

Pencitraan Ultrasonografi Ginjal dan Profil Symmetric Dimethylarginine (SDMA) Anjing Ras Belgian Malinois di Badan Narkotika Nasional

(Kidney Ultrasonography and Symmetric Dimethylarginine (SDMA) Profile of Belgian Malinois in National Anti Narcotics Agency)

Berlian Widanti^{1*}, Fitriya Nur Annisa Dewi², Fitria Senja Murtiningrum³, Deni Noviana³

¹Program Studi Ilmu Biomedis Hewan, Sekolah Pascasarjana, IPB University

²Divisi Penyakit Dalam, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University

³Divisi Bedah dan Radiologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University

*Penulis untuk korespondensi: berlianwidantiberlian@apps.ipb.ac.id

Diterima: 5 Desember 2024, Disetujui: 4 Juli 2024

ABSTRAK

Pencitraan Ultrasonografi (USG) ginjal dapat memberikan informasi struktur internal organ yang bermanfaat, terlebih apabila dikombinasikan dengan parameter kimia darah seperti profil Symmetric Dimethylarginine (SDMA). Penelitian ini bertujuan untuk deteksi dini perubahan morfometri dan fisiologis pada ginjal serta mengevaluasi apakah terdapat kaitan mengenai kesehatan ginjal dengan latihan fisik. Sampel yang digunakan adalah 6 ekor anjing ras *Belgian malinois* dengan umur 3 - 4 tahun. Tiga ekor anjing merupakan anjing yang aktif dilatih dan 3 ekor lainnya adalah anjing yang tidak aktif dilatih. Pemeriksaan USG dilakukan pada posisi hewan *right and left lateral* dengan *microconvex probe* frekuensi 5 – 8 MHz. Sampel darah diambil sebanyak 0.5 ml melalui *v. cephalica* dan dilakukan pemeriksaan SDMA. Hasil pengukuran menunjukkan rasio panjang ginjal:aorta pada anjing aktif adalah 6.02, 6.85, dan 6.87, sedangkan pada anjing tidak aktif adalah 5.76, 6.36, dan 5.5. Nilai SDMA pada anjing aktif adalah 10, 11, dan 8 µg/dL, sedangkan pada anjing tidak aktif adalah 12, 11, dan 15 µg/dL. Hasil ini menunjukkan bahwa anjing yang aktif berlatih memiliki ukuran ginjal yang lebih besar dibandingkan dengan anjing yang tidak aktif dilatih. Hasil SDMA pada ketiga anjing yang aktif berada pada rentang normal. Terdapat 1 ekor anjing yang memiliki nilai SDMA diatas rentang normal pada anjing yang tidak aktif dilatih, yang mengindikasikan mengalami *chronic kidney disease (CKD) stage 1* menurut *International Renal Interest Society (IRIS)*. Berdasarkan penelitian ini, aktifitas fisik mempengaruhi morfometri ginjal tanpa mengganggu fungsi ginjal anjing *Belgian Malinois* di Badan Narkotika Nasional (BNN).

Kata kunci: Belgian malinois, ginjal, SDMA, Ultrasonografi

ABSTRACT

Ultrasonography imaging of the kidneys can provide internal structure figure, especially when combined with blood chemistry parameter such as the Symmetric Dimethylarginine (SDMA) profile. This study aims to detect early changes in morphometry and physiological of the kidneys and evaluate whether there is a correlation between the kidney health and physical exercise, Sample consisted of 6 Belgian malinois dogs aged 3 to 4 years whereas 3 dogs are dogs that are actively trained and vice versa. Ultrasound examination were performed in right and left lateral recumbency sides with a microconvex probe with a frequency of 5 – 8 MHz. A blood sample of 0.5 ml was taken via *v. cephalica* for SDMA examination. The measurement results showed that the ratio of kidney length:aortic in active dogs was 6.02, 6.85, and 6.87, while in inactive dogs it was 5.76, 6.36 and 5.5 respectively . SDMA values in active dogs were 10, 11, and 8 µg/dL, while in inactive dogs they were 12, 11, and 15 µg/dL. These results indicate that actively trained dog tend to have larger kidney sizes compared to dogs that are not actively trained. The SDMA results in the third active dog were within normal range. There is 1 dog that has an SDMA value above the normal range in nonactives dogs, which indicates stage 1 chronic kidney disease (CKD) according to the International Renal Interest Society (IRIS). Based on this research, physical activitis did affect the morphometry but did not affect the function of the kidneys of Belgian Malinois dogs at BNN.

Keywords: Belgian malinois, kidney, SDMA, ultrasonography

PENDAHULUAN

Ginjal merupakan organ vital yang memiliki banyak fungsi dalam kehidupan manusia maupun hewan sehingga kesehatannya harus selalu dijaga dan diperhatikan (Dunaevich et al. 2020). Fungsi utama ginjal adalah filtrasi dan reabsorpsi, selain itu ginjal juga memiliki peran penting dalam sirkulasi darah, pembentukan sel darah merah, serta menjaga tekanan darah (Maurya et al. 2018). Namun saat ini gangguan ginjal telah menjadi salah satu penyakit yang sangat umum, bahkan sering terjadi pada hewan domestik termasuk anjing (Cianciolo et al. 2016).

Ultrasonografi (USG) merupakan teknik diagnosis pencitraan struktur internal suatu organ atau jaringan yang dihasilkan akibat interaksi antara gelombang suara berfrekuensi sangat tinggi (*ultrasound*) dengan jaringan, organ, atau struktur lainnya yang terdapat dalam tubuh hewan (Noviana et al. 2019). Pencitraan ultrasonografi organ ginjal adalah alat diagnostik non-invasif utama untuk mengevaluasi ginjal, karena memberikan informasi tentang posisi, ukuran, bentuk, arsitektur internal dan hemodinamik ginjal tanpa merugikan pasien (Bragato et al. 2017).

Symmetric Dimethylarginine (SDMA) merupakan salah satu biomarker yang relatif baru untuk mengevaluasi fungsi ginjal dan *glomerular filtration rate* (GFR) (Couto et al. 2021). Biomarker ini memiliki keunggulan lebih dibandingkan serum creatinine dalam pengukuran GFR (Kaufman et al. 2023). SDMA juga dapat mendeteksi dini hilangnya fungsi ginjal (Nabity MB et al. 2015). Selain itu, SDMA tidak terlalu terpengaruh oleh faktor ekstrarenal seperti usia, jenis kelamin, bobot tubuh, ras dan massa otot dibandingkan dengan serum creatinine (Loane et al. 2022). Oleh karena itu, penggunaan SDMA menjadi lebih luas tidak hanya untuk deteksi dini disfungsi ginjal, namun juga sebagai alat pemantau dalam pengobatan *chronic kidney disease* (CKD) (Schott HC et al. 2021). *International Renal Interest Society* (IRIS) telah memasukan SDMA dalam *staging guidelines* dalam pemeriksaan ginjal (Kopke et al. 2018).

Anjing pelacak di Badan Narkotika Nasional (BNN) merupakan aset negara Republik Indonesia yang dipekerjakan untuk melacak obat – obatan terlarang. Kesehatan anjing-anjing BNN harus selalu terjaga karena dalam tugas pelacakan staminanya sangat dibutuhkan. Anjing pelacak di BNN melakukan latihan fisik rutin seperti penjelajahan, latihan pelacakan, dan *treadmill* mingguan. Mereka juga diberikan pakan khusus berenergi tinggi untuk menjaga ketahanan tubuhnya selama pelatihan dan saat bertugas. Latihan fisik mungkin saja memiliki pengaruh positif terhadap kesehatan ginjal, tetapi perlu diperhatikan juga bahwa

latihan yang berlebihan atau tidak sesuai dapat berdampak negatif.

BNN rutin melakukan pengecekan darah lengkap hematokrit dan biokimia darah untuk anjing yang dipelihara, minimal 1 tahun sekali untuk mengevaluasi kesehatan organ seperti ginjal, hati, dan limpa. Untuk kesehatan organ ginjal dapat dievaluasi melalui biokimia darah dengan parameter kreatinin dan *Blood Urea Nitrogen* (BUN) (Hokamp & Nabity, 2016). Namun kreatinin dan BUN tidak dapat dijadikan alat untuk deteksi dini pada kerusakan ginjal karena parameter tersebut memperlihatkan kelainan pada ginjal yang sudah mengalami kerusakan > 50% sehingga dibutuhkan alat diagnosis penunjang seperti USG (kawalilak et al. 2019).

Selain itu, penelitian mengenai pencitraan organ ginjal dan profil SDMA pada anjing pelacak ras *Belgian malinois* belum pernah dilaporkan di Indonesia. Penting untuk mengetahui morfometri dan fisiologis ginjal pada setiap ras anjing untuk mengurangi prevalensi penyakit ginjal serta untuk deteksi dini penyakit. Ras merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi hasil pengukuran ultrasonografi ginjal, sehingga nilai interval referensi spesifik untuk setiap ras anjing sangat diperlukan. Berat badan, umur, aktivitas fisik, dan jenis pakan yang dikonsumsi juga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam nilai ultrasonografi yang ditetapkan (Fraczkowska et al. 2021).

BAHAN DAN METODE

Sampel yang digunakan adalah 6 ekor anjing ras *Belgian malinois* dengan umur 3 – 4 tahun. Hewan sampel merupakan anjing yang sehat dan mendapatkan pemeliharaan yang baik dari pihak BNN, serta mendapatkan pemeriksaan rutin oleh tim medis k9 BNN. Tiga ekor anjing merupakan anjing yang aktif dilatih dengan latihan fisik dan 3 ekor lainnya adalah anjing yang tidak aktif dilatih. Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Hewan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis Institut Pertanian Bogor (IPB University) dengan nomor 064/KEH/SKE/VI/2023, dan Deputi Bidang Pemberantasan Badan Narkotika Nasional Republik Indonesia serta tim medis veteriner K9 BNN.

Daerah orientasi untuk pemeriksaan ginjal yaitu di rongga abdomen pada *costae* terakhir. Sebelum dilakukan pemeriksaan ultrasonografi, rambut hewan dicukur pada daerah yang akan diperiksa menggunakan *hair clipper*. Pencitraan ultrasonografi dilakukan menggunakan USG *Acclarix AX3*®. Transduser atau biasa disebut *probe* yang digunakan

yaitu *microconvex probe* dengan frekuensi 5 – 8 MHz (Penninck dan d'Anjou 2015). Untuk pemeriksaan ginjal kiri, anjing diposisikan *right lateral recumbency* dan untuk pemeriksaan ginjal kanan anjing diposisikan *left lateral recumbency*. Transduser diposisikan sagittal dan transversal terhadap sumbu tubuh dan diletakkan di kaudal *costae* terakhir dengan arah transduser kraniodorsal (Chaudary & Paudel, 2020). Teknik yang digunakan untuk mendapatkan aorta adalah dengan mencari ginjal kiri dengan posisi transduser sagittal, dan secara perlahan sudutnya diubah ke arah medial. Aorta akan tampak pada *lateral os vertebrae lumbalis*.

Sebelum memulai pemeriksaan, *probe* terlebih dahulu diberikan gel *ultrasound*, kemudian diletakkan pada daerah orientasi pemeriksaan ginjal. Ginjal dipindai dari kranial ke kaudal dan lateral ke medial, dalam beberapa bidang transversal dan longitudinal. Parameter pemeriksaan ultrasonografi yang diambil ialah panjang ginjal, tinggi ginjal, ketebalan korteks dan medulla, diameter ureter bagian proximal, dan diameter aorta (Siheon *et al.* 2020). Tipe pencitraan yang digunakan untuk pemeriksaan adalah *Brightness (B-) mode*. Pemeriksaan dan perhitungan data dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap hewan, kemudian diambil nilai rerata.

Sampel darah diambil sebanyak 0.5 ml melalui *v. cephalica* dan dilakukan pemeriksaan SDMA menggunakan *Idexx blood chemistry analyzer®*. Sebelum sampel diambil, rambut di daerah sekitar pengambilan darah dicukur dan didesinfeksi dengan alkohol 70%. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung heparin, dan dibawa menggunakan *cooler box* menuju laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan SDMA.

ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif menggunakan *Microsoft excel*. Uji statistik dilakukan menggunakan *Statistical Package for Social Science (SPSS)*. Normalitas data diuji dengan metode *Shapiro – wilk*, dan analisis data dilakukan dengan uji statistik *Mann-whitney*. Hasil analisis berupa data rata-rata dan standar deviasi disajikan dalam tabel.

HASIL

Pada penelitian ini, didapatkan hasil pencitraan ultrasonografi ginjal dengan menggunakan *Brightness (B-)mode*. Perhitungan yang diambil ialah panjang ginjal, tinggi ginjal, dan diameter aorta. Menurut Putra *et al.* 2020, ginjal anjing berbentuk seperti kacang dan terdiri dari beberapa bagian. Bagian terluar disebut kapsula yang tersusun atas fibrosa atau jaringan ikat

dan memiliki echogenitas *hyperechoic*. Bagian dalam ginjal tersusun atas korteks yang memiliki echogenitas *hypoechoic* dan medulla yang lebih *anechoic* (Singh & Kumar 2021). Kawalilak *et al.* 2018 mengatakan bahwa ukuran ginjal dapat dinilai menggunakan rasio panjang ginjal : aorta diameter.

Kawalilak juga menyatakan bahwa nilai normal untuk ukuran ginjal ialah 5.5 – 9.1, sehingga apabila ukuran ginjal < 5.5 atau > 9.1 dapat dikatakan bahwa ginjal tersebut berukuran kecil atau membesar secara abnormal.

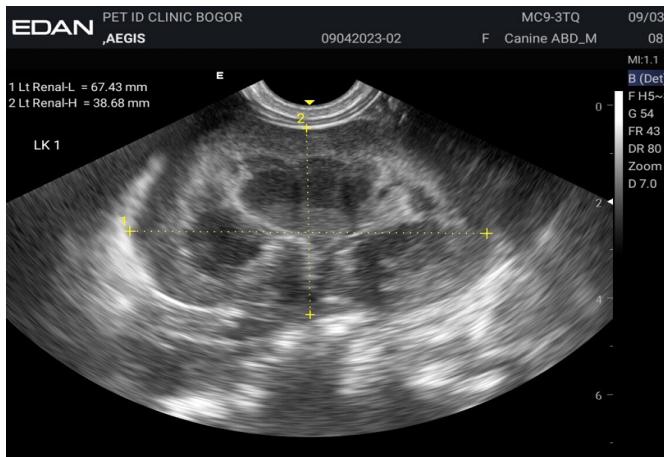
Tidak ditemukan adanya kelainan pada ginjal kiri maupun ginjal kanan pada hasil sonogram yang didapatkan dari keenam anjing yang diperiksa. Perbedaan echogenitas dari masing – masing bagian ginjal sesuai dengan literatur yaitu kapsula yang *hyperechoic*, korteks yang *hypoechoic* dan medulla yang lebih *anechoic*. Selain dari echogenitas parenkimal, interpretasi kelainan ginjal juga harus mempertimbangkan parameter ukuran, bentuk, kontur, dan arsitektur internal.

Ukuran ginjal yang didapatkan dengan menggunakan rasio panjang ginjal : aorta diameter pada 3 ekor anjing yang aktif dilatih masing - masing adalah 6.02, 6.85, dan 6.88, sedangkan ukuran ginjal pada 3 ekor anjing yang tidak aktif dilatih adalah 5.76, 6.36, dan 5.47. Semua sampel ginjal yang diperiksa berada dalam ukuran normal ginjal yaitu pada rentang normal antara 5.5 – 9.1.

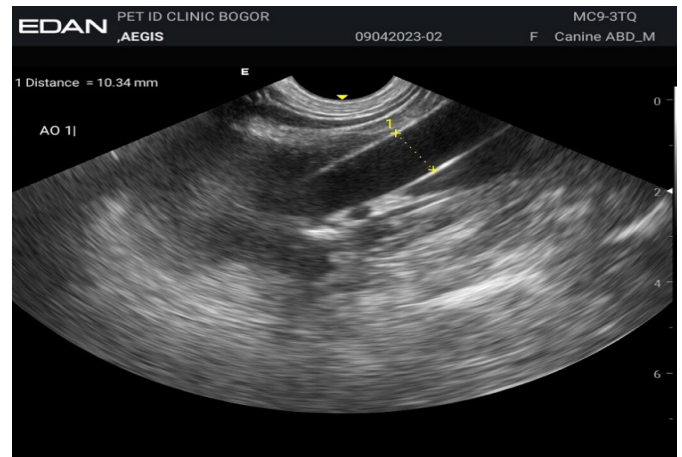
PEMBAHASAN

Pada hasil analisis statistika, terdapat perbedaan yang nyata antara panjang ginjal anjing yang aktif dilatih dibandingkan dengan ginjal anjing yang tidak aktif dilatih. Anjing yang aktif memiliki ukuran ginjal yang lebih panjang. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kompensasi yang terjadi pada tubuh saat anjing melakukan latihan fisik seperti *treadmill*, latihan pelacakan maupun penjelajahan. Telah diketahui secara umum bahwa latihan fisik menyebabkan berbagai perubahan fisiologis yang berkaitan dengan karakteristik latihannya seperti durasi, intensitas, dan pada tingkat latihannya (Rovira *et al.* 2008). Ginjal merupakan organ ekskresi utama yang bertugas untuk menjaga lingkungan internal tubuh dengan cara mengeluarkan atau menahan berbagai zat secara selektif sesuai dengan kebutuhan tubuh. Saat melakukan pelatihan, jantung anjing akan memompa darah lebih banyak ke seluruh tubuh, dan 25 % dari *cardiac output* diterima oleh ginjal (Kaufman *et al.* 2023).

Meskipun hasil statistik tinggi ginjal dan diameter aorta tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun secara nilai kuantitatif anjing yang aktif dilatih



Gambar 1 Hasil pencitraan ultrasonografi ginjal dengan Brightness (B)-mode. (1) panjang ginjal, (2) tinggi ginjal



Gambar 2 Hasil pencitraan ultrasonografi aorta dengan Brightness B(-)mode. (1) Aorta

Tabel 1 Ukuran ginjal anjing aktif menggunakan rasio panjang ginjal : aorta

Panjang ginjal (mm)	Aorta (mm)	Ukuran ginjal
62.075	10.31	6.02
68.875	10.05	6.85
70.125	10.2	6.88

Tabel 2 Ukuran ginjal anjing tidak aktif menggunakan rasio panjang ginjal : aorta

Panjang ginjal (mm)	Aorta (mm)	Ukuran ginjal
58.325	10.13	5.76
62.40	9.81	6.36
62.515	11.43	5.47

Tabel 3 Nilai SDMA (µg/dL) pada anjing aktif dan tidak aktif

No.	Anjing aktif (µg/dL)	Anjing tidak aktif (µg/dL)
1	10	12
2	11	11
3	8	15

Tabel 4 Skor chronic kidney disease berdasarkan SDMA standard International Renal Interest Society

Stage	SDMA (µg/dL)	
I	>14	Early CKD, absent clinical sign
II	18 - 35	Mild or absent clinical sign
III	36 - 54	Moderate (many extrarenal sign)
IV	> 54	Severe (Increasing risk of systemic clinical signs and uremic crises)

memiliki ginjal yang lebih panjang dan ukuran ginjal yang lebih besar dibandingkan anjing yang tidak aktif.

International Renal Interest Society (IRIS) membagi skor penilaian untuk *chronic kidney disease (CKD)* menjadi 4 kategori berdasarkan nilai kreatinin atau SDMA. Berdasarkan skor penilaian IRIS, 3 ekor anjing yang aktif berlatih memiliki nilai SDMA yang berada pada rentang normal yaitu ≤ 14 $\mu\text{g/dL}$ yang masing-masing nilainya adalah 10, 11, dan 8 $\mu\text{g/dL}$. Pada 3 ekor anjing yang tidak aktif berlatih, 1 diantaranya memiliki nilai SDMA 15 $\mu\text{g/d}$ yang mengindikasikan mengalami *chronic kidney disease (CKD) stage 1*. Dua anjing lainnya memiliki nilai SDMA normal yaitu 12 dan 11. Namun berdasarkan analisis statistik, hasil SDMA anjing yang aktif dilatih tidak berbeda nyata dengan anjing tidak aktif dilatih.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa anjing yang aktif dilatih memiliki ukuran ginjal yang lebih panjang dibandingkan dengan anjing yang tidak aktif berlatih. Ukuran ginjal yang diukur menggunakan panjang ginjal : aorta untuk ke 6 sampel yang digunakan berada pada rentang normal dan tidak ada perubahan ukuran secara abnormal yang terjadi akibat latihan fisik. Ketiga anjing yang aktif dilatih memiliki nilai SDMA normal, dan 1 dari 3 ekor anjing yang tidak aktif berlatih memiliki nilai SDMA diatas normal. Latihan fisik mengubah morfometri ginjal, tanpa mengganggu fungsi ginjal. Pengetahuan lengkap mengenai ginjal anjing yang aktif latihan fisik sangat diperlukan dalam deteksi dini penyakit ginjal, dan penelitian ini dapat dijadikan standar acuan untuk anjing ras *Belgian malinois*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Deputi Bidang Pemberantasan Badan Narkotika Nasional Republik Indonesia dan Unit Deteksi Kg Badan Narkotika Nasional (BNN) yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di BNN. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing program studi Ilmu Biomedis Hewan, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis (SKHB IPB University) yang telah banyak membantu selama penelitian ini dilakukan dan Pet ID Bogor yang telah menyediakan peralatan untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bragato N, Borges NC, Fioravanti MCS. 2017. B-mode and Doppler Ultrasound of Chronic Kidney Disease in Dogs and Cats. *Vet Res Commun.* 41:307 – 315.

- Chaudary S, Paudel SK. 2020. Estimation of Normal Kidney Length in Clinically Healthy Adult Mongrel Dogs Using Ultrasonography. *International Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry.* 5(1): 119 – 123.
- Cianciolo R, Hokamp J, Nability M. 2016. Advances In the Evaluation of Canine Renal Disease. *The Veterinary Journal.* (215) 21 – 29.
- Couto CG, Murphy R, Coyne M, Drake C. 2021. Serum Symmetric Dimethylarginine Concentration in Greyhound Pups and Adults. *Topics in Companion An Med* 45. 100558.
- Dunaevich A, Chwn H, Musseri D, Kuzi S, Toyi MM, Aroch I, Segey G. 2020. Acute on Chronic Kidney disease in Dogs: Etiology, Clinical and Clinicopathologic Findings, Prognostic Markers, and Survival. *J Vet Intern Med.* 34: 2507 – 2515.
- Fraczkowska K, Trzebuniak Z, Zak A, Siwinska N. 2021. Measurement of Selected Renal Biochemical Parameters in Healthy Adult Donkeys Considering the Influence of Gender, Age and Blood Freezing. *Animals.* (11)1748.
- Hokamp JA, Nability MB. 2016. Renal Biomarkers in Domestic Species. *Vet Clin Pathol.* 45/1 28 – 56.
- [IRIS] *International Renal Interest Society.* 2023. *IRIS Staging of CKD.*
- Kaufman DP, Basit H, Knohl SJ. 2023. *Physiology, Glomerular Filtration Rate.* StatPearls Publishing. USA.
- Kawalilak LT, Pease AP, Nelson NC. 2019. Evaluation of Ultrasonographically Determined Ratios of Kidney Length to Aorta Diameter for Assessment of Kidney Size in Healthy Young Dogs. *AJVR.* Vol 80 No.8.
- Kopke MA, Burchell RK, Ruaux CG, Burton SE, Lopez-Villalobos N, Gal A. 2018. Variability of Symmetric Dimethylarginine in Apparently Healthy Dogs. *J Vet Intern Med.* 32:736-742.
- Loane SC, Thomson JM, Williams TL, McCalum KE. 2022. Evaluation of Smmetric Dimethylarginine in Cats with Acute Kidney Injury and Chronic Kidney Disease. *J Vet Intern Med.* 36:1660-1676.
- Maurya H, Kumar T, Kumar S. 2018. Anatomical and Physiological similarities of Kidney in Different Experimental Animals Used for Basic Studies. *Journal of Clinical Experimental Nephrology.* Vol.3 No.2:09.
- Nability MB, Less GE, Boggess MM, Yerramilli M, Obare E, Yerramilli M, Rakitin A, Aguaiair J, Relford R. 2015. Symmetric Dimethylarginine Assay Validation, Stability, and Evaluation as a Marker for the Early Detection of Chron-

- ic Kidney Disease in Dogs. *J Vet Intern Med.* 29:1036-1044.
- Noviana D, Aliambar SH, Ulum MF, Siswandi R, Widy-ananta BJ, Gunanti, Soehartono J, Soesatyoratih, Zaenab S. 2019. *Diagnosis Ultrasonografi pada Hewan Kecil Edisi Kedua.* Bogor(ID): IPB Press.
- Penninck D, d'Anjou MA. 2015. *Atlas of Small Animal Ultrasonography Second Edition.* Iowa:Blackwell Publ.
- Putra IKP, Heryani LGSS, Setiasih NLE. 2020. Morfologi Ginjal Anjing Kintamani Betina. *Buletin Veteriner Udayana.* Volume 12 No.2:115-122.
- Rovira S, Munoz A, Benito M. 2008. *Effect of Exercise on Physiological, Blood and Endocrine Parameters in Search and Rescue-trained Dogs.* *Veterinari Medicina.* 53(6): 333 – 346.
- Schott HC, Lisanne GR, Coyne M, Murphy R, Cross J, Strong-Townsend M, Szlosek D, Yerramilli M, Li J. 2021. *Symmetric Dimethylarginine and Creatinine Concentrations in Serum of Healthy Draft Horses.* *J Vet Intern Med.* 35:1147-11154.
- Siheon L, Sungkyun H, Seungji K, Dayoung O, Sangkyung C, Mincheol C, Junghee Y. 2020. *Can Distinction Between the Renal Cortex and Outer Medulla on Ultrasonography Predict Estimated Glomerular Filtration Rate in Canine Chronic Kidney Disease?.* *J Vet Sci.* 21(4):e58.
- Singh J, Kumar A. 2021. *Anatomical and Ultrasonographic Description of Canine Kidney and Urinary Bladder in Normal and Clinical Conditions: a Review.* *The Pharma Innovation Journal.* SP-10(8): 659 – 663.