandingkan dengan bakteri yang tidak mengaglutinasi eritrosit (Salasia, 1996; Khusnan dan Salasia, 2006).

Hasil uji hidrofobitas terhadap 18 isolat *Staph. aureus* menunjukkan bahwa, semua isolat bersifat hidrofilik. Bakteri yang bersifat hidrofil umumnya mempunyai kapsul pada permukaan selnya (Tizard, 1982). Pada umumnya, semua bakteri yang berkapsul bersifat virulen, sedangkan yang tidak mempunyai kapsul umumnya tidak bersifat virulen (Pelczar dan Chan, 1988). Kapsul bakteri tersusun oleh polisakarida atau protein yang bertanggung jawab terhadap pelekatan bakteri pada sel inang (Wibawan dan Lämmle, 1990)

Hidrofobitas pada permukaan bakteri menentukan kemampuan bakteri untuk melekat pada sel inang. Bakteri yang permukaannya bersifat hidrofob mempunyai sifat adesi yang kuat (Salasia dan Lämmle, 1994; Salasia dan Lämmle, 1995). Kultur bakteri yang bersifat hidrofob lebih banyak melekat pada sel-sel epitel dan lebih banyak difagosit oleh sel-sel polimorfonuklear (netrofil) jika dibandingkan dengan kultur yang bersifat hidrofil (Salasia *et al.* 2004).

SIMPULAN

Staph. aureus dapat ditemukan pada limbah cair pemotongan ayam potong dan cucian karkas ayam potong. Semua *Staph. aureus* yang ditemukan dapat menfermentasi *Manitol Salt Agar*, memproduksi gas pada uji katalase, menggumpalkan plasma darah kelinci dan semua bersifat hidrofil, sebagian besar (88%) memproduksi γ -hemolisis dan sebagian kecil (11%) β -hemolisis serta 55% mampu menggumpalkan eritrosit kelinci serta 100% bersifat hidrofil. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *Staph. aureus* yang diisolasi bersifat virulen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dirjen Dikti Depdiknas yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Fundamental tahun anggaran 2007

DAFTAR PUSTAKA

- Brückler J, Schwarz S, Untermann F, 1994. Staphylokokken-Infektionen und – Enterotoxine, Band. II/1, In Blobel, H. und Schließer (Herauseber), Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Chanter N, Jones PW, Alexander TJL, 1993. Meningitis in pigs caused by *Streptococcus suis*-a suppurative review. *J Ve Mikrobiol* 36: 39-55
- Emmerson M., 1994. Nosocomial staphylococcal outbreaks. *Scan. J Infect Dis* 93: 47-54.
- Ena J, Boelaert JR, Boyken L, van Landuit HW, Godart HW. Herwaldt L A, 1994. Epidemiology of Staphylococcus aureus infections in patients on hemodialysis. *Infect. Cont. Hosp. J Epidemiol* 15: 78-81.
- Gottschalk MR. Higgins M., Beaudoin. 1990. Hemagglutination properties of *Streptococcus suis*. *J Clin Microbiol* 28: 2156-2158.
- Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA, 1982. *Microbiology for medicine*. 14th ed. Lange Medical Publications. Los Altos. California. 258.
- Joklik WK, Willett HP, Amos DB, Wilfert CM, 1992. *Zinsser microbiology*. 20th ed. Appleton and Lange. California. 401-413.
- Khusnan, Salasia SIO .2006. Respon netrofil, adesi pada sel epitel, aglutinasi eritrosit terhadap *S. aureus*: Kajian hidrofobitas in vitro. *J Sain Vet* 24: .1
- Kurl DN, Haataja S, Finne J. 1989. Hemagglutination activities of group B, C, D and G streptococci: Demonstration of novel sugar-specific cell-binding activities in *Streptococcus suis*. *Infect Immun* 57: 384-389.
- Lämmmler C, Pramono SU, Wibawan IWT, Salasia SIO, Estoepangestie S: 1994. Relation between hemagglutination, surface hydrophobicity and adherence properties of *Streptococcus suis*. In: Totolian, A (ed.), Pathogenic Streptococci: Present and Future. Lancer Publications, St. Petersburg. Pp. 122-123.
- Ofek I, Sharon N. 1988. Minireview: Lectinophagocytosis: a molecular mechanism of recognition between cell surface sugars and lectins in the phagocytosis of bacteria. *Infect Immun* 56: 539-547.
- Pelczar M J, Chan ECS, 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi 2*, (Judul asli : *Elements of Microbiology*), Cetakan I, Hadioetomo, R.S.,
- Imas, T., Tjitrosomo, S. S. dan Angka, S. L. (Penerjemah), Indonesia University Press, Jakarta.
- Purnomo A, Khusnan, Hartatik, Salasia SIO, Wibowo MH. 2006 Isolasi dan karakterisasi *Staphylococcus aureus* asal susu kambing peranakan ettawa. *Media Kedokteran Hewan* 22 : 142-147
- Salasia SIO 1996. Karakterisasi *Streptococcus zoepidemicus* pada babi dan kera di Bali. Laporan Proyek Penelitian DPP-UGM.
- Salasia SIO, Lämmmler C. 1994. Occurrence of haemagglutinating adhesin among virulent and avirulent isolates of *Streptococcus suis*. *Med Sci Res* 22: 763-764.
- Salasia SIO, Lämmmler C. 1995. Distribution of serotype, virulence markers and further characteristics of *Streptococcus suis* isolates from pigs. *J Ve. Med* (B42): 78-83.
- Salasia SIO, Khusnan Z, Lämmmler C, M. Zschöck M, 2004. Comparative studies on pheno- and genotypic properties of *Staphylococcus aureus*, isolated from bovine subclinical mastitis in Central Java, Indonesia and Hesse, Germany. *J Vet Sc.* 5: 103-109.
- Salasia SIO, Wibowo MH, Khusnan. 2005 Karakterisasi fenotipe *Staphylococcus aureus* isolate dari sample susu sapi perah mastitis subklinis. *J Sain Vet* 23: 72-78
- Skalka B, Smola J, Pillich J, 1979. A simple method of detecting staphylococcal hemolysin. *Zb Bakteriolog Hyg I Abt Orig A* 245: 283-286.
- Tabbu CR. 2000. Penyakit Ayam dan Penanggulangannya. Yogyakarta, Kanisius
- Tizard I, 1982. *Pengantar Immunologi Veteriner*, (Judul asli : *An Introduction to Veterinary Immunology*), Hardjosworo, S. (Penerjemah), Edisi ke-2, Airlangga University Press, Surabaya.
- Watts JL, Owens W E, Nickerson SC. 1986. Identification of staphylococci from bovine udders: evaluation of the API 20GP system. *J Can Microbiol* 32: 359-361.
- Wibawan IWT, Lämmmler C, Seleim RS, Pasaribu FH. 1993. A haemagglutinating adhesin of group B streptococci isolated from cases of bovine mastitis mediates adherence to HeLa cells. *J Gen Microbiol* 139: 2173-2178.
- Williams RJ, Ward JM, Henderson B, Poole S, O'Hara BP, Wilson M, Nair SP, 2000. Identification of a novel gene cluster encoding staphylococcal exotoxin-like proteins: Characterization of the prototypic gene and its product, SET1. *Infect Immun* 68: 4407-4415.