

**KARAKTERISASI FAKTOR-FAKTOR PATOGENISITAS *Escherichia coli*  
SECARA FENOTIP ISOLAT ASAL JANTUNG DAN  
HATI AYAM POTONG**

A. Purnomo dan W. Prihtiyantoro<sup>1</sup>

**INTISARI**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakter faktor-faktor patogenisitas secara fenotip *Escherichia coli* asal ayam potong. Karakter yang diteliti yaitu kemampuan hemaglutinasi, jenis hemolisin, uji hidrofobisitas dan uji kepekaan antibiotik. Tujuh isolat *Escherichia coli* berasal dari jantung dan 7 isolat dari hati ayam potong semua mampu mengaglutinasi darah kelinci, semua memproduksi  $\beta$  hemolisin dan semua bersifat hidrofil. Pada uji kepekaan antibiotik semua antibiotik yang dicoba sensitifitasnya sudah menurun yaitu Ampisilin 21,5%; Doksisiklin 14,2%; Enrofloksasin 57,1%; Gentamisin 83,3%. Eritromisin, Oksitetrasiklin dan Tetrasiklin sudah tidak sensitif. Resistensi sudah terjadi pada Oksitetrasiklin sebesar 100%, Eritromisin sebesar 92,9% dan Tetrasiklin sebesar 78,6%.

(Kata kunci : *Escherichia coli*, Fenotip, Patogenisitas, Ayam potong)

---

<sup>1</sup>Akademi Peternakan Brahmputra, Jl. Ki Ageng Pemanahan Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta. 55162

## CHARACTERIZATION OF PATHOGENESITY FACTORS *Escherichia coli* BY PHENOTYPE FROM HEART AND LIVER BROILER CHICKEN

### ABSTRACT

This research was conducted to know the characters of pathogenesis factors of *Escherichia coli* by phenotype from broiler chicken. The characterization of *Escherichia coli* was based on abilities of hemagglutination, type of hemolysin, hydrophobicity and antibiotic sensitivity test. Seven isolates of *Escherichia coli* from heart and seven isolates from liver of broiler could agglutinate rabbit bloods, produce  $\beta$  hemolysin and all hydrophilic. At the antibiotic sensitivity test showed that all the antibiotics have decrease, such as Ampicillin 21,5%, Doxycycline 14,2%, Enrofloxacin 57,1%, Gentamicin 83,3%. Erythromycin, Oxytetracycline and Tetracycline were not susceptible. Oxytetracycline has resistant 100%, Erythromycin has resistant 92,9% and Tetracycline has resistant 78,6%

(Key words : *Escherichia coli*, Phenotype, Pathogenesis, Broiler)

### Pendahuluan

*Escherichia coli* (*E. coli*) merupakan bakteri salah satu bakteri yang penting dalam pengendalian penyakit infeksius pada ayam, karena beberapa serotype menunjukkan sifat patogen, yang dapat menyebabkan septikemia, air sacculitis, salpingitis, hepatitis (Randall, 1985), omphalitis, infeksi yolk sac, air sacculitis, enteritis, bursitis (Tabbu, 2000), koliseptisemia, koligranuloma, peritonitis, salpingitis, sinovitis, paraproctitis, perikarditis dan hepatitis (Wibowo, 1994; Allan *et al.*, 2002). Kejadian infeksi *E. coli* dapat berupa infeksi primer maupun mengikuti infeksi penyakit-penyakit yang tergolong dalam penyakit *immunosuppressive* dari Gumboro maupun CRD (*Chronic Respiratory Disease*), SHS (*Swollen Head Syndrome*), Snot (*Infectious Laryngotracheitis*) (Tabbu, 2000).

Menurut Salasia (1996) penampilan mikrokapsul pada sel bakteri akan menentukan sifat hidrofobisitas ini diduga berperan dalam pelekatan awal pada sel inang, Kapsul permukaan sel bakteri bertanggung jawab terhadap pelekatan pada sel epitel inang (Wibawan dan Lämmle, 1990). Pada *E. coli* keberadaan fli di permukaan sel membantu pelekatan pada sel inang (Pelczar dan Chan,

1988). Bakteri yang mempunyai kapsul permukaan akan bersifat hidrofili dan bersifat lebih virulen (Wibawan dan Lämmle, 1990). Bakteri yang mempunyai kapsul akan bersifat virulen dan sebaliknya bakteri yang tidak mempunyai kapsul tidak virulen (Pelczar dan Chan, 1988).

Hemolisin adalah substansi dari bakteri yang mampu melisis sel-sel darah merah yang merupakan faktor virulensi pada *E. coli*. Bakteri yang mampu melisis sel darah merah lebih virulen dari pada yang tidak mampu melisis (Pelczar dan Chan, 1988).

Kemampuan hemagglutinasi oleh bakteri berhubungan dengan kemampuan bakteri untuk melekat pada sel-sel hospes (Kurl *et al.*, 1989; Wibawan *et al.*, 1993; Lämmle *et al.*, 1994; Salasia dan Lämmle, 1994; Salasia dan Lämmle, 1995). Substansi-substansi intra dan ekstra sel bakteri, yang berupa protein-protein spesifik, hemagglutinin maupun fimbria yang ada di permukaan bakteri berperan dalam sifat patogenisitas (Ofek dan Sharon, 1988; Kurl *et al.*, 1989).

Pada usaha peternakan ayam potong pemberian antibiotika biasa digunakan untuk perangsang pertumbuhan, pencegahan penyakit maupun pengobatan infeksi bakteri. Menurut Wattimena *et al.* (1994) pemberian antibiotika yang cukup intensif dalam

pengobatan infeksi bakteri maupun penambahan antibiotika dalam pakan ternak dapat mengakibatkan modifikasi flora usus dan menyebabkan resistensi. Bakteri menjadi kurang peka terhadap antibiotik dan dapat terjadi karena penggunaan dosis antibiotik yang kurang tepat dan pemakaian yang terlalu sering (Brander *et al.*, 1991). Pemberian antibiotik yang tidak terkontrol akan menyebabkan terjadinya pengurangan efektifitas antibiotika.

Pada penelitian ini akan diisolasi bakteri *E. coli* pada kasus perikarditis dan hepatitis pada ayam potong kemudian ditentukan patogenisitasnya berdasarkan karakter fenotip yang meliputi kemampuan hemaglutinasi, hemolisin dan hidrofobisitas serta diuji kepekaannya terhadap beberapa antibiotik secara *in vitro*.

### Materi dan Metode

#### Isolasi bakteri

Bakteri *E. coli* diisolasi dari spesimen hati dan jantung ayam potong. Bahan pemeriksaan diambil secara aseptis dan dimasukkan dalam media Tott Hewith Broth (THB) dalam tabung reaksi steril untuk pembiakan awal bakteri. Identifikasi bakteri *E. coli* didasarkan pada sifat pertumbuhan pada media Mac Conkey dan Kligler Iron Agar.

#### Uji kemampuan hemolisis

Bakteri ditanam dalam plat agar (agar base, Oxoid, Jerman) dengan penambahan darah domba, kemudian diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Kemampuan hemolisis pada plat agar darah ditentukan berdasar adanya zona hemolisis yang dibentuk oleh *E. coli* (Skalka *et al.*, 1979). *E. coli* yang memproduksi alfa-hemolisin akan membentuk zona terang disekitar koloni, beta-hemolisin akan terlihat zona agak gelap disekitar koloni, gama-hemolisin tidak terlihat adanya zona disekitar koloni. *E. Coli* yang memproduksi kombinasi alfa-hemolisin dan beta-hemolisin akan tampak zona gelap dan terang disekitar koloni.

#### Uji hemaglutinasi

Dalam uji ini digunakan darah kelinci dengan antikoagulan 0,2 M Sodium Sitrat pH 5,2, disentrifus dan dicuci dua kali dengan 0,15 M NaCl, kemudian dibuat larutan 2% dengan NaCl. Uji hemaglutinasi dilakukan dengan cara mereaksikan 20 l larutan bakteri yang telah ditentukan *optical density* (OD) nya dengan spektrofotometer transmisi dan 620 nm (kira-kira 10<sup>9</sup> bakteri/ml 0,15 NaCl) dengan 20l larutan eritrosit didalam mikroplat dan digoyang selama 30 detik dan reaksi hemaglutinasi dicatat (Wibawan *et al.*, 1993).

#### Uji hidrofobisitas

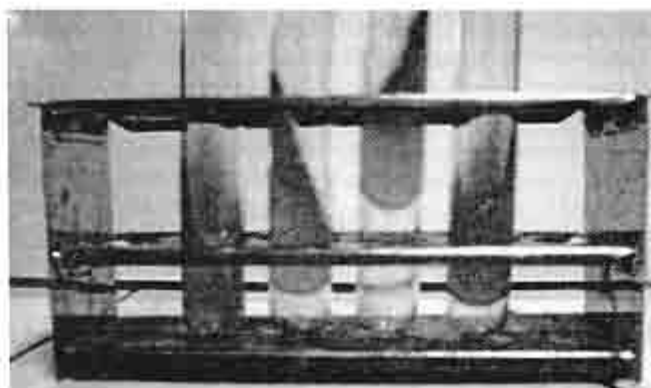
Bakteri ditanam dalam kaldu BHI 5 ml. diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Kultur bakteri kemudian di vortex, dipindahkan kedalam tabung sentrifus dan disentrifus 5 menit pada kecepatan 5.000 rpm. Supernatan dibuang, pellet dicuci dengan PBS 3 kali. Larutan bakteri dilakukan penyetaraan dengan larutan BaSO<sub>4</sub>, konsentrasi 108. Sebanyak 50 µl larutan bakteri dicampur dengan 50 µl Amonium Sulfat dengan konsentrasi 1,2M, 1,6, 2M, 2,4M dan 3,2M pada objek glas, dan diaduk dengan tusuk gigi steril. Uji hidrofobisitas dinyatakan positif apabila terjadi agregasi seperti pasir putih pada hasil adukan (Wibawan *et al.*, 1993).

#### Uji resistensi antibiotik

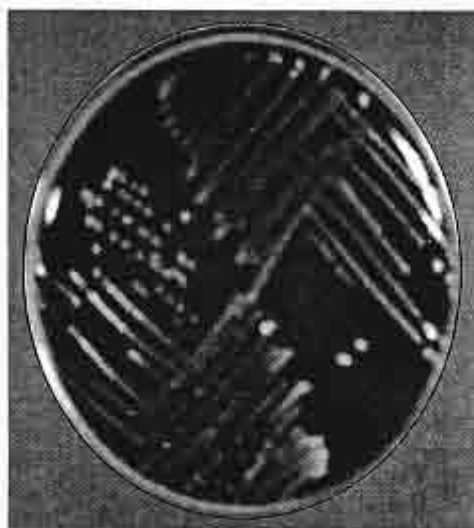
Kepekaan *E. coli* terhadap beberapa antibiotika ditentukan dengan menggunakan uji difusi agar dengan menggunakan agar Müller-Hinton (Oxoid) dengan menempelkan lempengan diskus antibiotik (Oxoid) sebagai berikut: Ampisilin, Doksisisiklin, Enrofloksasin Gentamisin, Eritromisin, Oksitertasiklin dan Tetrasiklin. Zona inhibisi yang terbentuk dievaluasi sesuai dengan ketentuan National Committee of Clinical Laboratory Standards (NCCLS, 1998).

### Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini menggunakan 14 isolat *E. coli*, yang terdiri dari 7 isolat asal



Gambar 1. Media Kligler Iron Agar yang ditumbuhi *E. coli*, Media secara keseluruhan menjadi kuning dan terangkat meatas karena timbul gas (*Kligler Iron Agar Media that grown E. coli, the media as a whole become yellow and upraised to above of becuse incidence of gas*)



Gambar 2. Zona  $\beta$ -Hemolisin dari *E. coli* Terbentuk Disekitar Koloni ( *$\beta$ -Hemolysin zone of formed by around the colony*)

jantung dan 7 isolat dari hati ayam potong. Penentuan isoalat *E. coli* didasarkan pada uji Mac Concey dan Media Klinger Iron Agar (Gambar 1 dan Tabel 1).

Secara *in vitro* patogenisitas bakteri dapat dilakukan dengan deteksi jenis hemolisin, uji hemaglutinasi dan uji hidrofobisitas. Hasil penelitian ini

menunjukkan semua isolat *E. coli* memproduksi  $\beta$ -hemolisin, semua isolat mengaglutinasi sel darah merah kelinci dan semua isolat bersifat hidofil (Tabel 2).

Bakteri yang mampu melisiskan sel darah merah mempunyai sifat lebih virulen dibandingkan dengan bakteri yang tidak mampu melisiskan sel darah merah (Pelczar

dan Chan, 1988). Kemampuan bakteri melisis sel-sel darah merah ditentukan oleh substansi yang disebut hemolisin. Kusmiyati dan Supar (1998) telah mengisolasi *E. coli* dari kotoran pedet yang memproduksi  $\alpha$ -hemolisin. *Escherichia coli* asal cairan asites ayam potong menunjukkan 53% memproduksi  $\beta$ -hemolisin dan 47% non hemolisin (Khusnan dan Salasia, 2006). Hemolisin merupakan eksoprotein yang mempunyai aktivitas enzimatis maupun toksin (Williams *et al.*, 2000). Sitolitik toksin bakteri yang berupa hemolisin adalah  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ , dan  $\gamma$ -hemolisin (Brückler *et al.*, 1994). Pada penelitian ini menunjukkan semua isolat *E. coli* memproduksi  $\beta$ -hemolisin (Gambar 3).

Hemagglutinin merupakan substansi spesifik yang berada dipermukaan bakteri. Hemagglutinin ini berperan dalam penggumpalan eritrosit dan memegang peranan dalam virulensi terhadap hospes yang diinfeksi. (Ofek dan Sharon, 1988; Kurl *et al.*

1989). Gottschalk *et al.*, (1990) melaporkan bahwa strain Streptokokus yang bereaksi hemagglutinasia pasti memiliki fimbria pada permukaan sel. Fimbria pada permukaan sel bakteri sering disebut sebagai hidrofobin yang bertanggung jawab terhadap interaksi bakteri dengan eritrosit. Pada penelitian ini menunjukkan semua isolat menggumpalkan eritrosit kelinci (Gambar 3).

Pada uji hidrofobitas menunjukkan semua isolat *E. coli* bersifat hidrofil (Gambar 5). Bakteri yang bersifat hidrofil menurut Tizard (1982) pada permukaan selnya memiliki kapsul polisakarida. Kapsul bakteri yang mengandung polisakarida tidak akan terbentuk agregat apabila dicampurkan dengan larutan amonium sulfat (Wibawan dan Lämmle, 1990).

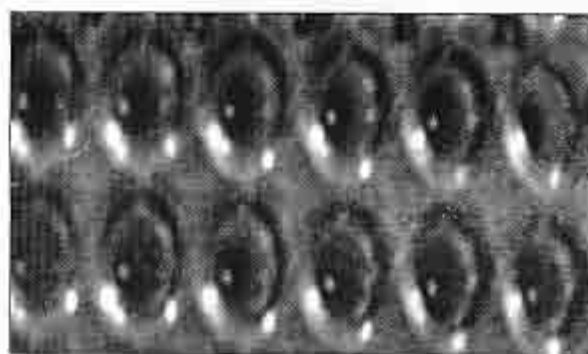
Bakteri yang banyak mengandung karbohidrat di permukaan selnya tidak akan membentuk agregasi dengan penambahan ammonium sulfat, sehingga bakteri-bakteri ini

Tabel 1. Isolasi *E. coli* dari Spesimen Jantung dan Hati Ayam Potong (*Isolation of E. coli from heart and liver specimen of broiler*)

No (Number)	Kode (Sample code)	Mac. Concey (Mac. Concey)	Media Miring Kliber Iron Agar (Oblique Media of Kliber Iron Agar)			
			Miring (Oblique)	Tegak (Straightening)	Gas (Gas)	H <sub>2</sub> S (H <sub>2</sub> S)
1	H4	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
2	H5	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
3	H6	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
4	H7	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
5	H8	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
6	H16	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
7	H17	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
8	J2	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
9	J4	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
10	J5	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
11	J6	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
12	J16	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
13	J17	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-
14	J20	Merah (red)	Kuning (yellow)	Kuning (yellow)	+	-

Tabel 2. Karakterisasi *E.coli* terhadap Jenis Hemolisin, Hemaglutinasi dan Hidrofobisitas  
(*Characterization of E.coli to type of hemolysin, hemoglutination and hidrophobisity*)

No (Number)	Kode (Sample code)	Karakterisasi <i>E. Coli</i> ( <i>Characterization of E. Coli</i> )		
		Jenis hemolisin (Type of hemolysin)	Hemaglutinasi (Hemaglutination)	Hidrofobisitas (Hydrophobicity)
1	H4	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
2	H5	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
3	H6	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
4	H7	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
5	H8	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
6	H16	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
7	H17	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
8	J2	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
9	J4	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
10	J5	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
11	J6	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
12	J16	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
13	J17	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )
14	J20	β	+	Hidrofil ( <i>hydrophil</i> )

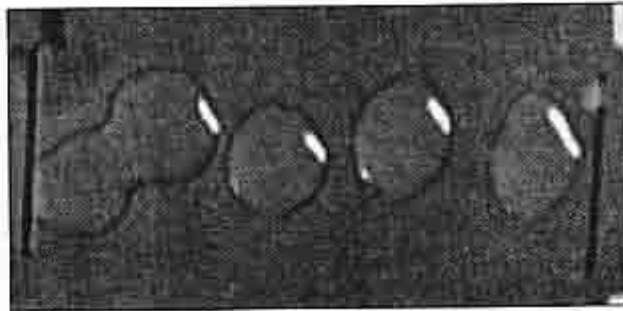


➤ Kontrol  
hemaglutinasi  
negatif  
(*Control of  
negative  
hemoglutination*)

➤ Kontrol  
hemaglutinasi  
positif (*Control  
of positive  
hemoglutination*)

Hasil pengujian (*Result of test*)

Gambar 3. Uji hemaglutinasi positif *E. coli* dengan sel darah merah kelinci, dan Kontrol uji hemaglutinasi negatif dan positif (Figure 3. *Positive hemoglutination test of E. coli with red blood cell of rabbit and control of positive and negative hemoglutination test*)



Gambar 4. Uji Hidrofobisitas, pencampuran *E. coli* dengan Amonium Sulfat tidak timbul agregat, Bakteri bersifat hidrofil (Figure 4. *Hydrophobicity test, mixing of E. coli with ammonium sulphat do not arise aggregates, bacterium have the character of hydrophil*)

diketahui bersifat hidrofil (Lindahl *et al.*, 1981). Bakteri yang mempunyai kapsul akan bersifat virulen dan sebaliknya bakteri yang tidak mempunyai kapsul kurang virulen (Pelczar dan Chan, 1988).

Sifat hidrofobisitas permukaan sel bakteri menentukan tingkat patogenisitas bakteri. Patogenisitas bakteri ditentukan kemampuan adesi pada sel epitel, pertahanan terhadap fagositosis maupun antibodi serta kemampuan memperbanyak diri dan diikuti dengan pengeluaran substansi ekstraseluler. Bakteri yang bersifat hidrofil menurut Tizard (1982) pada permukaan selnya memiliki kapsul polisakarida, yang menyebabkan bakteri sulit difagositosis oleh sel-sel polimorfonuklear, karena polisakarida pada permukaan sel berperan dalam mencegah terbentuknya kontak yang cukup erat dengan sel polimorfonuklear pada proses awal fagositosis (Pelczar dan Chan, 1988).

Sebaliknya bakteri yang bersifat hidrofob pada uji hidrofobisitas dengan amonium sulfat akan menunjukkan adanya agregat. Bakteri yang bersifat hidrofob akan mudah melekat pada sel-sel epitel tetapi mudah dihancurkan pada proses difagosit oleh sel-sel polimorfonuklear leukosit (Salasia dan Lämmler, 1995; Salasia, 1996). Secara patogenisitas, kultur yang mempunyai sifat hidrofob lebih banyak melekat pada sel-sel epitel dan lebih banyak difagosit oleh sel-sel polimorfonuklear (PMN) dibanding dengan

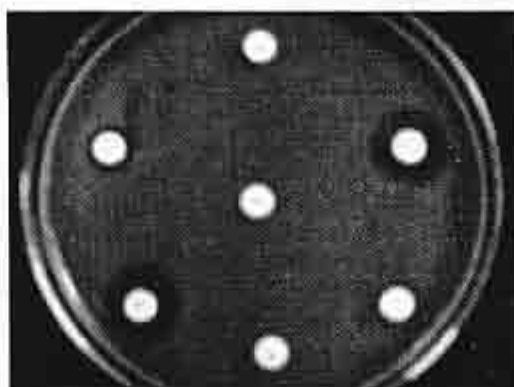
kultur yang bersifat hidrofil (Salasia *et al.*, 2004).

Dari tujuh antibiotik (ampisilin, koksisisiklin, enrofloksasin, gentamisin, oksitetrasiklin dan tetrasiklin) yang dicoba secara *in vitro* menunjukkan bahwa semua antibiotik sudah mengalami resistensi terhadap bakteri *E. coli* (Tabel 3). Tingkat resistensi berkisar antara 16,7% sampai 100%. Tingkat resistensi meningkat dari gentamisin, enrofloksasin, doksisisiklin, ampisilin, tetrasiklin dan oksitetrasiklin. Sedangkan sensitifitasnya berkisar antar 0% sampai 83,3%. Tiga jenis antibiotika sudah tidak efektif yaitu eritromisin, oksitetrasiklin dan tetrasiklin. Sedangkan efektifitas doksisisiklin, ampisilin, enrofloksasin dan gentamisin berturut-turut 14,2%, 21,5%, 57,1% dan 83,3%.

Dari hasil penelitian tersebut terlihat bahwa antibiotik yang dicoba menunjukkan resistensi yang tinggi, yaitu gentamisin, enrofloksasin, doksisisiklin, ampisilin, tetrasiklin dan oksitetrasiklin. Hasil yang sama telah dilaporkan Nugroho dan Wibowo (2005) bahwa *E. coli* asal ayam sudah resisten terhadap antibiotik yang sering digunakan pada peternakan ayam yaitu: ampisilin, streptomisin dan enrofloksasin. Sedangkan Krisnaningsih *et al.*, (2005) membuktikan bahwa *E. coli* asal ayam sudah resisten terhadap jenis antibiotik lincomisin dan donafloksasin, diikuti ampisilin dan

Tabel 3. Persentase Kepekaan *E. coli* Asal Jantung dan Hati Ayam Potong terhadap beberapa Antibiotik (Percentage of sensitivity of *E. coli* from heart and liver broiler to antibiotic)

No (Number)	Jenis Antibiotik (Type of antibiotic)	Resistensi (Resistency)		
		Resisten (%) (Resistant)	Intermedier (%) (Intermediate)	Sensitif (%) (Susceptible)
1	Ampisilin (Ampicilin)	57,1	21,4	21,5
2	Doksisiklin (Doxycycline)	42,9	42,9	14,2
3	Enrofloksasin (Enrofloxacin)	35,7	7,2	57,1
4	Eritromisin (Erythromycin)	92,9	7,1	0
5	Gentamisin (Gentamycin)	16,7	0	83,3
6	Oksitetrasiklin (Oxytetracycline)	100	0	0
7	Tetrasiklin (Tetracycline)	78,6	21,4	0



Gambar 7. Uji sensitivitas antibiotik terhadap *E. coli* pada agar Muller Hinton, zona inhibisi terlihat pada 3 cakram antibiotik (Sensitivity test of antibiotic to *E. coli* at Muller Hinton Agar; zone of inhibition seen at 3 antibiotic disk)

amoksisilin, streptomisin doksisiklin dan eritromisin. Khusnan dan Salasia (2006) membuktikan bahwa *E. Col* asal ayam sudah resisten terhadap eritromisin dan penisilin G.

Dari jenis antibiotika yang dicoba menunjukkan bahwa antibiotika yang sering digunakan pada formula obat ayam sudah banyak yang resisten dan sebaliknya jenis antibiotika yang tidak digunakan pada formula obat ayam sensitifitasnya masih baik yaitu amikasin, meropemen, sefepin dan seftriakson. belum mengalami (Khusnan dan Salasia, 2006) sedangkan Purnomo dan Prihtiyantoro (2007) membuktikan antibiotik yang jarang digunakan pada manajemen

kesehatan ayam sensitifitasnya masih diatas 80% terhadap *E. coli* yaitu meropemen, mesilinam, sefepim, seftazidim, sefotaksim, seftriakson dan sefuroksim.

Beberapa serotype *E. coli* pada ayam kerap kali resisten terhadap antibiotik, sehingga perlu dilakukan uji sensitivitas antibiotik agar pengobatan menjadi efisien (Tabbu, 2000).

### Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa *E. coli* yang diisolasi dari hati dan jantung ayam potong mempunyai



karakter : semua memproduksi  $\beta$ -hemolisis, mempunyai hemagglutinin dan bersifat hidrofil, sehingga berdasar karakter tersebut *E. coli* bersifat patogen. Pada uji kepekaan antibiotik semua antibiotik yang dicoba sensitifitasnya sudah menurun yaitu Ampisilin 21,5%; Doksisisiklin 14,2%; Enrofloksasin 57,1%; Gentamisin 83,3%. Eritromisin, Oksitertasiklin dan Tetrasiklin sudah tidak sensitif. Resistensi sudah terjadi pada Oksitertasiklin sebesar 100%, Eritromisin sebesar 92,9% dan Tetrasiklin sebesar 78,6%.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M (Ditbinlitabmas) Dikti Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui dana Penelitian Dosen Muda tahun 2007. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Dyna Nurhayati dan Yeyen Ahdayani, mahasiswa Fakultas Kedokteran Hewan UGM, dan semua pihak yang telah terlibat dan membantu jalannya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Allan, B.J., J.V. van de Hurk and A.A. Potter. 2002. Characterization of *Escherichia coli* Isolated from Cases of Avian Colibacillosis. Veterinary infectious disease organization. Pub.Med
- Brander, G.C., D.M. Pugh, R.J Bywater and W.L Jenkins. 1991. Veterinary applied pharmacology and therapeutics, 5ed. E.L.B.S. Baillere Tindall. Brückler, J., S. Schwarz, , F. Untermann. 1994. Staphylokokken-Infektionen und Enterotoxine, Band. II/1, In Blobel, H. und Schlieer (Herausgeber), Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Gottschalk, M., R. Higgins and M. Beaudoin. 1990. Hemagglutination properties of *Streptococcus suis*. *J. Clin. Microbiol.* 28:2156-2158.
- Khusnan dan SIO Salasia. 2006. Karakterisasi *Escherichia coli* Isolat Asal Cairan Ayam Potong terhadap Reaksi Hemolisin, Hemagglutinasasi dan Kepekaan Antibiotika. *Media Kedokteran Hewan*. Vol. 22 No. 3: 194-199.
- Krisnaningsih, M.M. F., W. Asamara, dan M. M. Wibowo. 2005. Uji sensitivitas isolat *E. coli* patogen pada ayam terhadap beberapa jenis antibiotika. *J. Sain Vet* Vol 23 No 1. 13-18.
- Kurl, D.N., S. Haataja and J. Finne 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.
- Kusmiyati dan Supar. 1998. *Escherichia coli* verotoksigenik dari anak sapi perah penderita disre. Prosiding hasil-hasil penelitian veteriner. Balai Penelitian Veteriner Bogor, 103-108.
- Lämmle, C., S.U. Pramono, I.W.T. Wibawan, S.I.O. Salasia, and S. Estoe pangestie: 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.
- Lindahl, M., A. Faris, T. Wadstorm, and S Hjerten. 1981. A new test based on salting out to measure relative surface hydrophobicity of bacterial cell. *Biochem. Biop. ACTA* 677: 471-476.
- NCCLS, 1998. National Committee of Clinical Laboratory Standards Performance Standards for Antimicrobial disc Susceptibility Tests. Approved Standard ASM-2, Vol. 14, No. 16. Villanova, PA.
- Nugroho, W. S dan M.H.Wibowo, 2005. Uji sensitivitas bakteri *Escherichia coli* Isolat asal ayam bereaksi positif pada

- ampisilin, streptomisin dan enrofloksasin. *J Sain. Vet.* 1: 19-23.
- Ofek, I. and N. Sharon (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. dan E. C. S. Chan, 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. dan W.Prihtiyantoro. 2007. Karakteristik Hemaglutinasi serta Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap *Escherichia coli* asal Ayam Potong. "Dian Andhini". (in Press).
- Randall, C. J. 1985. Diseases of the domestic fowl & turkey. Wolfe Medical Publications Ltd England.
- Salasia, S.I.O. 1996. Karakterisasi *Streptococcus zooepidemicus* pada babi dan kera di Bali. Laporan Proyek Penelitian DPP-UGM.
- Salasia, S.I.O. and C. Lämmler 1994. Occurrence of haemagglutinating adhesin among virulent and avirulent isolates of *Streptococcus suis*. *Med. Sci. Res.* 22, 763-764.
- Salasia, S.I.O. and C. Lämmler. 1995. Distribution of serotype, virulence markers and further characteristics of *Streptococcus suis* isolates from pigs. *J. Vet. Med.* B42: 78-83.
- Salasia, S.I.O., Z. Khusnan, C. Lämmler and M. Zschöck (2004): Comparative studies on pheno- and genotypic properties of *Staphylococcus aureus*, isolated from bovine subclinical mastitis in Central Java in Indonesia and Hesse in Germany. *J. Vet. Sci.* 5 (2), 103-109.
- Skalka, B., J. Smola, J. Pillich. 1979. A simple method of detecting staphylococcal hemolysin. *Zbl. Bakteriolog. Hyg. I. Abt. Orig. A.* 245, 283-286.
- Tabbu, C.R. 2000. Penyakit Ayam dan Penanggulangannya. Yogyakarta, Kanisius.
- Tizard, I. 1982. An Introduction Veterinary Immunology. Philadelphia, London, Mexico, Sydney. WB Saunders Company.
- Wattimena, J.R., N.C Sugiarso, M.B Widiyanto, E.Y. Sukandar, A.A. Soemardji, dan A.R. Setiadi. 1994. *Farmakodinami dan Terapi Antibiotik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 8.
- Wibawan, I.W.T. and C. Lämmler. 1990. Properties of group B Streptococci with protein surface antigen X and R. *J. Clin. Microbiol.* 28: 2834-2937.
- Wibawan, I.W.T. and C. Lämmler, R.S. Seleim, and F.H. Pasaribu. 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.
- Wibowo, M.H. 1994. Kolibasilosis Akut pada Ayam Grower dan Layer. Poultry Indonesia. No. 177 Nov 1994. Hal.16.
- Williams, R. J., Ward, J. M., Henderson, B., Poole, S., O'Hara, B. P., Wilson, M., Nair, S. P. 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.