

Karakteristik Aliran Darah pada Katup Semilunar Aorta Anjing Kampung yang Dinilai dengan *Pulsed Wave Doppler Ekhokardiografi*

(CHARACTERISTICS OF BLOOD FLOW IN SEMILUNAR AORTA VALVE OF MONGREL
DOG ASSESSED BY PULSED WAVE DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY)

Deni Noviana, Fitri Alham

Bagian Bedah dan Radiologi, Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi,
Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor (IPB), Jalan Agatis Kampus Dramaga 16680,
Tel/Fax: 0251-8628080, Bogor-Jawa Barat.
e-mail: d_noviana@hotmail.com; deni@ipb.ac.id

ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran darah yang melintas pada katup semilunar aorta pada anjing kampung normal menggunakan *pulsed wave Doppler (PWD)* ekhokardiografi. Studi dilakukan pada delapan ekor anjing dewasa yang terdiri dari tiga ekor anjing jantan dan lima ekor anjing betina dengan rata-rata umur 3,5 tahun, dan rata-rata bobot badan 12,5 kg. Pemeriksaan PWD ekhokardiografi dilakukan dalam keadaan sadar dan tidak disedasi dengan posisi hewan berbaring ke sisi kiri. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan alat ultrasonografi (USG) dua dimensi dan tipe *transducer phased array small foot print* dengan frekuensi 3,7-5 MHz. Enam unsur yang diamati adalah frekuensi jantung, *peak velocity* (V_{peak}), *velocity time integral* (VTI), *mean pressure gradient* (MPG), *pulsatility index* (PI), dan rasio *sistole-diastole* (S/D). Hasil pengamatan menunjukkan karakteristik aliran darah di katup aorta hanya memiliki satu puncak gelombang yang disebut dengan *peak velocity*. Secara umum pada keenam unsur yang diamati karakteristik aliran darah yang melalui katup aorta pada anjing jenis kelamin betina memiliki nilai-nilai yang lebih tinggi daripada anjing jenis kelamin jantan, walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata ($P>0,05$).

Kata kunci: aliran darah, katup semilunar aorta, *pulsed wave Doppler* ekhokardiografi, anjing kampung.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the characteristics of blood flow which passed through the aortic valve of normal Indonesian mongrel dogs using trans-thoracic Pulsed Wave Doppler (PWD) echocardiography. Eight (8) adult dogs (three male dogs and 5 female dogs) with an average age 3.31 ± 0.59 years and average body weight 12.45 ± 1.30 kg were used in the study. Trans-thoracic PWD echocardiography examinations were performed in conscious/unsedated animals at the left lateral recumbence position. The instruments used in this study were: i) two dimensional ultrasound device and ii) phased array transducer small foot print with 3.7 – 5.0 MHz frequency. Six elements of PWD were measured: i) heart rate (HR); ii) peak velocity (V_{peak}); iii) velocity time integral (VTI); iv) mean pressure gradient (MPG); v) pulsatility index (PI); and vi) ratio of systole-diastole (S/D). Results showed the typically characteristics of blood flow in semilunar aorta valve is demonstrated by the only one peak wave (peak velocity = V_{peak}) upon examination by placing the Doppler scan volume right on the aorta valve. In general, all six elements of PWD measured were found to be higher in female dogs compared to male dogs. However, these differences were not statistically significant ($P>0.05$).

Keywords: blood flow, semilunar aorta valve, pulsed wave Doppler echokardiography, mongrel dog.

PENDAHULUAN

Anjing kampung adalah anjing yang telah lama diketahui keberadaannya tetapi galur keturunannya tidak dijaga. Pada hampir semua ras anjing, beberapa penyakit jantung dapat menyerang umur muda yang bersifat kongenital maupun pada anjing dewasa yang bersifat dapatan dan degeneratif. Penyakit jantung berpotensi letal jika tidak diobati, dan membutuhkan diagnosis dini melalui rangkaian anamnesis, pemeriksaan fisik, radiografi thorax, elektrokardiografi (EKG), dan ekhokardiografi. Ekhokardiografi merupakan teknik diagnosis ultrasonografi pada jantung yang dapat menggambarkan struktur internal jantung, karakteristik aliran darah dan struktur jaringan lain di sekelilingnya (Nelson dan Couto, 2008; Penninck dan d'Anjou, 2008).

Nilai ekhokardiografi anjing normal sangat diperlukan untuk perbandingan dan evaluasi pada anjing yang dicurigai mengidap penyakit jantung maupun untuk kepentingan-kepentingan pengembangan penelitian yang menggunakan anjing sebagai hewan coba. Beberapa nilai ekhokardiografi normal untuk anjing berdasarkan pengelompokan ras dan ukuran tubuh telah dipublikasi (Cornell *et al.*, 2004; Kayar *et al.*, 2006, Penninck dan d'Anjou., 2008). Namun demikian, kisaran acuan yang didapatkan dari beberapa anjing tersebut sangat spesifik untuk ras tersebut dan sangat dipengaruhi oleh bobot badan sehingga dapat menimbulkan ketidakakuratan pada saat diaplikasikan pada anjing ras yang lain (Kayar *et al.*, 2006).

Ultrasonografi Doppler merupakan teknik khusus yang sering digunakan untuk studi hemodinamika dan teknologi ini dapat memperlihatkan karakteristik aliran darah serta perhitungan kecepatan, tahanan atau resistensi yang terjadi di pembuluh darah maupun di ruang jantung (Bonagura dan Schober, 2009; Tidholm *et al.*, 2009). Informasi ekhokardiografi Doppler yang ditampilkan dalam bentuk dua dimensi secara *real-time* pada layar monitor terbagi atas dua jenis *mode* pemeriksaan *pulsed wave* Doppler (PWD) dan *continuous-wave* Doppler (CWD) (Mannion, 2006).

Pemeriksaan ekhokardiografi Doppler yang komprehensif seringkali membantu membedakan beberapa bentuk disfungsi diastolik, seperti restriktif, hipertrofi, dan *ischemic cardiomyopathy* serta dapat memperkirakan

tekanan atrium kiri, prognosis suatu penyakit, dan respons yang terjadi dari sebuah terapi (Bonagura dan Schober, 2009; Borgarelli *et al.*, 2007). Menurut Brown *et al.*, (1991), ekhokardiografi Doppler lebih sensitif dan akurat dalam mendeteksi adanya regurgitasi katup (*valvular regurgitation*) dalam jumlah kecil daripada pemeriksaan auskultasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kecepatan aliran darah katup semilunar aorta pada anjing kampung normal (*Canis lupus familiaris*) menggunakan *pulsed wave Doppler echocardiography* (PWD *Echocardiography*). Melalui penelitian ini akan didapatkan parameter-parameter normal berkaitan dengan karakteristik aliran darah pada katup aorta. Nilai-nilai tersebut nantinya dapat bermanfaat sebagai bahan referensi pemeriksaan dan diagnosis penyakit jantung pada anjing kampung maupun dipergunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian lanjutan yang menggunakan anjing sebagai hewan coba.

METODE PENELITIAN

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian adalah delapan ekor anjing kampung yang terdiri dari tiga ekor jantan dan lima ekor betina. Bahan yang digunakan adalah gel ultrasonografi dan gel elektrokardiografi (EKG). Alat-alat yang digunakan adalah alat ultrasonografi (USG) dua dimensi (Sonoscape SSI-1000), *phased array transducer* dengan frekuensi 3,7-5 MHz, tempat berbaring hewan khusus pemeriksaan ekhokardiografi, alat EKG (Fukuda M-E Cardisun D300), termometer, stetoskop, alat cukur dan kamera digital yang digunakan untuk mendokumentasikan alat dan hewan coba.

Ekhokardiografi

Delapan ekor anjing kampung dewasa yang dipergunakan dalam penelitian ini berumur 2,5-4,5 tahun (rata-rata $3,31 \pm 0,59$ tahun) dan bobot badan 12,5 kg (rata-rata $12,45 \pm 1,30$ kg). Pengamatan diawali dengan pemeriksaan fisik dan dilanjutkan dengan pemeriksaan EKG untuk memastikan bahwa seluruh anjing yang dipergunakan dalam penelitian adalah sehat fisik dan jantung. Pencukuran di daerah persendian dilakukan antara humerus dan radius-ulna serta di antara femur dan tibia-fibula untuk meletakkan elektroda EKG.

Pemeriksaan EKG dilakukan dengan posisi hewan berbaring ke sisi kiri/*left lateral recumbency*. Anjing yang telah dipastikan memiliki jantung normal melalui pemeriksaan fisik dan EKG, kemudian dilanjutkan pemeriksaan ekhokardiografi.

Pencukuran untuk pemeriksaan ekhokardiografi dilakukan pada daerah orientasi yaitu di dada sebelah kiri di daerah medioventral pada kostae ke-3 sampai ke-6. Pencukuran rambut dilakukan agar menghasilkan gambaran *ultrasound* yang lebih baik. Semua teknik pemeriksaan dilakukan tanpa menggunakan sedatikum dan anestetikum. Pemeriksaan ekhokardiografi dilakukan dengan posisi anjing berbaring ke sisi kiri dan *transducer* diletakkan pada daerah orientasi. Pengukuran PWD ekhokardiografi dengan arah *transducer left apical scanning view* (LApS) dan *left parasternal short axis view* (LPS SAx) di katup aorta (Penninck dan d'Anjou, 2008). Posisi dan sudut yang dibentuk oleh *transducer* dipertahankan kurang dari 60° (Mannion, 2006).

Pengukuran enam unsur PWD ekhokardiografi secara umum dilakukan dengan menempatkan *Doppler scan line* (DSL) dan *Doppler sample volume* (DSV) tepat di antara daun katup dan dilakukan pengaturan untuk mendapatkan sonogram yang baik untuk selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengukuran pada keenam unsur tersebut. Untuk setiap unsur yang diamati, dilakukan pengukuran atau pengambilan data sebanyak enam kali. Semua hasil pengamatan kemudian dinyatakan sebagai rata-rata dengan simpangannya (SD).

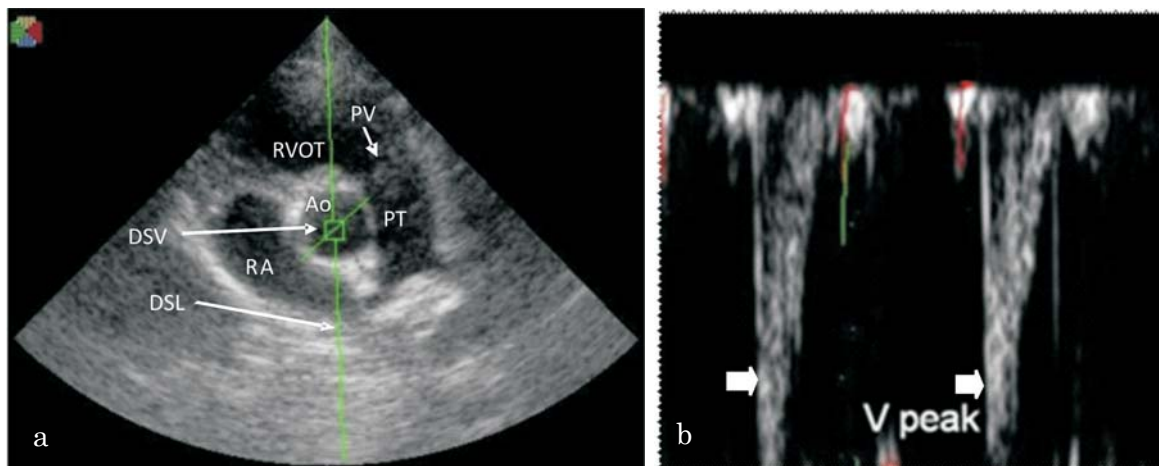
Frekuensi jantung merupakan ukuran kecepatan denyut jantung selama 60 detik. Penilaian *Peak Velocity* (V_{peak}) di katup aorta diukur dengan cara menempatkan *Doppler sample volume* tepat di antara daun katup aorta saat periode diastole (Penninck dan d'Anjou, 2008). Pada hasil EKG, *Peak velocity* terjadi setelah akhir gelombang S. Parameter *velocity time integral* (VTI) dihitung dengan menjumlahkan luas area antara *base line* sampai dengan puncak gelombang. Penilaian *mean pressure gradient* (MPG) dihitung berdasarkan perbedaan tekanan darah ($P_1 - P_2$) di dalam katup. Penghitungan parameter *pulsatility index* (PI) diperoleh dengan menggunakan rumus : $PI = ((A(\text{cm/sec}) - B(\text{cm/sec})) / \text{Time-averaged peak velocity (cm/sec)})$. Penentuan sistole/diastole (S/D) didapatkan dengan membagi nilai sistol dengan nilai diastol (Penninck dan d'Anjou, 2008)

Interpretasi sonogram yang terdeteksi dilakukan secara *real time*. Sonogram disimpan dalam bentuk gambar digital dan bentuk video pada alat USG. Semua data pengamatan yang diperoleh dari *pulse wave* Doppler diolah dan dianalisis dengan menggunakan uji t pada selang kepercayaan 95% untuk melihat adanya perbedaan karakteristik aliran darah yang melalui katup aorta pada anjing jenis kelamin jantan dan betina.

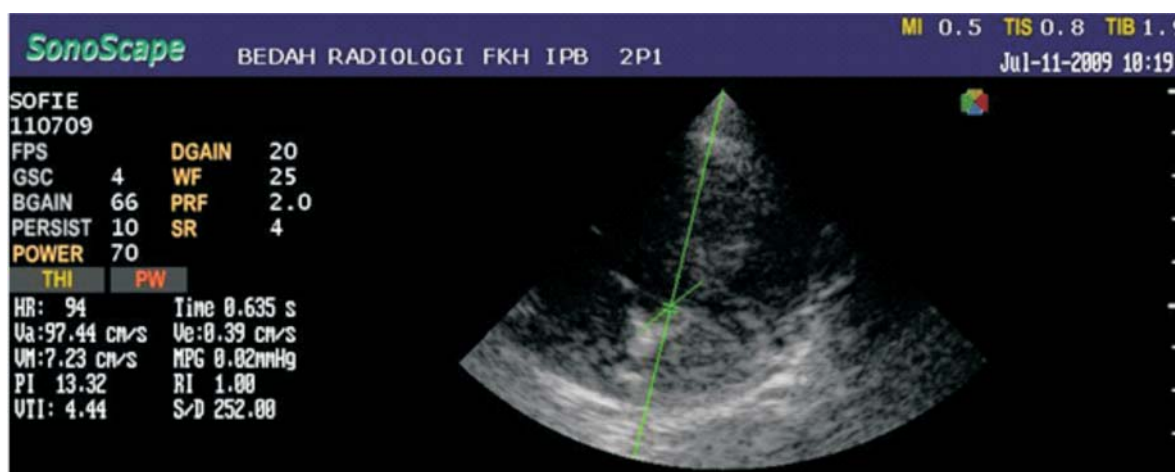
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sonogram pembuluh aorta (Ao) jantung melalui pemeriksaan ekhokardiografi dengan arah *transducer* LPS SAx terlihat berupa struktur bulat yang berada di tengah jantung dan dikelilingi oleh struktur lainnya yaitu bagian *right ventricle outflow tract* (RVOT), *right atrium* (RA) dan *pulmonary vein tract* (PT) (Gambar 1a). *Doppler scan volume* yang diletakkan tepat di katup semilunar aorta menunjukkan karakteristik aliran darah di katup aorta yang hanya memiliki satu puncak gelombang yang disebut dengan *peak velocity* (V_{peak}) (Gambar 1b). Hal ini berbeda dengan karakteristik aliran darah di katup *atrioventricular bicuspidalis* dan *tricuspidalis* yang terdiri atas dua puncak gelombang (Penninck dan d'Anjou, 2008). Terdapat dua tekanan aliran di dalam aorta yang memengaruhi kecepatan alirannya yaitu *systolic pressure* dan *diastolic pressure* (Nelson dan Couto, 2008). Ketika ventrikel kiri berkontraksi, darah diejeksikan ke dalam aorta, sehingga aorta dipenuhi oleh darah dan tekanan aorta meningkat sampai nilai puncak disebut *systolic pressure*. Darah yang mengalir keluar aorta menuju arteri, menyebabkan tekanan dalam aorta menurun mencapai nilai minimal dari tekanan di aorta disebut *diastolic pressure* (Rao dan Carey, 2004).

Hasil pemeriksaan fisik dan hasil rekam jantung yang menunjukkan anjing tersebut dalam kondisi normal disajikan pada Tabel 1. Contoh hasil pengukuran keenam parameter karakteristik aliran darah katup semilunar aorta dengan PWD ekhokardiografi disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan hasil pemeriksaan PWD ekhokardiografi tentang pengukuran nilai frekuensi jantung di katup aorta yang ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan anjing dengan jenis kelamin betina memiliki nilai frekuensi jantung yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan anjing jantan walaupun



Gambar 1. (a) Pembuluh aorta (Ao) jantung normal anjing kampung melalui pemeriksaan PWD ekhokardiografi dengan arah transducer LPS SAx. (b). Karakteristik aliran darah di katup aorta yang hanya memiliki satu puncak gelombang disebut dengan *peak velocity* (*V peak*) yang ditunjukkan oleh tanda panah putih. Ao=pembuluh aorta, RVOT = *right ventricle outflow tract*, PT= *main pulmonary vein tract*, RA=right atrium, PV=pulmonic valve, *V peak*=*peak velocity*.



Gambar 2. Hasil pengukuran parameter karakteristik aliran darah katup semilunar aorta dengan PWD ekhokardiografi. Enam parameter yang diamati ditampilkan di bagian kiri bawah, yaitu frekuensi jantung (HR), *peak velocity* (V_{peak} atau V_a), *velocity time integral* (VTI), *mean pressure gradient* (MPG), *pulsatility index* (PI), dan rasio *sistole-diastole* (S/D). Skala bar di sebelah kanan adalah 1 cm untuk setiap titik yang berdekatan.

perbedaan ini tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Anjing dewasa memiliki frekuensi jantung sekitar 60-120 kali/menit (Birchard dan Sherding, 2000) sedangkan untuk anak anjing memiliki frekuensi jantung sampai dengan 220 kali/menit (Nelson dan Couto, 2008). Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai frekuensi jantung yang bersifat fisiologi antara lain karena adanya pengaruh sistem saraf otonom, nervus vagus, dan volume darah yang

kembali ke jantung (*venous return*) (Schwartz dan Priori, 1990).

Hasil pengukuran *peak velocity* (V_{peak}) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta disajikan pada Tabel 3. Parameter V_{peak} menunjukkan anjing betina memiliki nilai V_{peak} yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan anjing jantan walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Menurut Nelson dan Couto (2008), V_{peak} pada

Tabel 1. Hasil pemeriksaan fisik pada anjing

Nama	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Berat Badan (Kg)	Suhu (° C)	Debar Jantung (kali/menit)	Napas (kali/menit)	Pemeriksaan EKG
Husky	♂	4,5	10,6	38,3	88	16	Ritme teratur, normal
Mario	♂	3,5	13,1	39,5	120	24	Ritme teratur, normal
Babydoll	♂	3,0	13,2	38,5	120	20	Ritme teratur, normal
Casey	♀	3,0	11,0	39,5	72	20	Ritme teratur, normal
Sofie	♀	3,5	11,2	38,9	84	24	Ritme teratur, normal
Bellani	♀	2,5	13,2	38,5	80	36	Ritme teratur, normal
Jasmine	♀	3,0	13,2	38,8	108	28	Ritme teratur, normal
Sorrow	♀	3,5	14,1	38,3	112	16	Ritme teratur, normal
Rataan± SD		3,31± 0,59	12,45±1,30	38,78±0,48	98±19,12	23±6,67	Ritme teratur, normal
Nilai Referensi				38 – 39*	60 - 120*	16 - 20*	

* Sumber : Birchard dan Sherding (2000).

Tabel 2. Hasil pengukuran frekuensi jantung dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan (kali/menit)	Betina (kali/menit)	Semua Anjing (kali/menit)
Frekuensi Jantung	98±5	101±8	100±4
Kisaran	88 - 108	93 - 109	96 – 104

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata (P>0,05) pada selang kepercayaan 95%

aorta anjing normal biasanya berada dalam kisaran < 160-190 cm/s dan dapat meningkat terutama pada anjing yang tidak disedasi. *Peak velocity* juga dapat meningkat pada kelainan yang diakibatkan oleh obstruksi pada saluran keluar (*outflow tract*). *Peak velocity* aorta akan berkurang ketika fungsi atau kontraksi ventrikel memburuk misalnya pada kejadian *dilated cardiomyopathy* (Muzzi *et al.*, 2006). Kecepatan puncak (*peak velocity*) yang tinggi di ventrikel kiri sangat dipengaruhi oleh nilai *Left Ventricular Wall at end-diastolic* (LVWd). Menurut Miller (1993), dinding ventrikel kiri memiliki ketebalan tiga sampai empat kali dibandingkan dengan dinding ventrikel kanan.

Dinding ventrikel yang tebal dapat menyebabkan kemampuan kontraksi jantung meningkat, sehingga menyebabkan nilai V_{peak} akan meningkat

Nilai VTI menunjukkan hasil bahwa anjing betina memiliki nilai VTI yang lebih tinggi daripada anjing jantan seperti disajikan pada Tabel 4, walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata (P>0,05). *Velocity time integral* dapat digunakan untuk memperoleh volume darah yang melewati katup selama ejeksi (*stroke volume*) (Mannion, 2006). Menurut Penninck dan d’Anjou (2008), VTI dapat digunakan untuk mengetahui adanya *insufficiency* katup pada stenosis aorta yang diperoleh dari rasio

Tabel 3. Hasil pengukuran *peak velocity* (V_{peak}) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan (cm/s)	Betina (cm/s)	Semua Anjing (cm/s)
Nilai V_{peak}	95,86±5,55	98,25±2,65	98,89±6,53
Kisaran	82,07 - 109,65	94,97 - 101,53	93,43 - 104,35

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada selang kepercayaan 95%

Tabel 4. Hasil pengukuran *velocity time integral* (VTI) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan (cm)	Betina (cm)	Semua Anjing (cm)
Nilai VTI	4,18±0,35	4,36±1,36	4,29±1,06
Kisaran	3,31 - 5,05	2,67 - 6,05	3,41 - 5,17

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada selang kepercayaan 95%

Tabel 5. Hasil pengukuran *mean pressure gradient* (MPG) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan (mmHg)	Betina (mmHg)	Semua Anjing (mmHg)
Nilai MPG	0,03±0,01	0,05±0,03	0,04±0,03
Kisaran	0,01 - 0,05	0,01 - 0,09	0,01 - 0,07

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada selang kepercayaan 95%

perbandingan VTI aorta dengan VTI pulmonar. Jika nilai rasio tersebut $> 1,6$ mengindikasikan terjadinya stenosis subaorta ringan (*mild subaortic stenosis*).

Pada Tabel 5 disajikan bahwa MPG di katup aorta pada anjing betina memiliki nilai yang lebih tinggi daripada anjing jantan walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata ($P>0,05$). MPG berfungsi untuk mengukur obstruksi katup yang sering menyebabkan regurgitasi. Menurut Mascher-bauer *et al.*, (2008), gradien tekanan di antara dua ruangan dapat diperkirakan dari puncak kecepatan aliran darah di antara ventrikel kiri dan aorta yang dipengaruhi oleh periode ketika darah diejeksikan. Pengukuran nilai MPG ini, dipengaruhi oleh nilai *E point to septal separation* (EPSS). Nilai EPSS sangat dapat dipercaya untuk mengetahui fungsi ventrikel kiri dengan stenosis aorta, tapi kegunaannya terbatas untuk penyakit regurgitasi mitral dan aortik kronis (Lehmann *et al.*, 1983). Penutupan dini katup mitral dianggap sebagai indikasi dari kekakuan ventrikel dengan tekanan ventrikel pada akhir diastole yang tinggi. Kibasan katup

mitral ini dapat menghasilkan regurgitasi aortik yang sedang sampai akut (Penninck dan d'Anjou, 2008).

Hasil pengamatan *pulsatility index* di katup aorta disajikan pada Tabel 6. Terlihat bahwa anjing betina memiliki nilai PI yang lebih tinggi daripada anjing jantan walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai PI antara lain, *End Diastolic Velocity* (EDV) yaitu kecepatan pada akhir diastole, *Peak Systolic Velocity* (PSV) yaitu kecepatan puncak pada saat sistole, dan *Resistive Index* (RI) yaitu indeks kecepatan gelombang aliran darah arteri. Penurunan gelombang PI mengindikasikan terjadinya stenosis pembuluh darah, sedangkan peningkatan gelombang PI mengindikasikan terjadinya peningkatan tahanan pembuluh darah (*vascular resistance*) (Petersen *et al.*, 1997).

Pengukuran nilai sistol per diastol (S/D) di katup aorta disajikan pada Tabel 7, menunjukkan bahwa anjing betina memiliki nilai S/D yang lebih tinggi daripada anjing jantan walaupun perbedaan ini tidak berbeda

Tabel 6. Hasil pengukuran *pulsatility index* (PI) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan (cm/s)	Betina (cm/s)	Semua Anjing (cm/s)
Nilai PI	13,91±5,59	16,36±5,39	15,44±5,21
Kisaran	0,03 - 27,79	9,69 - 23,03	11,08 - 19,80

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata (P>0,05) pada selang kepercayaan 95%

Tabel 7. Hasil pengukuran *sistole per diastole* (S/D) dengan PWD ekhokardiografi pada katup semilunar aorta.

	Jantan	Betina	Semua Anjing
Nilai S/D	251,33±0,58	251,47±0,51	251,42±0,50
Kisaran	249,89 – 252,77	250,84 - 252,10	251- 251,84

Keterangan : Hasil uji-t menyatakan tidak berbeda nyata (P>0,05) pada selang kepercayaan 95%

nyata (P>0,05). Pengukuran nilai S/D dilakukan untuk mengetahui kekuatan kontraktilitas otot jantung yang dihubungkan dengan penyakit jantung dan hipovolemia (Nicolaidis *et al.*, 2002).

Karakteristik aliran darah yang melalui katup aorta pada keenam unsur yang diamati menunjukkan bahwa anjing betina memiliki nilai frekuensi jantung (HR), V_{peak} , VTI, PI, MPG, dan S/D yang lebih tinggi daripada anjing jantan, walaupun perbedaan ini tidak berbeda nyata (P>0,05). Selain faktor-faktor yang telah dijelaskan sebelumnya, faktor yang juga sangat mungkin memengaruhi adalah hormonal. Hormon kelamin betina yang memengaruhi adalah estrogen. Estrogen merupakan hormon steroid yang memiliki kemiripan sifat dengan hormon-hormon korteks adrenal. Stimulasi dan pelepasan hormon estrogenik akan menyebabkan retensi/penahanan yang lebih lama dari ion natrium (Na) dan air oleh tubulus-tubulus ginjal. Hal ini menyebabkan peningkatan konsentrasi ion Na di dalam cairan ekstraselular (Guyton dan Hall, 2006). Potensial aksi depolarisasi pada otot jantung terjadi bila ion positif Na dari ekstraselular masuk ke intraselular. Peningkatan konsentrasi ion natrium menimbulkan pembukaan gerbang saluran cepat untuk natrium (*Fast Sodium Channel*). Pada otot jantung, terdapat juga gerbang saluran lambat untuk kalsium (*Slow Calcium Channel*). Karakter saluran ini lebih lambat membuka dan yang lebih penting adalah tetap membuka untuk beberapa saat sehingga akan lebih meningkatkan kontraktilitas otot dan listrik jantung (Cunningham, 2002).

SIMPULAN

Karakteristik aliran darah yang melalui katup semilunar aorta pada anjing kampung terdiri dari satu puncak gelombang yang terjadi pada akhir diastol. Secara umum anjing dengan jenis kelamin betina memiliki nilai-nilai ekhokardiografi *velocity time integral* (VTI), *mean pressure gradient* (MPG), *pulsatility index* (PI), dan rasio *sistole-diastole* (S/D) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan anjing jenis kelamin jantan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. Karindo Alkestron yang telah memfasilitasi peralatan *Doppler* Ultrasonografi Sonoscape SSI-1000 sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Birchard SJ, Sherding, RG. 2000. Saunders Manual of Small Animal Practice. 2nd ed. Philadelphia USA: WB Saunders Company. Pp 13.
- Bonagura JD, Schober KE. 2009. Can ventricular function be assessed by Ekhokardiografi in chronic canine mitral valve disease? *J Small Animal Pract.* 50(Suppl 1):12-24.

- Borgarelli M, Tarducci A, Zanatta R, Haggstrom J. 2007. Decreased systolic function and inadequate hypertrophy in large and small breed dogs with chronic mitral valve insufficiency. *J Vet Intern Med.* 21(1): 61-67.
- Cornell CC, Kittleson MD, Della TP. 2004. Allometric Scalling of M-Mode Variables in Normal Dogs. *J Vet Intern Med.* 18(3): 311-321.
- Cunningham, JG. 2002. *Textbook of Veterinary Physiology.* 3rd ed. Philadelphia USA: Saunders. Pp 166-172; 180-182.
- Brown DJ, David HK, Robert RK. 1991. Use of Pulsed wave Doppler Ekhokardiografi to determine aortic and pulmonary velocity and flow variables in clinically normal dogs. *American Journal Veterinary Res.* 52(4): 543-550.
- Guyton AC, Hall JE. 2006. *Textbook of Medical Physiology.* 11th ed. Philadelphia. Elsevier Inc. Pp 1018.
- Kayar A, Gonul R, Or ME, Uysal A. 2006. M-mode Echocardiographic Parameters and Indices in The Normal German Shepherd Dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound.* 47(5): 482-486.
- Lehmann KG, Johnson AD, Goldberger AL. 1983. Mitral Valve E point-septal Separation as an Index of Left Ventricular Function with Valvular Disease. *Chest* 83(1): 102-108.
- Mascherbauer J, Fuchs C, Stoiber M, Schima H, Pernicka E, Maurer G, Baumgartner H. 2008. Systemic Pressure does not Directly Affect Pressure Gradient and Valve Area Estimates in Aortic Stenosis in Vitro. *European Heart Journal* 29(16): 2049-2057.
- Mannion P. 2006. *Diagnostic Ultrasound in Small Animal Practice.* Oxford. Blackwell Publishing. Pp 1-19,188.
- Miller ME. 1993. *Miller's Anatomy of the Dog.* 3rd ed. Philadelphia USA: WB Saunders. Pp 595, 597.
- Muzzi RA, Muzzi LA, de Araújo RB, Cherem M. 2006. Echocardiographic Indices in Normal German Shepherd Dogs. *J Vet Sci* 7(2):193-198.
- Nelson RW, Couto CG. 2008. *Small Animal Internal Medicine.* 4th ed. London. Mosby Inc. Pp 34-42.
- Nicolaides, K., Rizzo, G., Hecker, K., Ximenes, R. 2002. *Diploma in Fetal Medicine Series.* ISUOG Educational Series. Pp 28-29.
- Penninck D, d'Anjou MA. 2008. *Atlas of Small Animal Ultrasonography.* 1th Ed. Iowa : Blackwell Publishing. Pp 152-153, 166-167, 175-177.
- Petersen LJ, Petersen JR, Talleruphuus U, Ladefoged SD, Mehlsen J, Jensen HA. 1997. The pulsatility index and the resistive index in renal arteries Associations with long-term progression in chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 12(7): 1376-1380.
- Rao PS, Carey P. 2004. Doppler ultrasound in the prediction of pressure gradients across aortic coarctation. *American Heart Journal* 118(2): 299-307.
- Schwartz PJ, Priori SG. 1990. Sympathetic nervous system and cardiac arrhythmias. In: Zipes DP, Jalife J, eds. *Cardiac Electrophysiology From Cell to Bedside.* Philadelphia: W.B. Saunders.
- Tidholm A, Ljungvall I, Hoglund K, Westling AB, Haggstrom J. 2009. Tissue Doppler and strain imaging in dogs with myxomatous mitral valve disease in different stages of congestive heart failure. *J Vet Intern Med.* 23(6): 1197-1207.