

## **Prevalensi Kelainan Ginjal Anjing yang Dirawat Rumah Sakit Hewan Pendidikan dan Klinik Hewan Melalui Pemeriksaan Ultrasonografi**

*(PREVALENCE OF RENAL ABNORMALITIES IN TREATING  
DOGS TO THE VETERINARY TEACHING HOSPITAL  
AND ANIMAL CLINIC BY USING ULTRASONOGRAPHY)*

**Winda Rahmania<sup>1</sup>, Mokhamad Fakhrol Ulum<sup>1</sup>,  
Siti Zaenab<sup>2</sup>, Deni Noviana<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi,  
Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor,

<sup>2</sup>My Vets Animal Clinic,  
Jl Kemang Selatan VIII No 7A-C, Jakarta Selatan,

<sup>3</sup>Rumah Sakit Hewan Pendidikan, FKH IPB

Jl. Agatis, Kampus IPB Dramaga,  
Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

Tel/Fax: +62 251 8628181

E-mail: [deni@apps.ipb.ac.id](mailto:deni@apps.ipb.ac.id)

### **ABSTRAK**

Gangguan ginjal sering terjadi pada anjing dan dapat didiagnosis dengan menggunakan ultrasonografi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui prevalensi kelainan yang terjadi pada ginjal anjing melalui pemeriksaan ultrasonografi di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor dan Klinik Hewan My Vets Kemang, Jakarta Selatan. Data kelainan ginjal dari 88 anjing diambil dan direkapitulasi berdasarkan hasil rekam medik melalui pemeriksaan ultrasonografi. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan parameter ukuran tubuh, umur dan jenis kelamin. Hasil penelitian menunjukkan prevalensi penyakit ginjal tertinggi pada anjing ras kecil (bobot badan), anjing tua (umur) dan anjing jantan (jenis kelamin). Prevalensi kelainan ginjal dipengaruhi oleh faktor bobot badan, umur dan jenis kelamin. Berdasarkan analisis korelasi terdapat korelasi yang sangat kuat antara parameter umur dan jenis kelamin.

Kata kata kunci: anjing; ginjal; prevalensi; ultrasonografi

### **ABSTRACT**

Kidney disorders frequently occurred in dogs and can be examined using ultrasound. The present study was aimed to know the prevalence of abnormalities that occurs in the kidney through ultrasound examination in dogs in the Veterinary Teaching Hospital Faculty of Veterinary Medicine of IPB University and My Vets Animal Clinic Jakarta. Data from 88 dogs were taken and recapitulated based on the results of medical records through ultrasound examination. Data were analyzed descriptively using parameter of body size, age and sex. The results showed the highest prevalence of kidney disease based on body weight occurred in small breed dogs (13.6%) and large breed dogs (11.4%). Based on age the highest prevalence occurred in geriatric dog that was equal to 50%. The prevalence of renal abnormalities by sex was highest in male than female dogs (52.3%). The prevalence of kidney disorder was influenced by body weight, age, and sex. Based on correlation analysis there was a strong correlation between age and sex.

Keywords: dog; prevalence; renal; ultrasound

## PENDAHULUAN

Anjing pada umumnya mempunyai tingkat kecerdasan yang cukup tinggi (Huda 2013). Hal ini menjadi salah satu alasan manusia untuk menjadikan anjing sebagai hewan peliharaan (Miller *et al.*, 2013). Menurut Maryam (2013) seperti halnya manusia, anjing juga berpotensi mengalami penyakit pada saluran kemih terutama ginjal (*renal disease/ renal failure*). Gagal ginjal menjadi salah satu kelainan yang sering dijumpai pada anjing (Segev 2018). Gangguan ginjal pada anjing dapat disebabkan oleh agen infeksius seperti virus dan bakteri, zat nefrotoksik maupun kandungan zat gizi yang tidak seimbang pada pakan dengan kualitas kurang baik.

Teknologi pencitraan telah banyak digunakan untuk mengevaluasi ukuran ginjal (Jungmin 2015). Modalitas pencitraan seperti *computed tomography* (CT), ultrasonografi (USG) dan *magnetic resonance imaging* (MRI) memberikan informasi morfologis suatu organ (Tyson 2013). Pencitraan ultrasonografi seringkali menjadi pilihan dalam mengevaluasi serta mendiagnosis penyakit pada ginjal hewan (Bragato 2017). Ultrasonografi digunakan untuk mengevaluasi organ termasuk ginjal menggunakan gelombang suara berfrekuensi sangat tinggi (Shah *et al.*, 2012). Ultrasonografi dalam dunia kedokteran hewan memungkinkan kuantifikasi yang akurat vaskularisasi beberapa organ seperti hati, limpa, dan ginjal pada anjing (Macri 2018). Ultrasonografi saat ini dianggap sebagai langkah pertama dalam penilaian citra ginjal anjing serta panduan diagnostik (Barrera 2009). Penyakit ginjal yang didiagnosis dengan ultrasonografi dapat dibagi menjadi penyakit renal difus, penyakit ginjal regional, dan penyakit ginjal fokal atau multifokal (Nyland 2015). Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui prevalensi kelainan ginjal pada anjing melalui pemeriksaan ultrasonografi pada pasien yang dirawat Rumah Sakit Hewan Pendidikan Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) dan klinik hewan My Vets Jakarta pada tahun 2012-2017.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini diambil dari 88 rekam medik pasien anjing dari berbagai ras yang diperiksa menggunakan ultrasonografi

di RSHP FKH-IPB Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta. Data yang digunakan merupakan hasil rekaman selama lima tahun yaitu dari tahun 2012 hingga 2017.

Data kelainan ginjal anjing diperoleh dari pengamatan struktur ginjal (kapsula, korteks, medula, pyelum, serta perbatasan antara korteks dan medula) yang terlihat dalam sonogram. Semua data dirangkum dan dikelompokkan berdasarkan tingkat kelainan yang terjadi pada organ ginjal. Tingkat kelainan ginjal dikelompokkan kembali berdasarkan faktor predisposisi bobot badan, jenis kelamin, dan umur anjing serta berdasarkan diagnosis penyakit ginjal yang sering terjadi pada anjing. Pengelompokan berdasarkan bobot badan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu ras kecil (1–10 kg), ras medium (10–25 kg), dan ras besar (25–50 kg). Berdasarkan jenis kelamin dibagi atas anjing jantan dan betina. Pengelompokan berdasarkan umur dibagi atas dewasa, senior, dan tua/geriatrik. Masing-masing parameter dibandingkan sehingga mendapatkan nilai prevalensi penyakit tertinggi.

### Analisis Data

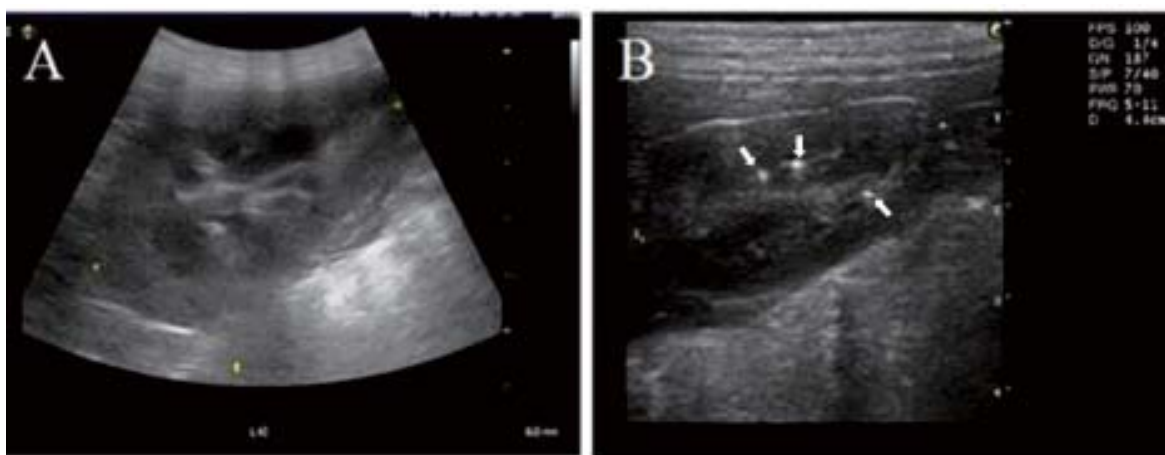
Semua data dirangkum dan dikelompokkan berdasarkan tingkat kejadian penyakit pada masing-masing parameter. Data kelainan ginjal dirangkum dan dikelompokkan dalam bentuk persen (%) dari total keseluruhan data menggunakan *Microsoft Excel* 2010. Analisis korelasi antar masing-masing parameter menggunakan korelasi *Spearman* melalui aplikasi *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghubungkan berbagai penyakit yang terjadi pada ginjal dengan kelainan yang ditemukan pada struktur internal ginjal secara ultrasonografi. Gangguan pada ginjal sangat berkaitan erat dengan perubahan morfometri bentuk dan ukuran ginjal (Chen 2014).

### Prevalensi Penyakit Ginjal Berdasarkan Bobot Badan

Data rekam medik pasien melalui pemeriksaan ultrasonografi dikelompokkan berdasarkan bobot badan anjing sebagai mana tersaji pada Tabel 1. Prevalensi kelainan tertinggi terjadi pada anjing ras kecil yaitu pada



Gambar 1. Sonogram ginjal anjing normal (A) dan yang mengalami nefrolithiasis dengan tanda panah (B).

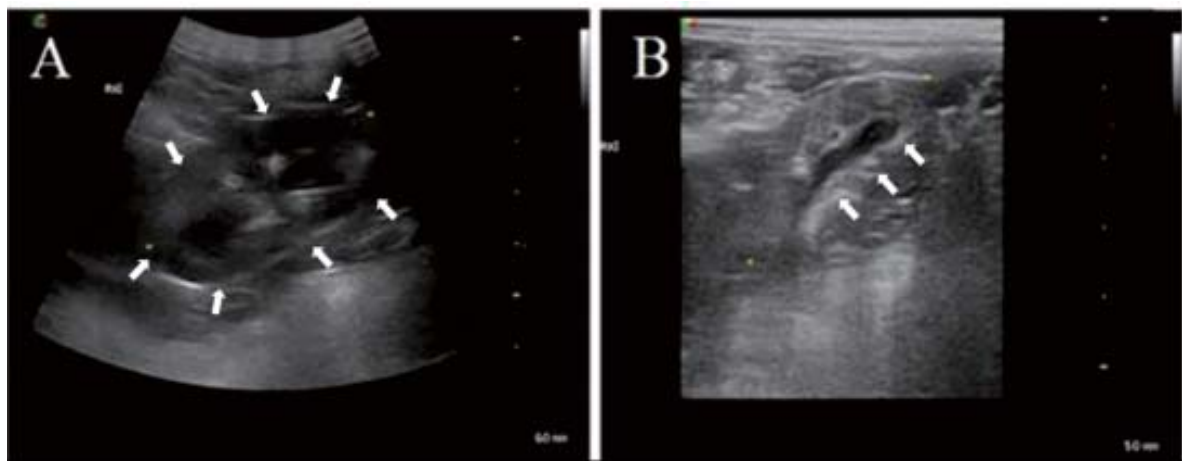
Tabel 1. Persentase kelainan ginjal anjing berdasarkan bobot badan tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Bobot Badan	Jenis	n (ekor)	Persentase Penyakit (%)
Ras kecil (1-10 kg)	Shih Tzu	12	13,6
	Welsh Corgi	1	1,1
	Pembroke		
	Pomeranian	7	8,0
	Dachsund	5	5,7
	Mix	4	4,5
	Yorkshire Terrier	3	3,4
	Schnauzer	3	3,4
	West Highland	2	2,3
	White Terrier		
	Chihuahua	2	2,3
	Boston Terrier	2	2,3
	Maltese	2	2,3
	Papillon	2	2,3
Ras medium (10-25 kg)	Beagle	2	2,3
	Pug	1	1,1
	Pekingese	1	1,1
	Domestik	6	6,8
	Samoyed	2	2,3
	Poodle	8	9,4
	Border Collie	1	1,1
Ras besar (25-50 kg)	Siberian Husky	4	4,5
	Boxer	3	3,4
	Labrador 3	3,4	
	Retriever		
	Golden Retriever	10	11,4
	Akita	1	1,1
	German Sheperd	1	1,1

anjing Shih Tzu sebesar 13,6 % dan anjing ras besar yaitu Golden Retriever sebesar 11,4 %. Kejadian penyakit ginjal terendah pada setiap ras adalah pada anjing Pug, Pekingese, Border Collie, Akita dan German Sheperd dengan persentase 1,1%. Menurut laporan suatu studi kasus, anjing ras yang memiliki kecenderungan mengalami penyakit-penyakit ginjal kronis antara lain *Cocker Spaniel*, *Bull Terrier*, dan *Boxer* (Basile *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, kelainan morfologi ginjal pada anjing, dilaporkan dalam banyak *breed* seperti *Golden Retriever*, *Poodle*, *Boxer*, *Pomeranian* dan *Shih Tzu* (Tabel 1).

Tabel 2. Persentase kelainan struktur pada sonogram ginjal anjing berdasarkan bobot badan tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Jaringan	Bobot Badan		
	Kecil (%)	Medium(%)	Besar(%)
Kapsula	35,0	32,5	32,5
Korteks	46,2	30,3	23,5
Medula	42,7	29,3	28,0
Pyelum	51,4	26,5	22,1
Batas korteks dan medula	63,6	21,2	15,2



Gambar 2. Sonogram ginjal anjing yang mengalami nefritis dengan tanda panah (A) dan pyelonefritis dengan tanda panah (B).

Tabel 3. Persentase kelainan ginjal anjing berdasarkan umur tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Ras	Umur	n (ekor)	Persentase Penyakit (%)
Ras kecil	Dewasa (3-7 tahun)	16	18,2
	Senior (8-10 tahun)	10	11,4
	Tua/Geriatrik (> 10 tahun)	20	22,7
Ras medium	Dewasa (3-6 tahun)	8	9,1
	Senior (7-9 tahun)	5	5,7
	Tua/Geriatrik (> 9 tahun)	11	12,5
Ras besar	Dewasa (3-5 tahun)	4	4,5
	Senior (6-7 tahun)	1	1,1
	Tua/Geriatrik (> 8 tahun)	13	14,8

Kelainan struktur tertinggi terjadi pada anjing ras kecil untuk setiap jaringan. Kelainan pada bagian kapsula ditandai adanya penebalan dengan ekhogenitas hiperekhoik dan permukaannya yang tidak rata. Kelainan kapsula ginjal pada semua kelompok bobot badan berkisar sekitar 30-35% dari kelainan struktur. Pada ras kecil, kelainan terbesar terjadi pada batas korteks dan medulla 63,6% kemudian kelainan pyelum 51,4% serta diikuti kelainan pada korteks dan medulla. Bhadesiya *et al.* (2017) mengamati perubahan ekhogenitas pada korteks dan medula dalam kasus nefritis. Menurut Karpenstein (2011), temuan ultrasonografi utama kasus glomerulonefritis ditandai dengan medula yang hiperekhoik dan kelainan pada korteks atau peningkatan difus

Tabel 4. Persentase kelainan struktur ginjal anjing berdasarkan umur tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Umur	n (ekor)	Persentase Penyakit (%)
Dewasa	28	31,8
Senior	16	18,2
Tua/geriatrik	44	50,0

Tabel 5. Persentase kelainan struktur pada sonogram ginjal anjing berdasarkan umur tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Jaringan	Umur		
	Muda (%)	Dewasa (%)	Tua (%)
Kapsula	19,2	36,4	44,4
Korteks	31,7	23,7	45,1
Medula	39,6	24,3	36,1
Pyelum	23,5	33,2	43,3
Batas korteks dan medula	16,8	33,1	51,1

dalam ekhogenitas ginjal. Kelainan struktur seperti penebalan pada korteks dan medula terjadi pada ginjal yang mengalami nefritis (Gambar 2A) dan pyelonephritis (Gambar 2B).

**Prevalensi Penyakit Ginjal Berdasarkan Umur**

Prevalensi kejadian gangguan ginjal pada anjing tua/geriatrik semua ras lebih tinggi dibandingkan kelompok umur dewasa dan senior (Tabel 3). Kejadian penyakit ginjal banyak ditemukan pada anjing berusia tua/geriatrik dengan persentase 50% (Tabel 4). Kelainan bentuk ginjal salah satunya disebabkan oleh peradangan seperti nefritis atau glomerulonefritis. Menurut Dambach (1997) anjing yang terkena glomerulonefritis pada ginjal secara signifikan berusia lebih muda (5,6 ± 2,6 tahun). Kejadian penyakit terendah terjadi pada anjing senior sebesar 18,2%. Secara umum, anjing berusia tua/geriatrik memiliki persentase kelainan ginjal tertinggi berdasarkan kelainan struktur ginjal (Tabel 5). Hal ini sesuai dengan pendapat Nabity (2011) yaitu anjing tua seringkali mengalami perubahan struktur pada nefritis interstitialis. Selain itu penyakit lain yang sering terjadi pada ginjal yaitu *polycystic kidney disease*/PKD (Gambar 3), terutama pada hewan tua (Chew 2015). Perubahan terkait usia relevan untuk interpretasi proses patologis pada ginjal anjing Karena seiring bertambahnya usia, kehadiran glomerulosklerosis meningkat

Tabel 6. Persentase kelainan ginjal anjing berdasarkan jenis kelamin tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Jenis Kelamin	n (ekor)	Persentase penyakit (%)
Betina	42	47,7
Jantan	46	52,3

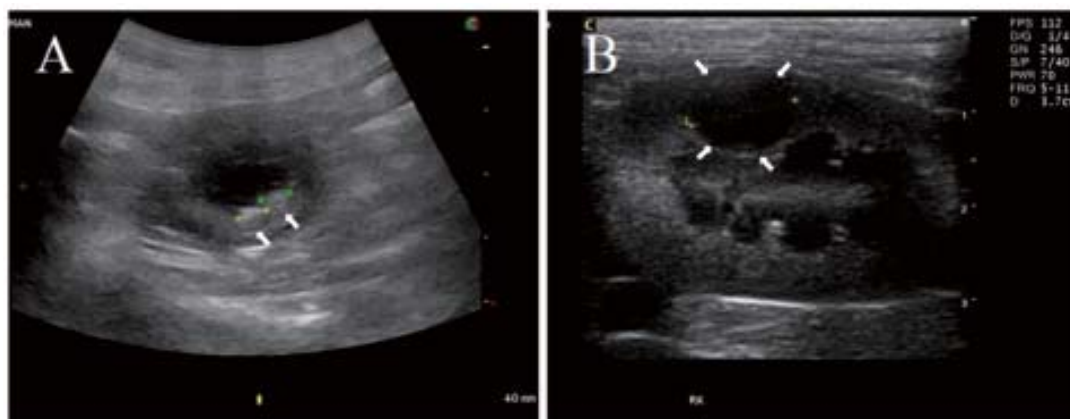
(Pameroy 2007). Menurut Felkai *et al.* (2012), rusaknya struktur ginjal merupakan indikasi terjadinya penyakit ginjal kronis karena fungsi nefron ginjal menurun secara bertahap seiring pertambahan umur.

Persentase kelainan pada medula ginjal lebih banyak ditemukan pada anjing berusia muda. Penyakit ginjal pada anjing muda umumnya terkait dengan prevalensi kasus *juvenile nephropathies*. Penyakit ini merupakan penyebab utama penyakit ginjal kronis pada anjing muda. *Juvenile nephropathy* ditandai dengan dilatasi tubular, fibrosis interstisial, serta infiltrasi limfosit dan sel plasma. Ketika proses seperti itu, jaringan pada ginjal yang rusak dapat menyebabkan kematian sel ginjal serta gagal ginjal (Zhou 2014). Dehmiwal (2016) mengamati bahwa penurunan ukuran ginjal berhubungan dengan gagal ginjal kronis.

Tabel 7. Persentase kelainan struktur pada sonogram ginjal anjing berdasarkan jenis kelamin tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Jaringan	Jenis kelamin	
	Jantan (%)	Betina (%)
Kapsula	40,5	59,5
Korteks	33,6	66,4
Medula	45,3	54,7
Pyelum	46,8	53,2
Batas korteks dan medula	49,9	51,1





Gambar 3. Sonogram ginjal yang mengalami urolithiasis dengan tanda panah (A) dan *polycystic kidney disease* dengan tanda panah (B).

Tabel 8. Diagnosis penyakit ginjal anjing berdasarkan data rekam medik tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My Vets Jakarta.

Jenis Penyakit	Persentase penyakit (%)							
	Bobot badan			Umur			Jenis Kelamin	
	Ras kecil	Ras medium	Ras Besar	Dewasa	Senior	Tua	Jantan	Betina
Nefrolithiasis	52,6	52,6	41,7	31,3	43,5	63,6	40,5	41,3
Nefritis	31,6	21,1	25	53	21,7	21,2	38,0	37,0
Urolithiasis	10,5	5,3	8,3	6,3	17,4	3	14,3	4,3
PKD	3,5	10,5	16,7	6,3	4,3	9,2	4,8	8,7
Pyelonefritis	1,8	10,5	8,3	3,1	13,1	3	2,4	8,7

Keterangan: PKD (*polycystic kidney disease*)

**Prevalensi Penyakit Ginjal Berdasarkan Jenis Kelamin**

Berdasarkan hasil pemeriksaan USG, kejadian penyakit ginjal pada anjing jantan sebesar 52,3% sedangkan pada anjing betina sebesar 47,7% (Tabel 6). Kelainan tertinggi terjadi pada jaringan korteks yaitu sebesar 66,4% diikuti kapsula 59,5% dan kelainan paling rendah 51,1% di batas korteks dan medulla (Tabel 7). Diagnosis penyakit ginjal berdasarkan data rekam medik pada penelitian ini meliputi nefrolithiasis, nefritis, *polycystic kidney disease* (PKD), urolithiasis, dan pyelonefritis (Tabel 8).

Penyakit ginjal difus yang didiagnosis adalah nefritis (Gambar 2A) dan ginjal stadium akhir. Penyakit ginjal regional yang didiagnosis adalah hidronefrosis dan nefrolithiasis. Nefrolithiasis merupakan penyakit paling penting pada anjing, sangat berulang dan prevalensinya semakin meningkat (O'kell 2017). Nefrolithiasis terjadi ketika nefrolit atau ureterolit

melewati saluran urinari (Snyder 2005). Penyebab terjadinya nefrolithiasis tergantung pada ukuran, lokasi, dan jumlah batu, serta apakah ada infeksi dan obstruksi saluran kemih (Ryall 2008).

Pada Tabel 9 disajikan korelasi antara pengaruh bobot badan, umur, dan jenis kelamin terhadap penyakit ginjal. Umur dan jenis kelamin memiliki nilai korelasi sangat kuat yaitu sebesar 0,841 dengan nilai signifikansi sebesar 0,0 sehingga data umur dan jenis kelamin dikatakan signifikan ( $P < 0,05$ ). Menurut Banzato (2016) kasus *chronic renal disease* sering terjadi pada anjing dengan kisaran umur tiga tahun

Menurut Pameroy (2007) jenis kelamin tidak terlalu berpengaruh terhadap penyakit ginjal. Namun, dalam analisis korelasi (Tabel 9) menunjukkan adanya korelasi antara umur dan jenis kelamin terhadap penyakit ginjal. Hal ini dapat terjadi pada beberapa kasus penyakit

Tabel 9. Analisis korelasi parameter bobot badan, umur dan jenis kelamin tahun 2012-2017 di Rumah Sakit Hewan Pendidikan, Institut Pertanian Bogor (RSHP FKH IPB) Bogor dan klinik hewan My vets Jakarta.

	Bobot badan	Umur	Jenis kelamin
Bobot badan	0	-0,107 <sup>a</sup>	0,041 <sup>a</sup>
Umur	0,204 <sup>b</sup>	0	0,841 <sup>a</sup>
Jenis Kelamin	0,624 <sup>b</sup>	0,000 <sup>b</sup>	0

Keterangan :

<sup>a</sup> : Nilai korelasi(0) tidak ada korelasi korelasi lemah (0-0,25) korelasi sangat lemah (0,25-0,5) korelasi cukup (0,5-0,75) korelasi kuat (0,75-0,99) korelasi sangat kuat (1) korelasi sempurna  
<sup>b</sup> : Nilai signifikansi (<0,05) signifikan (>0,05) tidak signifikan

seperti pada kasus urolithiasis yang semakin berkembang seiring bertambahnya usia dengan kejadian penyakit yang tinggi pada hewan jantan daripada betina (Bartges 2015).

Gambar 1A, merupakan hasil sonogram pada ginjal anjing normal. Terlihat adanya perbedaan dengan ginjal yang mengalami gangguan atau kelainan. Gambar 1B menunjukkan hasil sonogram ginjal dengan kelainan berupa nefrolithiasis. Pada bagian batas korteks dan medula terlihat adanya massa hiperekoik yang membentuk *acoustic shadowing*.

Nefritis ditampilkan pada Gambar 2A, kelainan yang terlihat pada sonogram berupa peningkatan ekhogenitas pada batas korteks dan medula. Sonogram pyelonefritis menunjukkan adanya perluasan atau pelebaran pyelum yang dipenuhi struktur hiperekoik (Gambar 2B). Urolithiasis ditandai dengan adanya massa pada ginjal seperti terlihat pada Gambar 3A. Kasus urolithiasis bergantung pada beberapa faktor termasuk adanya infeksi saluran kemih, faktor makanan, komposisi urolit, dan *breed* (Mariano 2018). Urolithiasis secara ultrasonografi terlihat seperti adanya masa hiperekoik yang seringkali diikuti dengan *acoustic shadowing* (Kochler 2009). Adanya kista pada ginjal akan terlihat lapisan hiperekoik pada kapsula tipis dan korteks yang tidak homogen pada sonogram (Gambar 3B).

## SIMPULAN

Prevalensi penyakit pada ginjal anjing dipengaruhi oleh faktor bobot badan, ras, umur, dan jenis kelamin. Prevalensi tertinggi berdasarkan bobot badan terjadi pada anjing ras kecil dan anjing ras besar. Berdasarkan umur, prevalensi tertinggi terjadi pada anjing tua. Berdasarkan analisis korelasi ditemukan adanya korelasi yang sangat kuat antara umur dan jenis kelamin terhadap penyakit ginjal pada anjing.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Indonesia melalui skema pendanaan penelitian dasar kerjasama luar negeri dan publikasi internasional dengan nomor 4104/IT3.L1/PN/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banzato T, Bonsembiante F, Aresu L, Zotti A. 2016. Relationship of diagnostic accuracy of renal cortical echogenicity with renal histopathology in dogs and cats, a quantitative study. *BMC Vet Res* 13: 24.
- Bartges JW, Olin SJ. 2015. Urinary tract infections: treatment/comparative therapeutics. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 45(4): 721-46.
- Barrera R, Duque J, Ruiz P, Zaragoza C. 2009. Accuracy of ultrasonographic measurements of kidney dog for clinical use. *Rev Cient* 6: 576-583.
- Basile A, Onetti-muda A, Giannakakis K, Faraggiana T, Aresu L. 2011. Juvenile nephropathy in a boxer dog resembling the human nephropathy-medullary cystic kidney disease complex. *J Vet Med Sci* 73(12): 1669-1675.
- Bhadesiya CM, Shah BR, Mer DR, Pasikh PV, Rao N, Pande AM, Patel AC, Jami RG, Raval K. 2017. Studies on renal ultrasonography in azotemic dogs. *Trend in Biosciences* 10(27): 5801-5807.
- Bragato N, Borges NC, Fioravanti MCS. 2017. B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Vet Res Commun* 41(4): 307-315.

- Chen W, Abramowitz MK. 2014. Metabolic acidosis and the progression of chronic kidney disease. *BMC Nephrol* 15: 55.
- Chew DJ. 2015. Chronic Kidney Disease (CKD) in Dogs & Cats-Staging and Management Strategies. *Va Vet Med Assoc* 1-22.
- Dambach DM, Smith CA, Lewis M, Winkle V. 1997. Morphologic, Immunohistochemical, and Ultrastructural Characterization of a Distinctive Renal Lesion in Dogs Putatively Associated with *Borrelia burgdorferi* Infection: 49 Cases. *Vet Pathol* 34(2): 85-96.
- Dehmiwal D, Madan P, Prem S, Rishi T, Chandolia KR, Behl MS. 2016. Diagnosis of pathological conditions of kidney by two-dimensional and three-dimensional ultrasonographic imaging in dogs. *Int J One Health* 9(7): 693-698.
- Felkai C S, Voros K, Vrabely T, Karsai F. 2012. Ultrasonographic determination of renal volume in the dog. *Vet Radiol Ultrasound* 33(5): 292-296.
- Jungmin S, Sookyung Y, Jeosoon L, Dongwoo C, Mincheol C, Junghee Y. 2015. Reestablishment of Radiographic Kidney Size in Miniature Schauzer Dogs. *J Vet Med Sci* 78(12): 1805-1810.
- Karpenstein H, Klumpp S, Seyrek-Inta D, Kramer M. 2011. Ultrasonography of urinary tract diseases in the dog and cat. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtier* 39(4): 281-288.
- Kochler LA, Osborne CA, Beuttner MT. 2009. Canine uroliths: frequently asked questions and their answers. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 39: 161-181.
- Macri F, Di Pietro S, Mangano C, Pugliese M, Mazzullo G, Iannelli NM, Angileri V, Morabito S, Majo DM. 2018. Quantitative Evaluation of Canine Urinary Bladder Transitional Cell Carcinoma Using Contrast-Enhanced ultrasonography. *BMC Vet Res* 14(1): 84.
- Mariano AD, Pennick DG, Sutherland SJ, Kudej RK. 2018. Ultrasonographic evaluation of the canine urinary bladder following cystotomy for treatment of urolithiasis. *J Am Vet Med Assoc* 252(9): 1090-1096.
- Maryam A, Michael CS, Bryan K, Irl BH, Katherine RT, Jonathan H, Ian HB. 2013. Kidney Disease and Increased Mortality Risk in Type 2 Diabetes. *J Am Soc Nephrol* 24(2): 302-308.
- Miller WH, Griffin CE, Campbell KL. 2013. *Muller & Kirk's Small Animal Dermatology*. Missouri (US): Elsevier Mosby.
- Nabity MB, Lees GE, Dangott LJ, Cianciolo R, Suchodolski JS, Steiner JM. 2011. Proteomic analysis of urine from male dogs during early stages of tubulointerstitial injury in a canine model of progressive glomerular disease. *Vet Clin Pathol* 40: 222-236.
- Nyland T, Widmer W, Mattoon JS. 2015. *Urinary Tract In: Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Missouri (US). Elsevier Mosby.
- O'Kell AL, Grant DC, Khan SR. 2017. Pathogenesis of Calcium Oxalate Urinary Stone Disease: Species Comparison of Humans, Dogs, and Cats. *CrossMark* 103: 79-84.
- Pomeroy MJ, Robertson JL. 2004. The association of age, sex, and glomerular location with the development of spontaneous lesions in the dog's kidney: analysis of age range studies. *Toxicol Pathol* 32: 237-242.
- Ryall RL. 2008. The future of stone research: rummagings in the attic, Randall's plaque, nanobacteria, and lessons from phylogeny. *Urol Res* 36: 77-97.
- Segev G, Bruchim Y, Berl N, Cohen A, Aroch I. 2018. Effects of fenoldopam on kidney function parameters and its therapeutic efficacy in the management of acute kidney injury in dogs with heatstroke. *J Vet Intern Med* 10: 1111-1118.
- Shah A, Harper JD, Cunitz BW, Wang YN, Paun M, Simon JC, Lu W, Kaczowski PJ, Bailey MR. 2012. Focused ultrasound to expel calculi from the kidney. *J Urol* 187(2): 739-743.
- Snyder DM, Steffey MA, Mehler SJ, Drobatz KJ, Aronson LR. 2005. Diagnosis and Surgical Management of Ureteral Calculi in Dogs. *N Z Vet J* 53: 19-25.



- Tyson R, Logsdon SA, Werre SR, Daniel GB. 2013. Estimation of feline renal volume using computed tomography and ultrasound. *Vet Radiol Ultrasound* 54: 127–132.
- Zhou X, Ma B, Lin Z, et al. 2014. Evaluation of the usefulness of novel biomarkers for drug induced acute kidney injury in beagle dogs. *Toxicol Appl Pharmacol* 280: 30–35.