

# PERAN ANTIBODI KUNING TELUR (IgY) SEBAGAI OPSONIN UNTUK PENCEGAHAN SERANGAN MUTAN *STREPTOCOCCUS* SEROTIPE D (*STREPTOCOCCUS SOBRINUS*)

Okti Nadia Poetri\*, Retno D. Soejoedono\*, Agustin Indrawati\*, I Wayan T. Wibawan\*

\* Bagian Mikrobiologi Medik, Fakultas Kedokteran Hewan  
Institut Pertanian Bogor

## ABSTRACT

The aim of this study was to explore the role of serotype d Mutan *Streptococcus* (*Streptococcus sobrinus*) specific immunoglobulin Y (IgY-Ss) as opsonin against the same strain. The eggs were collected from Single Comb Brown Leghorn which has been immunized with *Streptococcus sobrinus*. Agar gel precipitation test was applied to detect IgY-Ss in serum and egg. Egg containing IgY-Ss was collected and extracted by PEG-Amonium sulphate and purified using fast protein liquid chromatography. The purity of IgY-Ss was determined by UV spectrophotometer. Molecular weight was established by SDS-PAGE (sodium dedocyl sulphate-poly acrilamide gel electrophoresis). Biological activities of IgY-Ss as opsonin was determined by phagocytosis assay. Phagositic activity of macrophages was not increased by preincubation of both *S. sobrinus* ( $10^7$  CFU/ml) and 100 µg of IgY-S, however the phagositic capacity was increased from 1.6 bacterial cell/ macrophag to 5.17 bacterial cell/ macrophag. These finding suggest that IgY-Ss obtained from hens immunized with *S. sobrinus* provide an alternative to prevent *S. sobrinus* infection.

**Key words:** immunoglobulin Y (IgY), *streptococcus sobrinus*, phagocytosis

## PENGANTAR

Telur ayam selain sebagai sumber protein hewani pelengkap gizi pada makanan memiliki potensi lain yang juga cukup penting, yaitu dapat digunakan sebagai sumber antibodi (immunoglobulin) terhadap berbagai penyakit. Immunoglobulin ayam yang terbentuk dalam darah sebagai akibat paparan antigen mudah ditransfer ke dalam kuning telur dan dikenal dengan nama IgY (*Immunoglobulin Y*). Penggunaan IgY spesifik, bermanfaat bagi pengobatan atau terapi serta dapat dikembangkan untuk tujuan imunodiagnostik seperti pembuatan konjugat untuk Western Blot, ELISA, dan reaksi imunopresipitasi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai IgY di antaranya IgY sebagai antitetanus (Suartha, *et al.*, 2006), antibodi anti-idiotipe virus rabies (Paryati, 2006), anti-adhesin pada pembentukan biofilm (Chismirina, 2006), anti-*Streptococcus mutans* (Poetri dan Soejoedono, 2006), anti-bodi anti-idiotipe virus *avian influenza* (Soejoedono, *et al.*, 2007).

Imunoglobulin Y (IgY) banyak ditemukan pada serum dan telur (Carlander, 2002; Raj *et al.*, 2004). Secara filogenetik IgY tidak serupa dengan IgG mamalia (Raj *et al.*, 2004) namun ia memiliki fungsi biologis yang sama dengan IgG mamalia (Warr *et al.*, 1995). Molekul IgY ditransportasikan ke telur sama dengan transfer IgG mamalia melalui plasenta. Molekul IgY pada kuning telur merupakan maternal antibodi yang diturunkan pada ayam

yang baru menetas. Antibodi dalam sebutir telur berisi sama dengan antibodi yang dihasilkan sekali pemanenan darah kelinci. IgY sangat stabil pada kondisi normal. IgY dapat disimpan selama 10 tahun pada suhu 4° C, selama 6 bulan pada suhu kamar, dan satu bulan pada suhu 37,4° C tanpa ada penurunan aktivitas antibodi (Raj *et al.*, 2004). Shin *et al.* (2002) menyatakan bahwa IgY stabil pada suhu 40° C, dan hanya kehilangan 20% aktivitasnya pada pemanasan dengan suhu 60° C selama 10 menit, stabil pada pH 4 sampai 8, serta memiliki konsentrasi 9,4 mg/ml kuning telur.

Karakter penting yang dimiliki oleh IgY yang tidak dimiliki oleh antibodi mamalia, antara lain: IgY tidak berikatan dengan protein A *Staphylococcus* dan protein G *Streptococcus* (Akerstrom *et al.*, 1985), tidak berikatan dengan faktor *rheumatoid* dalam darah (Larsson dan Sjoquist, 1990), tidak mengaktifkan faktor komplemen mamalia (Larsson *et al.*, 1993) sehingga tidak merangsang timbulnya efek samping, tidak berikatan dengan reseptor Fc bakteri (Raj *et al.*, 2004), dan kemampuan mengikat antibodi sekunder 3 hingga 5 kali lebih kuat (Horton *et al.*, 1984).

Mutan *Streptococcus* (MS) terutama *S. mutans* (serotipe c, e, f) dan *S. sobrinus* (serotipe d, g) merupakan pemicu utama terjadinya plak dan karies gigi pada manusia (Michael *et al.*, 1990, Seminario *et al.*, 2005). MS bersifat asidogenik dan asidurik serta dapat melekat pada permukaan gigi. Bakteri ini memproduksi polisakarida ekstrasel dan intrasel.

Pada kondisi nutrisi rendah MS mendegradasi polisakarida (sukrosa, fruktosa, glukosa) menjadi asam laktat dan menyebabkan larutnya email gigi (Seminaro *et al.*, 2005; Bratthall, 2004). Di dalam mulut, bakteri, sisa makanan dan saliva menyatu membentuk plak yang menempel pada gigi. Plak mulai menyatu dengan gigi sekitar 20 menit setelah makan, jika plak tidak dibersihkan secara rutin maka akan timbul karies. Karies gigi merupakan penyebab utama keropos pada gigi remaja. Karies gigi (kavitasi) adalah daerah yang membusuk di dalam gigi, yang terjadi akibat suatu proses yang secara bertahap melarutkan *email* (permukaan gigi sebelah luar yang keras) dan terus berkembang ke bagian dalam gigi. Karies gigi yang tidak tertangani akan menghancurkan struktur internal gigi dan memicu keropos gigi (Kapner, 2003). Karies dapat diobati dengan cara: mengubah kondisi mikroflora dengan menggunakan chlorhexidine dan flouride, mengurangi konsumsi gula dan sukrosa, mengurangi jumlah makan, serta meningkatkan *salivary flow*, dan diharapkan di masa depan pengobatan karies dapat menggunakan antibodi spesifik (Mount dan Hume, 2006). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peran IgY spesifik MS serotipe d (*Streptococcus sobrinus*) (IgY-Ss) sebagai opsonin untuk pencegahan infeksi *S. sobrinus*.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah: ayam petelur *Single Comb Brown Leghorn* umur 24 minggu sebanyak 4 ekor, mencit jantan strain Ddy berumur antara 5–6 minggu sebanyak 4 ekor, isolat mutan *Streptococcus*, yaitu *Streptococcus sobrinus* (serotipe d) yang telah dikarakterisasi serotipenya oleh Chismirina (2006), *brain heart infusion* (BHI) (Gibco), *Freund's adjuvant complete* dan *freund's adjuvant incomplek*, agarose (Sigma), PEG 6000 (Merck), Na azide (Merck), *phenol red*, amonium sulfat (Merck),  $K_2SO_4$  (Merck),  $NaH_2PO_4$  (Merck), bovine serum albumin (BSA) (Sigma), SDS (Sigma), *Acrylamide* (Sigma), Tris HCl (Sigma), *NN-methylene bis acrylamide* (Sigma), Amonium persulfat (Sigma), TEMED (BioRad), *loading dye* (Promega), *protein marker* (Bio Rad), *non immune IgY* (Promega), kolom *Hi Trap™ IgY Amersham pharmacia biotech*, *commassie blue stain*, asam asetat glasial, pakan ayam komersial, spoit 1 ml, spoit 3 ml, kapas, isopropanol, etanol 70%, akuades, mili-Q, PBS, pewarna Giemsa. Alat yang digunakan adalah kandang ayam lengkap dengan tempat makan dan minum, *microtube*, sentrifus, inkubator, tabung, penangas air, kaca objek, pipet Mohr 10 ml, perlengkapan AGPT (*Agar Gel Precipitation Test*), hemositometer, mikroskop, *magnetic*

*stirer*, vortex, spektrofotometer UV (Hitachi), elektroforesis (Sigma) dan *AKTA™ explorer 10S* (Amersham).

### Cara Kerja

#### Karakterisasi dan identifikasi bakteri

Bakteri dibiakkan pada media agar darah dan diinkubasi pada suhu 37° C selama 24–48 jam. Kemudian bakteri diidentifikasi dengan uji biokomia menggunakan kit *Microgen™ GN-ID Identification* (Microgen).

### Produksi antibodi MS pada ayam

Produksi antibodi menggunakan 4 ekor ayam petelur *Single Comb Brown Leghorn* betina berumur 24 minggu yang siap bertelur. Ayam diimunisasi dengan 0,5 ml ( $10^9$  CFU) suspensi *S. sobrinus* intravena (Carlander, 2002) selama tiga hari berturut-turut. Kemudian dilanjutkan dengan menyuntik 1 ml ( $10^9$  CFU) suspensi bakteri *S. sobrinus* dalam *Freund adjuvant complete* pada minggu II, serta 1 ml ( $10^9$  CFU) suspensi bakteri *S. sobrinus* dalam *Freund adjuvant incomplete* minggu III dan IV intramuskuler (Wibawan dan Laemmler, 1992). Satu minggu kemudian dilakukan koleksi serum dan diperiksa keberadaan antibodinya. Identifikasi ulang serum dan kuning telur menggunakan uji agar gel presipitasi.

### Uji agar gel presipitasi

Agar gel dibuat dengan melarutkan 0,4 g agarose dan 1,2 g PEG 6000, 0,1% Na azide dalam 25 ml PBS pH 7,4 dan 25 ml akuades pH 7,4. Larutan tersebut dipanaskan dalam penangas air sampai larut dan warna larutan menjadi bening. Kemudian larutan dipipet sebanyak 3,75 ml, dicetak pada gelas objek dan ditunggu sampai mengeras. Kemudian dibuat sumur-sumur dengan pelubang agar. Pada sumur tengah dimasukkan antigen (25  $\mu$ l) dan 25  $\mu$ l antibodi dari serum atau IgY pada sumur sekelilingnya. Gelas objek diletakkan di atas kertas saring basah agar terjaga kelembapannya. Reaksi dibaca setelah 18 sampai 48 jam, reaksi positif ditunjukkan dengan adanya garis presipitasi di antara sumur antigen dan antibodi.

#### Ekstraksi dan purifikasi IgY dari kuning telur ayam

Kuning telur dipisahkan dari bagian putih telur, kemudian diletakkan di atas kertas saring untuk menghilangkan putih telur yang melekat. Membran kuning telur dilubangi dengan cara diangkat dengan pinset, cairan kuning telur ditampung pada gelas beker dan dilarutkan secara perlahan dalam milli-Q pH 4 dengan perbandingan 1:4. Setelah homogen ditambahkan lagi milli-Q pH 2 hingga pH suspensi 5,0 sampai 5,2 dan disimpan pada suhu 4° C minimal 12 jam. Suspensi disentrifugasi dengan kecepatan 4800 rpm pada suhu 4° C

selama 20 menit dan supernatan diambil dan diperoleh *water soluble fractionation* (WSF). Selanjutnya WSF dibuat hingga pH 7,5. Kemudian ekstraksi dilanjutkan PEG 6000 dan amonium sulfat (Polson *et al.*, 1980). Purifikasi dilakukan dengan *fast protein liquid chromatography* menggunakan alat *Akta Explorer 10S* (Amersham). Konsentrasi protein dihitung dengan spektrofotometer UV. Hasil purifikasi IgY dipekatkan dengan PEG 6000 kemudian didialisis dalam larutan PBS pH 8 selama 24 jam dengan tujuan menarik sisa-sisa garam yang mungkin tersisa.

### Penentuan konsentrasi dan berat molekul IgY

Konsentrasi protein ditentukan dengan menggunakan metode Bradford (1976). Absorbansi sampel ditentukan dengan pembacaan pada UV spektrofotometer pada  $\lambda$  280 nm. Konsentrasi sampel dihitung berdasarkan kurva larutan standar dengan *bovine serum albumin* yang telah dibuat. Untuk mengetahui berat molekul IgY dilakukan SDS-PAGE dengan menggunakan sistem diskontinu, terdiri atas gel pemisah konsentrasi 12% dan gel pengumpul 14%. Gel diwarnai dengan *commassie blue* dan estimasi berat molekul protein berdasarkan perbandingan dengan marker umum berat molekul.

### Aktivitas IgY sebagai opsonin in vitro

Untuk mengetahui peran IgY sebagai opsonin ditunjukkan dalam *assay* fagositosis. *Assay* fagositosis dilakukan menurut metode Utama *et al.* (2000) dengan modifikasi.

#### a. Preparasi makrofag

Makrofag yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah makrofag yang berasal dari peritoneum mencit. Makrofag didapat dengan cara menyuntikkan cairan PBS dan IgY sebanyak 0.5 ml intraperitoneal. Satu jam kemudian dilakukan pembedahan pada mencit untuk memanen cairan peritoneumnya. Kemudian dihitung jumlah makrofag menggunakan hemositometer. Jumlah makrofag yang digunakan dalam bahan coba fagositosis adalah  $10^5$  sel/ml.

#### b. Assay fagositosis

Untuk melihat kemampuan fagositosis dilakukan dengan cara: suspensi makrofag  $0,5 \times 10^5$  sel/ml dan  $0,5 \times 10^8$  sel/ml bakteri ditempatkan pada tabung mikro, kemudian diinkubasi selama 1 jam suhu  $37^\circ$  C. Suspensi disentrifugasi dengan kecepatan 1000 rpm selama

10 menit. Supernatan dibuang kemudian pelet ditambahkan dengan 0,5 ml PBS. Buat preparat ulas, difiksasi dengan metanol selama 15 menit, diwarnai dengan *Giemsa* selama 60 menit, lalu dilihat di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000 kali. Uji opsonin menggunakan prosedur yang sama dengan *assay* fagositosis, namun sebelum bakteri dicampurkan dengan makrofag, bakteri diinkubasi dengan IgY-Ss pada suhu  $37^\circ$  C selama 1 jam.

### c. Penentuan nilai aktivitas dan kapasitas fagositosis

Nilai aktivitas fagositosis adalah persentase jumlah makrofag aktif dari jumlah makrofag total, sedangkan nilai kapasitas fagositosis rata-rata jumlah bakteri *S. sobrinus* yang dimakan oleh 20 makrofag aktif.

## HASIL

Rekarakterisasi bakteri pada biakan agar darah ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan sel bakteri berukuran  $\pm 0,5$  mm berwarna putih (Gambar 1). Hasil uji gula-gula (biokimia) menggunakan Kit Microgen™ GN-ID Identification dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Pertumbuhan *S. sobrinus* pada agar darah

Hasil rekarakterisasi menunjukkan bahwa isolat bakteri memiliki diameter 0,5 mm, nonhemolisis, memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa, tidak memfermentasi manitol, sorbitol, rafinose, serta tidak menghidrolisis arginin. Hasil ini menunjukkan kesamaan sebesar 90% dengan karakteristik mutan *Streptococcus* serotipe d (*S. sobrinus*). Chismirina (2006) pun telah menentukan bahwa isolat bakteri FKH-IPB ini adalah serotipe d mutan *Streptococcus* (*S. sobrinus*) dengan metode PCR.

**Tabel 1.** Karakteristik *Streptococcus sobrinus*

Karakteristik	Isolat <i>S. sobrinus</i>	MS type d ( <i>S. sobrinus</i> )*
Diameter	0,5 mm	0,5 mm
Hemolisis	nonhemolisis	$\alpha$ /nonhemolisis
Fermentasi:		
Glukosa	+	+ <sup>a</sup>
Sukrosa	+	+ <sup>a</sup>
Manitol	-	+ <sup>a</sup>
Sorbitol	-	$\Delta^c$
Rafinose	-	- <sup>b</sup>
Salicin	-	- <sup>b</sup>
Laktosa	+	+ <sup>a</sup>
Hidrolisis:		
Arginin	-	- <sup>b</sup>

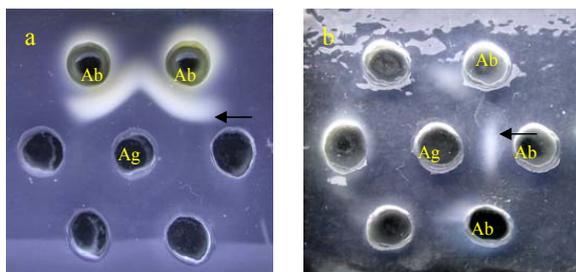
\* Sumber: Sneath *et al.* (1986); Loesche 1986; Gronroos (2000)

<sup>a</sup>  $\geq$  90% strain positif

<sup>b</sup>  $\geq$  90% strain negatif

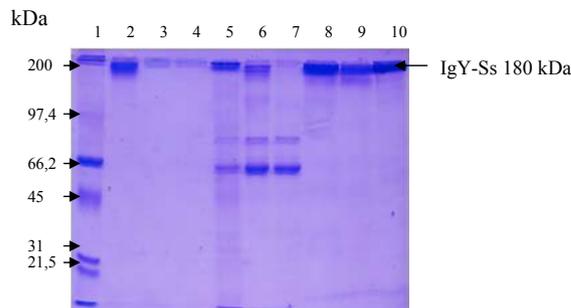
<sup>c</sup> 11-89% strain positif

Molekul IgY spesifik *S. sobrinus* pada serum ayam dan telur dideteksi dengan menggunakan uji agar gel presipitasi (AGP). Keberadaan IgY spesifik *S. sobrinus* ditandai dengan pembentukan garis presipitasi pada agar gel (Gambar 2 a dan b). Molekul IgY-Ss terdeteksi di dalam serum tujuh hari setelah imunisasi terakhir.



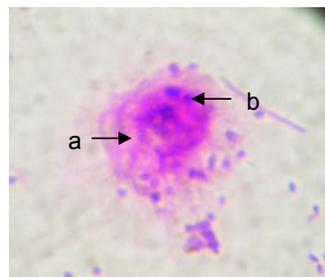
**Gambar 2.** Hasil uji agar gel presipitasi, Ag = antigen terlarut *S. sobrinus*, Ab = antibodi *S. sobrinus*, ( ) garis presipitasi. (a) Garis presipitasi pada uji AGP kuning telur, (b) Garis presipitasi pada uji AGP serum

Molekul IgY-Ss diekstraksi dari kuning telur ayam yang menunjukkan reaksi positif pada uji AGP. Hasil ekstraksi IgY-Ss yang telah dipurifikasi memiliki konsentrasi rata-rata sebesar 3,95 mg/ml. Hasil purifikasi ini kemudian dianalisis profil pita proteinnya menggunakan SDS-PAGE. IgY-Ss hasil purifikasi menunjukkan satu profil pita protein, yaitu molekul 180 kDa (Gambar 3). Sementara itu serum ayam positif antibodi *S. sobrinus* selain terdapat pita protein dengan berat molekul 180 kDa, juga menunjukkan pita protein serum albumin pada 66,2 kDa. Raj (2004) menyatakan bahwa IgY memiliki berat molekul 180 kDa, dengan rantai berat 60 kDa dan rantai ringan 25 kDa.

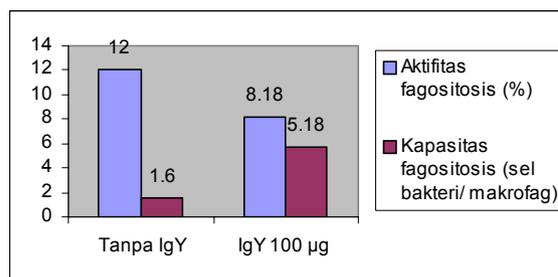


**Gambar 3.** Profil pita protein IgY-Ss yang telah dipurifikasi, (1) Marker umum (BioRad), (2) IgY standar non-imun (Promega), (3,4) IgY non-imun, (5,6,7) Serum ayam positif antibodi *S. sobrinus*, (8, 9, 10) IgY-Ss hasil purifikasi

Oponisasi bertujuan untuk melapisi permukaan bakteri dengan antibodi dan komplemen agar bakteri mudah difagositosis. Oponisasi bakteri *S. sobrinus* dengan 100  $\mu$ g IgY-Ss dapat meningkatkan kapasitas fagositosis. Rerata kapasitas fagositosis tanpa oponisasi adalah 1,6 sel bakteri/makrofag, sedangkan rerata kapasitas fagositosis dengan oponisasi adalah 5,18 sel bakteri/makrofag. Hasil analisis statistik dengan uji t pada taraf nyata  $\alpha = 0,05$  menunjukkan bahwa oponisasi dengan IgY dapat meningkatkan kapasitas fagositosis makrofag (t hitung > t tabel). Namun oponisasi tidak berpengaruh pada aktivitas fagositosis. Proses fagositosis ditunjukkan pada Gambar 4. Kapasitas dan aktivitas fagositosis ditunjukkan melalui Gambar 5 dan Tabel 2.



**Gambar 4.** Proses fagositosis *S. sobrinus* oleh makrofag, (a) sitoplasma makrofag, (b) bakteri yang terfagosit



**Gambar 5.** Nilai aktivitas dan kapasitas fagositosis makrofag tanpa dan dengan preinkubasi IgY-Ss

**Tabel 2.** Nilai rerata, simpangan baku, dan nilai t kapasitas makrofag

Perlakuan	Nilai rerata	Simpangan baku (s)	Nilai t
Tanpa IgY	1,6	1,25	t hitung = 25 (t tabel = 1,31)
IgY 100 µg	5,18		

## PEMBAHASAN

Molekul IgY-Ss yang terbentuk di dalam serum pada hari ke-7 setelah imunisasi terakhir merupakan antibodi spesifik terhadap *S. sobrinus*, hal ini sejalan dengan Bellanti (1993) yang menyatakan bahwa injeksi dosis pertama akan menghasilkan antibodi spesifik di dalam serum dan injeksi dengan sel-sel bakteri akan memunculkan reaksi antibodi sepuluh sampai empat belas hari pasca-injeksi. Pembentukan antibodi dipengaruhi beberapa faktor, yaitu: imunogenesitas, kualitas, bentuk kelarutan stimulan, spesies hewan yang diinjeksi, rute imunisasi, dan sensitivitas *assay*. Rute imunisasi secara intravena yang dilakukan pada penelitian ini diharapkan dapat segera memicu pembentukan antibodi di dalam darah. Pengulangan imunisasi plus ajuvan secara intramuskuler pada minggu ke-2, 3, dan 4 diharapkan dapat merangsang pembentukan antibodi dalam jumlah yang lebih banyak dan secara konsisten tetap terbentuk. Ajuvan adalah zat yang dapat memperbesar respons imun bila disuntikkan bersama-sama dengan imunogen karena ia memperluas permukaan antigen dan memperlama penyimpanan antigen di dalam tubuh sehingga memberi kesempatan pada sistem limfoid untuk menuju antigen (Bellanti, 1993). Sementara Kuby (1997) menyatakan bahwa ajuvan adalah substansi yang jika dicampurkan dengan antigen kemudian diinjeksikan bersama-sama akan bekerja memperbesar imunogenesitas antigen.

Fagositosis adalah proses ingesti partikel atau mikroba oleh sel fagosit. Fagositosis oleh makrofag dipengaruhi reseptor seluler dan kemampuannya dapat diperbesar dengan kehadiran antibodi atau komplemen sebagai opsonin (Macura *et al.*, 2007). Opsonisasi *S. sobrinus* dengan IgY-Ss bertujuan untuk melapisi permukaan *S. sobrinus* agar mudah difagositosis. Proses opsonisasi dapat meningkatkan hidrofobisitas serta mengagregasi *S. sobrinus* sehingga bakteri lebih mudah untuk difagosit dalam jumlah banyak. Peningkatan kapasitas fagositosis pada penelitian ini menunjukkan bahwa IgY-Ss dapat meningkatkan hidrofobisitas bakteri *S. sobrinus*. Tsuda, *et al.*, (2000) menyatakan bahwa hidrofobisitas yang semakin baik akan mempermudah proses fagositosis. Hal ini didukung juga oleh pernyataan Raamsdonk, *et al.* (1995)

bahwa preinkubasi *S. sobrinus* dengan antibodi poliklonal dapat meningkatkan hidrofobisitas bakteri sehingga bakteri lebih mudah untuk difagosit. Bakteri gram positif seperti mutan *Streptococcus* memiliki dinding sel yang terbuat dari peptidoglikan dan *lipoteichoic acid* (LTA), LTA inilah yang bertanggung jawab terhadap hidrofobisitas bakteri (Tsuda, *et al.*, 2000). Walaupun opsonisasi dengan IgY-Ss meningkatkan kapasitas fagositosis namun proses ini tidak berpengaruh pada aktivitas fagositosis makrofag peritoneum mencit. Opsonisasi dengan antibodi/imunoglobulin mempermudah aktivitas fagositosis karena makrofag (sel fagosit) memiliki reseptor Fc dari imunoglobulin (Kuby, 1997). Namun di dalam penelitian ini, aktivitas fagositosis tidak mengalami peningkatan. Hal ini dapat terjadi karena IgY tidak berikatan dengan reseptor Fc bakteri pada makrofag mamalia (Raj *et al.*, 2004) sehingga aktivitas makrofag peritoneum mencit yang digunakan dalam penelitian ini tidak meningkat. Fenomena yang sama juga pernah dilaporkan oleh Utama *et al.*, (2000) bahwa opsonisasi *S. equi subsp zooepidemicus* dengan leukosit polimorf babi hanya meningkatkan kapasitas fagositosis namun tidak berpengaruh pada aktivitas fagositosis.

Ayam petelur memiliki potensi tambahan sebagai penghasil telur berkhasiat, salah satunya menghasilkan telur yang mengandung antibodi terhadap *Streptococcus sobrinus* yang merupakan salah satu bakteri pencetus karies gigi. Fagositosis merupakan mekanisme yang berperan penting dalam pencegahan infeksi bakteri. Proses opsonisasi oleh IgY-Ss dapat meningkatkan kapasitas fagositosis. Hal ini menunjukkan peluang penggunaan IgY-Ss sebagai alternatif dalam pencegahan infeksi *S. sobrinus*.

## KEPUSTAKAAN

- Akerstrom B, Brodin TH, Reis K, Borg L, 1985. Protein G: a Powerful Tool for Binding and Detection of Monoclonal and Polyclonal Antibodies. *J. Immunol.* 135: 2589–2592.
- Bellanti JA, 1993. *Imunologi III*. Terjemahan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bratthall D, 2004. Dental caries-What is that? Faculty of Odontology Malmö University, Sweden.
- Carlender D, 2002. Avian Immunoglobulin Y Antibody *in Vitro* and *in Vivo*. Dissertation. Universities Upsaliensis, Upsala.
- Chismirina S, 2006. Efek Immunoglobulin Y (IgY) sebagai *Anti Adhesin* pada Pembentukan *Biofilm* oleh *Streptococcus mutans*. Tesis. Program Pascasarjana Departemen Biologi Oral. FKG-UI. Jakarta.
- Gronroos L, 2000. Quantitative and Qualitative Characterization of Mutans Streptococci in Saliva and in Dentition. Academic Dissertation. Faculty of Medicine of University of Helsinki. Helsinki, Finland.

- Horton JJ, Holde CA, Ward PJ, Macdonald DM, Sanderson AR, 1984. Exploitation of Phylogenetic Distance in Cell Surface Immune Labelling: Studies With Beta2 Microglobulin. *J. Invest. Dermatol.* 84: 96–99.
- Kapner M, 2003. Comprehensive and Aesthetic Dentistry. Ninth District Dental Association. <http://www.urac.org>.
- Kuby J, 1997. Immunology 3<sup>rd</sup>. Freeman and Company, New York.
- Larsson, Sjoquist AJ, 1990. Chicken IgY: Utilizing the Evolutionary Difference. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 13: 199–201.
- Larsson A, RM Balow, TI Lindahl, PO Forsberg, 1993. Chicken Antibodies :Taking Advantage of Evolution a Review. *Poultry Science.* 72: 1807–12.
- Loesche WJ, 1986. Role of Streptococcus Mutans In Human Dental Decay. *Microbiol. Rev.* 50: 353–380.
- Macura N, Tong Zhang, A Casadevall, 2007. Dependence of Macrophage Phagocytic Efficacy on Antibody Concentration. *Infect. Immun.* 75: 1904–1915.
- Michael W, Russell, Hongyin WU, 1990. *Streptococcus mutans* and The Problem of Heart Cross-Reactivity. *J. Oral Bio. & Med.* 1: 191–201.
- Mount G, Rory Hume, 2006. Dental Caries. <http://www.UCLA.edu.htm>.
- Paryati SPY, 2006. Antibodi Anti-idiotipe Sebagai Kandidat Vaksin Rabies. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Poetri ON, Soejoedono RD, 2006. Produksi Antibodi Kuning Telur (IgY) Anti *Streptococcus mutans* sebagai Anti Karies Gigi. *J. Ilmu Pertanian Indonesia.* 11: 6–10.
- Polson A, Von WM, Van RM, 1980. Isolation of Viral IgY Antibodies from Yolks of Immunized Hens. *Immunol. Commun.* 9: 475–493.
- Raamsdonk M, Van Der Mei HC, De Soet JJ, Busscher HJ, De Graaff J, 1995. Effect of Polyclonal and Monoclonal Antibodies on Surface Properties of *Streptococcus sobrinus*. *J. Inf. & Immun.* 63: 1698–1702.
- Raj GD, Latha B, Chandrasekhar MS, Thiagarajan V, 2004. Production, Characterization and Application of Monoclonal Antibodies Against Chicken IgY. *Veterinarski Arhiv.* 74: 189–199.
- Seminario A, Broukal Z, Ivancakova R, 2005. Mutans Streptococci and the Development of Dental Plaque. *Prague Medical Report.* 106: 349–358.
- Shin JH, Mierha Y, Seung Woo N, Jung Taik K, Na Hye M, Won-Gi B, IM Hwan R, 2002. Use of Egg Yolk-Derived Immunoglobulin as an Alternative to Antibiotic Treatment for Control of *Helicobacter pylori* Infection. *J. Clin. & Diag. Lab. Immun.* 9: 1061–1066.
- Sneath P, Nicholas SM, M Elisabeth S, John GH, 1986. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volume 2. William & Wilkins, USA.
- Soejoedono RD, Paryati SPY, Poetri ON, 2007. Antibodi Anti-Idiotipe Sebagai Alternatif Pengganti Virus Avian Influenza untuk Keperluan Diagnostik. Laporan Penelitian Fundamental. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional.
- Suartha IN, Wibawan IWT, Iman Bp, 2006. Produksi Immunoglobulin Y Spesifik Antitetanus pada Ayam. *J. Vet.* 7: 1.
- Tsuda H, Yamashita Y, Toyoshima K, Yamaguchi N, Oho T, Nakano Y, Nagata K, Koga T, 2000. Role of Serotype-Specific Polysaccharide of *Streptococcus mutans* to Phagocytosis by Human Polymorphonuclear Leukocytes. *J. Inf. & Immun.* 68: 644–650.
- Utama IH, Aisjah G, Fachriyan HP, I Wayan TW, Endhie DS, Gatut A, Aida LTR. 2000. Respons Fagositosis Leukosit Polimorf Babi (*In Vitro*) terhadap *Streptococcus equi subsp. Zooepidemicus*. *J. Vet.* 1: 1.
- Warr GW, Magor KE, Higgins DA, 1995. IgY: Clues to the Origins of Modern Antibodies. *Immunology Today.* 16: 392–8.
- Wibawan IWT, Laemmler CH, 1992. Relationship Between Group B Streptococcal Serotypes and Cell Surface Hydrophobicity. *J. Vet. Med.* 39: 376–382.

Reviewer: **Prof. Drh. R. Waskito, M.Sc., Ph.D.**