

Gambaran Kelistrikan Jantung Anak Babi pada Kondisi Renjatan dengan Resusitasi Hipervolemik Menggunakan Cairan Kristaloid Natrium Chlorida 0,9%

*(REPRESENTATION OF PIGLET'S) HEART ELECTRICITY
ON THE SHOCK CONDITION AND HYPERVOLEMIC RESUSCITATION
WITH CRYSTALLOID FLUID NATRIUM CHLORIDE 0.9%)*

**Gunanti¹, Soesatyoratih¹, Antonius H Pudjiadi²,
Melpa Susanti Purba¹, Galih Satria Kusumanto³**

¹Division of Veterinary Surgery and Radiology,
Department of Veterinary Clinic, Reproduction and Pathology,
Faculty of Veterinary Medicine, Bogor Agricultural University

²Child Health Department, Faculty of Medicine, University of Indonesia

³Student of Faculty of Veterinary Medicine, Bogor Agricultural University
Jln Agathis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

Email: goenanti.soe@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of resuscitation and hypervolemic conditions on shocked piglet's heart electrical system. Animal models that were used in this study are 5 healthy castrated piglets. The piglet's blood were withdrawn until the mean arterial pressure dropped about 20 % from the baseline condition to make a hypovolemic shock condition. When the piglets reached the hypovolemic shock state, fluid resuscitation using crystalloid (NaCl 0.9 %) as much as 40 ml/kg were given using a 50 ml syringe through the jugular vein. ECG examination were performed before surgery and when it reached the hypervolemic state after being resuscitated. The ECG results indicate no apparent change in cardiac performance due to the absence of ECG waveform changes from waveforms during normal conditions. In conclusion, crystalloid fluid resuscitation (NaCl 0.9 %) until hypervolemic condition does not interfere with cardiac performance.

Keywords: crystalloid (NaCl 0.9 %); electrocardiograph; hypervolemic; shock

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dari resusitasi dan kondisi hipervolemik terhadap sistem kelistrikan jantung anak babi (*Sus scrofa domestica*) yang telah mengalami renjatan. Bahan yang digunakan adalah lima ekor anak babi dengan jenis kelamin jantan kastrasi dalam keadaan klinis sehat. Anak babi diberi tindakan operatif berupa pengeluaran darah untuk membuat kondisi renjatan hipovolemik hingga *mean arterial pressure* turun sekitar 20 % dari keadaan baseline. Saat renjatan terjadi, dilakukan resusitasi cairan menggunakan cairan kristaloid (NaCl 0.9 %) sejumlah 40 ml/KgBB menggunakan syringe 50 mL melalui vena jugularis. Pemeriksaan EKG dilakukan sebelum tindakan bedah dan setelah resusitasi cairan hingga kondisi hipervolemik. Hasil EKG mengindikasikan tidak adanya perubahan nyata pada kinerja jantung karena tidak adanya perubahan bentuk gelombang EKG dari bentuk gelombang pada saat kondisi normal. Hal ini memberi kesimpulan resusitasi cairan kristaloid (NaCl 0.9 %) hingga kondisi hipervolemik tidak mengganggu kinerja jantung.

Kata-kata kunci: elektrokardiografi; hipervolemik; kristaloid (NaCl 0.9 %); renjatan

PENDAHULUAN

Kecelakaan adalah sesuatu keadaan yang tidak dapat dihindari. Kecelakaan lalu lintas jalur darat di Indonesia pada tahun 2016 naik 7,23 % dibanding tahun sebelumnya dan mengakibatkan 170.293 korban. Cidera akibat kecelakaan setiap tahunnya menyebabkan terjadinya lima juta kematian di seluruh dunia. Angka kematian pada pasien trauma yang mengalami renjatan hipovolemik di rumah sakit dengan tingkat pelayanan yang lengkap mencapai 6%, sedangkan angka kematian akibat trauma yang mengalami renjatan hipovolemik di rumah sakit dengan peralatan yang kurang memadai mencapai 36%.

Renjatan hipovolemik diartikan sebagai penurunan perfusi ataupun oksigenasi jaringan yang disertai dengan kolaps sirkulasi yang disebabkan adanya kehilangan volume intravaskuler secara akut akibat segala keadaan bedah ataupun medis. Kejadian renjatan hipovolemik sering terjadi saat pembedahan karena kehilangan darah, kehilangan plasma, serta kehilangan cairan interstisial.

Penanganan kasus renjatan pada berbagai penelitian dilakukan dengan terapi cairan. Penanganan renjatan dengan cairan disebut resusitasi cairan. Resusitasi cairan ditujukan untuk menyelamatkan otak dari gangguan hipoksikisemik, melalui peningkatan *preload* dan curah jantung, mengembalikan volume sirkulasi efektif, mengembalikan *oxygen-carrying capacity* dan mengoreksi gangguan metabolik dan elektrolit (Darwis, 2003). Penanganan kasus renjatan dengan metode terapi cairan juga sudah menjadi *Standart Operational Procedure* (SOP) di berbagai rumah sakit. Terapi cairan dapat dilakukan dengan memasukkan cairan koloid ataupun kristaloid secara intravena. Cairan kristaloid isotonik efektif mengisi ruang intersisial, mudah disediakan, tidak mahal, tidak menimbulkan reaksi alergik. Namun, resusitasi dengan cairan kristaloid dalam jumlah besar sering dihubungkan dengan kejadian edema jaringan, peningkatan kejadian *Abdominal compartment syndrome* (Madigan *et al.*, 2008) dan *Hyperchloremic metabolic acidosis* (Handy dan Soni, 2008).

Aktivitas listrik jantung merupakan perubahan permeabilitas membran sel, yang menyebabkan terjadinya pergerakan ion keluar-masuk melalui saluran ion khusus pada membran sel. Saat potensial membran

terpolarisasi, terjadi distribusi yang tidak seimbang dari ion-ion. Natrium dan chlor lebih banyak berkumpul di luar sel, sedangkan kalium dan anion organik lebih banyak berkumpul di dalam membran sel. Oleh karena itu kelistrikan jantung cukup dipengaruhi oleh kondisi keseimbangan cairan dalam tubuh. Sistem kelistrikan jantung ini dapat diamati menggunakan elektrokardiograf yang merupakan alat untuk melihat rekaman kelistrikan jantung.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dari resusitasi dan kondisi hipervolemik terhadap sistem kelistrikan jantung. Anak babi digunakan sebagai hewan model dengan memberikan renjatan. Manfaat yang diharapkan adalah mendapatkan informasi tentang pengaruh perlakuan resusitasi hipervolemik setelah hewan mengalami renjatan terhadap keadaan kelistrikan jantung sehingga dapat menentukan metode yang tepat dalam pemberian tindakan resusitasi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Aklimatisasi terhadap hewan coba babi dilakukan pada 23 Mei - 7 Juni 2017 di Kandang Hewan Unit Pengelolaan Hewan Laboratorium (UPHL) Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor (FKH IPB). Pembedahan dilaksanakan pada tanggal 8–18 Juni 2017 di Laboratorium Bedah Eksperimental, Divisi Bedah dan Radiologi, Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi, FKH IPB. Pemeliharaan hewan dilakukan di kandang UPHL, FKH IPB.

Metode

Resusitasi dalam penelitian kali ini dilakukan sejak hewan babi mengalami renjatan hingga hewan coba babi mencapai kondisi normovolemik (seimbang). Kemudian dilanjutkan lagi hingga kondisi hipervolemik (cairan dalam tubuh tinggi). Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh kondisi hipervolemik terhadap keseimbangan ion dalam tubuh menjadi tidak seimbang yang kemungkinan dapat berimbas pada aktivitas kelistrikan jantung.

Bahan yang digunakan adalah lima ekor anak babi (*Sus scrofa*) berumur 6-10 minggu dan bobot badan 10-20 kg dengan jenis kelamin jantan kastrasi. Babi dalam keadaan klinis sehat. Anestetikum yang digunakan adalah ketamine 10% dosis 20 mg/kgBB, xylazine 10%

dosis 2 mg/kgBB, dan anastesi lokal lidocaine 2% secara topikal. Resusitasi cairan menggunakan NaCl 0,9%. Aklimatisasi menggunakan anthelmentik 900 mg/kaplet dengan dosis 1 kaplet/45 kgBB. Antiseptik situs sayatan menggunakan iodine, alkohol 70% dan oxytetracycline 20% dengan dosis 20 mg/kgBB sebagai antibiotik serta nonsteroidal *anti-inflammatory drugs* (NSAID) flunixin meglumine dengan dosis 2 mg/kgBB.

Peralatan yang digunakan adalah, *syringe* 1 mL, 3 mL, 5 mL, 10 mL dan 50 mL, alat bedah minor, benang *catgut*, benang *silk* 3/0 dengan *needle*, timbangan digital, tampon, *apron*, *masker*, *rubber gloves*, *hair cap*, alat *Pulse Contour Cardiac Output* (PiCCO), *patient monitoring*, *endotracheal tube* 5 mm, *laryngoscope*, intravena (IV) *catether* 22G, elektrokardiograf, alat pencukur, *micropore* dan alat penghitung waktu (*stopwatch*).

Aklimatisasi Hewan

Aklimatisasi dilakukan pada 23 Mei-7 Juni 2017 bertempat di Kandang Hewan Unit Pengelolaan Hewan Laboratorium, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. Selama proses aklimatisasi, hewan diberikan pakan dua kali sehari dan air minum secara *ad-libitum* serta dilakukan pemberian anthelmintik 900 mg/kaplet dengan dosis 1 kaplet/45 kgBB dan pemberian antibiotik oxytetracycline 20% dengan dosis 20 mg/kgBB. Aklimatisasi dilakukan agar hewan beradaptasi dengan lingkungan baru selama penelitian berlangsung. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dengan nomor SKEH: 055/KEH/SKE/III2017 Sertifikat Persetujuan Etik Hewan.

Pemasangan PiCCO

Pulse Contour Cardiac Output digunakan untuk menilai status hemodinamik sebagai bantuan untuk melakukan terapi cairan. Tahap persiapan pembedahan diawali dengan pembiusan hewan di kandang menggunakan ketamine 10% dengan dosis 20 mg/kgBB dan xylazine 2% dengan dosis 2 mg/kgBB secara intramuskuler pada daerah femoral, tepatnya pada m. semimembranosus dan m. semitenidosus. Setelah hewan terbius, hewan dibawa menuju ruang bedah eksperimen untuk ditimbang bobot badannya. Penimbangan ini dilakukan agar memudahkan penghitungan dosis resusitasi.

Tindakan pre-operasi atau preparasi

dilakukan setelah penimbangan berupa pembersihan seluruh bagian tubuh hewan coba babi terutama pencukuran rambut pada daerah telinga, dahi, leher bagian ventral, ekor dan medial kaki belakang, kemudian dibersihkan dengan detergen dan air lalu dikeringkan dan diberikan antiseptik iodine. Tindakan ini dilakukan untuk memudahkan pemasangan IV *chateter* maupun pemasangan *patient monitoring* dan PiCCO. IV *chateter* ukuran 22G dan *three way stop cock* dipasangkan pada vena aurikularis di daerah telinga sebagai jalur masuk obat bius *maintenance* dan hewan dipindahkan ke atas meja operasi.

Hewan diikat dengan tali sebagai *handling* dan dilakukan pemasangan *endotracheal tube* (ETT) menggunakan alat bantu berupa *laryngoscope*. Lidocaine diberikan secara topikal sekitar 1-2 mL pada epiglotis hewan coba babi dan kemudian dilakukan pemasangan ETT yang dihubungkan dengan selang oksigen dan ventilator. Alat ukur saturasi dipasang pada bagian ekor yang telah dipreparasi terlebih dahulu.

Selanjutnya dipasang *patient monitoring* dan PiCCO. Pencarian akses PiCCO dilakukan melalui operasi kecil pada daerah ventral leher dan medial paha untuk mencari vena jugularis dan arteri femoralis. Segera setelah akses didapat, *catheter* PiCCO dipasangkan dan difiksasi dengan benang *silk*. Setelah terpasang, dilakukan uji coba alat dengan mengatur parameter dan kemudian dilakukan penyuntikan NaCl 0,9% dingin ke dalam selang PiCCO dan ditunggu hingga pada alat *patient monitoring* dan PiCCO terbentuk kurva termodilusi untuk mengetahui *cardiac output*. Setelah kurva muncul, dilanjutkan dengan pengambilan data dan perlakuan. Tindakan *maintenance* pembiusan dilakukan dengan pemberian ketamine 10% dengan dosis 10 mg/kgBB dan xylazine 10 % dengan dosis 1 mg/kgBB.

Pembuatan Renjatan Hipovolemik

Mean Arterial Pressure (MAP) adalah rata-rata tekanan arteri selama satu siklus detak jantung yang didapat dari pengukuran tekanan darah systole dan diastole. Keadaan renjatan pada penelitian ini ditandai dengan penurunan MAP sebanyak 20% dari nilai awal yang ditinjau melalui alat *patient monitoring*. Penurunan MAP pada prosedur induksi renjatan dilakukan dengan pengeluaran darah melalui vena jugularis menggunakan *syringe* 50 mL.

Resusitasi Cairan Kristaloid Hipervolemik

Resusitasi cairan dilakukan dengan pemberian cairan kristaloid NaCl 0,9% secara IV melalui vena jugularis. Resusitasi normovolemik dilakukan terlebih dahulu setelah tahap renjatan tercapai dengan volume pemberian cairan NaCl 0,9% sejumlah volume darah yang dikeluarkan saat induksi renjatan. Resusitasi normovolemik ini dilakukan perlahan dengan menggunakan *syringe* 50 mL. Tahapan selanjutnya adalah resusitasi hipervolemik yang dilakukan dengan memasukkan cairan kristaloid NaCl 0,9% secara IV sejumlah 40 mL/kgBB menggunakan *syringe* 50 mL melalui vena jugularis.

Pengambilan Data

Perekaman kelistrikan jantung dilakukan dengan elektrokardiograf. Perekaman dilakukan sebelum perlakuan operasi induksi renjatan hipovolemik (kondisi basal) dan setelah perlakuan operasi induksi renjatan hipovolemik (kondisi hipervolemik). Parameter yang diukur berdasarkan skala yang tertera pada kertas elektrokardiogram dengan mengambil variabel berupa durasi P, amplitudo P, interval PR, amplitudo R, Interval QRS, interval QT, segmen ST dan gelombang T. Parameter yang dihitung adalah gelombang yang terekam pada *lead 2*

Analisis Data

Hasil pengukuran data dinyatakan dalam rata-rata dan standar deviasi menggunakan SPSS 16 dengan uji *T-paired sample* dan dengan selang kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Durasi P

Durasi P pada elektrokardiogram menggambarkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan depolarisasi pada atrium. Pengukuran durasi P dilakukan untuk mengetahui waktu depolarisasi atrium. Durasi P tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$), pada sampel babi dalam kondisi baseline (BB) dan sampel babi dalam kondisi resusitasi hipervolemik (HV). Durasi P normal pada babi berumur 2-4 bulan berkisar 0,030-0,060 detik (Dukes dan Szabuniewics, 1969). Hasil pengukuran durasi P disajikan pada Tabel 1.

Amplitudo P

Amplitudo P pada elektrokardiogram menggambarkan besarnya aktivasi listrik pada atria miokardium sewaktu melakukan depolarisasi. Amplitudo P yang normal selalu berupa defleksi positif. Pengukuran amplitudo P dilakukan untuk mengetahui besarnya depolarisasi pada atrium. Hasil pengukuran menunjukkan amplitudo P tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada kondisi BB dan kondisi HV. Menurut Richig dan Sleeper (2014), nilai amplitudo P normal anak babi yaitu 0,1-0,3 mV. Hasil pengukuran amplitudo P menunjukkan tidak ada perubahan pada besarnya depolarisasi atrium. Hasil pengukuran amplitudo P disajikan pada Tabel 1.

Interval PR

Pengukuran interval PR dilakukan dengan menghitung durasi sejak awal mula gelombang P hingga awal kompleks QRS. Interval PR adalah penjumlahan waktu depolarisasi atrium dan waktu perlambatan simpul atrioventrikular (AV). Nilai normal interval PR pada babi berkisar 0,063-0,120 detik (Eckenfels dan Schuler, 1988). Nilai interval PR yang diukur masih dalam rentang normal. Hasil pengukuran menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kondisi BB dengan kondisi HV ($P > 0,05$). Hasil pengukuran interval PR disajikan pada Tabel 1.

Amplitudo R

Amplitudo R pada elektrokardiogram menunjukkan fase depolarisasi ventrikel. Dengan melihat amplitudo R dapat ditemukan adanya hipertrofi ventrikel dan tanda-tanda *bundle branch block* (BBB) (Dharma, 2009). Menurut Richig dan Sleeper (2014), nilai normal amplitudo R pada anak babi berkisar antara 0,0-1,0 mV. Pengukuran amplitudo R dimulai sejak awal kompleks QRS hingga puncak gelombang R. Hasil pengukuran pada kondisi BB dan HV tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$) dan rata-rata amplitudo R pada sampel BB dan HV juga masih dalam rentang normal. Hasil pengukuran amplitudo R disajikan pada Tabel 1.

Interval QRS

Pengukuran interval QRS dilakukan sejak awal gelombang Q hingga akhir gelombang S (Dharma, 2009). Interval QRS menggambarkan lamanya aktivitas depolarisasi ventrikel melalui berkas His dan anyaman Purkinje

Tabel 1. Rataan durasi P, amplitudo P, interval PR, amplitudo R, interval QRS, interval QT, segmen ST, gelombang T sebelum dan sesudah resusitasi hipervolemik pada hewan coba babi

Waktu pengukuran	Durasi P (detik)	Amplitudo P (mV)	Interval PR (detik)	Amplitudo R (mV)	Interval QRS (detik)	Interval QT (detik)	Segmen ST (mV)	Gelombang T (mV)
Baseline (BB)	0,0644 ± 0,216 ^a	0,266 ± 0,0939 ^a	0,1288 ± 0,0118 ^a	0,472 ± 0,194 ^a	0,0244 ± 0,0043 ^a	0,327 ± 0,0503 ^a	0,114 ± 0,0114 ^a	0,550 ± 0,1658 ^a
Setelah Resusitasi Hipovolemik (HV)	0,0696 ± 0,337 ^a	0,120 ± 0,1872 ^a	0,1344 ± 0,0281 ^a	0,426 ± 0,177 ^a	0,0256 ± 0,0033 ^a	0,343 ± 0,0392 ^a	0,092 ± 0,0217 ^a	0,542 ± 0,0776 ^a

Keterangan: ^{a,b} Huruf *superscript* yang berbeda menyatakan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05)

(Kristiyana, 2009). Pengukuran interval QRS dapat menunjukkan adanya *bundle branch block* karena peristiwa ini dapat melebarkan kompleks QRS. Hasil pengukuran menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata antara kondisi BB dan HV (P>0,05). Interval QRS normal pada babi adalah 0,026-0,046 detik (Eckenfels dan Schuler, 1988). Hasil pengukuran interval QRS disajikan pada Tabel 1.

Interval QT

Interval QT adalah jarak sejak awal gelombang Q hingga akhir gelombang T. Interval ini menggambarkan aktivitas ventrikel sejak depolarisasi hingga repolarisasi (Dharma, 2009). Kelainan yang sering terjadi pada interval QT adalah pemendekan dan pemanjangan. Pemanjangan interval QT sering disebabkan oleh kongenital, induksi quinidin, peningkatan sistem saraf simpatis, dan abnormalitas elektrolit berupa hipokalsemia (Moskovitz *et al.*, 2013), sedangkan pemendekan interval QT dapat disebabkan oleh pengaruh obat digoksin yang dapat memperpendek durasi potensial aksi. Menurut Eckenfels dan Schuler (1988), interval QT normal pada anak babi berkisar 0,183-0,353 detik. Interval QT kondisi BB dan HV masih dalam rentang normal. Hasil pengukuran interval QT menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata antara kondisi BB dan kondisi HV (P>0,05). Hasil pengukuran interval QT disajikan pada Tabel 1.

Segmen ST

Segmen ST menunjukkan selang waktu antara depolarisasi dan repolarisasi ventrikel, diukur dari akhir periode kompleks QRS hingga mulainya gelombang T, secara normal merupakan garis lurus (isoelektris). Segmen ST dikatakan mengalami kelainan apabila terjadi peningkatan (elevasi) atau penurunan (depresi) segmen ST. Elevasi merupakan defleksi positif garis segmen ST dari *baseline* dan depresi merupakan defleksi negatif garis segmen

ST dari *baseline* (O’Keefe *et al.*, 2008). Tidak terjadi elevasi ataupun depresi karena segmen ST yang tercatat masih setara garis *baseline* pengukuran. Hasil pengukuran segmen ST menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata (P>0,05) antara kondisi BB dan kondisi HV. Hasil pengukuran segmen ST disajikan pada Tabel 1.

Gelombang T

Gelombang T pada elektrokardiogram merupakan gelombang repolarisasi otot ventrikel. Keadaan normal gelombang T agak asimetris dan melengkung ke atas. Pembesaran gelombang T menunjukkan terjadinya abnormalitas konduksi intraventrikuler, iskhemik atau *infark* dan kelainan elektrolit berupa hiperkalemia. Gelombang T terjadi sesaat sebelum akhir dari kontraksi ventrikel. Secara normal gelombang T pada anak babi dapat berbentuk positif dan negatif (Richig dan Sleeper, 2014). Hasil pengukuran gelombang T menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara kondisi BB dan HV (P>0,05). Hasil pengukuran gelombang T disajikan pada Tabel 1.

Pembahasan

Seluruh hasil pengukuran pada sampel BB dan HV tidak ditemukan adanya perbedaan yang nyata antara hasil pada sampel BB dan sampel HV. Tanpa adanya perbedaan nyata antara sampel BB dan HV ini menunjukkan bahwa resusitasi hingga kondisi hipervolemik ini tidak memberikan pengaruh yang berarti kepada sistem kelistrikan jantung. Resusitasi hingga kondisi hipervolemik ini tidak berpengaruh nyata diduga karena kondisi renjatan hipovolemik belum tercapai karena volume darah yang keluar belum cukup banyak untuk menimbulkan kondisi renjatan.

Renjatan hipovolemik pada model hemoragik penelitian kali ini dilakukan dengan mengambil darah hingga terjadi penurunan MAP sebesar 20% dari keadaan MAP awal.

Banyak cara dalam menginduksi *shock* pada babi. Salah satu cara membuat babi dalam keadaan renjatan adalah dengan mengambil darah sebanyak 40-60% dari volume total darah dalam 15, 30, 100 dan 120 menit. Sementara itu menurut Hannon (1992), pembuatan kondisi renjatan pada babi dapat dilakukan dengan menarik darah sebanyak 7,5 mL/kg hingga 37,5 mL/kg yang dikeluarkan dalam lima interval waktu dalam 60 menit. Prosedur pembuatan kondisi renjatan pada penelitian berfokus pada penurunan MAP tanpa melihat volume. Keadaan ini memungkinkan sampel tidak mencapai tahap renjatan yang berat atau bahkan tidak mencapai tahap renjatan sehingga saat dilakukan resusitasi cairan hingga kondisi hipervolemik, cairan yang masuk masih bisa diproses secara normal oleh tubuh hewan coba sehingga tidak berdampak terhadap sistem kelistrikan jantung.

SIMPULAN

Tidak adanya perbedaan nyata durasi P, amplitudo P, interval PR, amplitudo R, Interval QRS, interval QT, segmen ST dan gelombang T pada elektrokardiogram antara kondisi *baseline* dan kondisi hipervolemik menunjukkan resusitasi hingga kondisi hipervolemik tidak memengaruhi kondisi kelistrikan jantung anak babi yang mengalami penurunan MAP sebesar 20% dari keadaan MAP awal.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengkondisian renjatan dengan berbasis volume untuk mengetahui pengaruh resusitasi hipervolemik terhadap tubuh yang benar-benar mengalami renjatan dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui batas aman volume dalam resusitasi hipervolemik. Penggunaan cairan kristaloid lain seperti Ringer's lactated sebagai cairan untuk resusitasi cairan juga perlu diteliti untuk mengetahui tingkat keefektifannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Indonesia,

yang telah menyediakan fasilitas untuk melakukan penelitian. Para penulis tidak menerima dana apa pun untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwis D. 2003. Kegawatan Demam Berdarah Dengue pada Anak. *Sari Pediatri* 4(4): 156-162
- Dharma S. 2009. *Pedoman Praktis: Sistematika Interpretasi EKG*. Jakarta (ID): Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Dukes TW, Szabuniewicz M. 1969. The electrocardiogram of conventional and miniature swine (*Sus scrofa*). *Can J Comp Med*. 33: 119-127.
- Eckenfels A, Schuler S. 1988. The normal electrocardiogram of miniature swine. *Arzneimittelforschung* 38(2): 253-259.
- Handy JM, Soni N. 2008. Physiological effects of hyperchloraemia and acidosis. *Br J Anaesth* 101(2): 141-150
- Hannon JP. 1992. Hemorrhage and hemorrhagic renjatan in swine: a review, Dalam Swindle MM: *Swine as Models in Biomedical Research*. Iowa (US): Iowa State University Press. Hlm. 197-245.
- Kristiyana S. 2009. Reduksi Derau dengan Menggunakan Tapis Adatif. *Jurnal Teknologi Technoscintia* 1(2): 230-237
- Madigan MC, Kemp CD, Johnson JC, Cotton BA. 2008. Secondary abdominal compartment syndrome after severe extremity injury: are early, aggressive fluid resuscitation strategies to blame?. *J Trauma* 64(2): 280-285.
- Moskovitz JB, Bryan DH, Joseph PM, Amal M, William JD. 2013. Electrocardiographic implications of the prolonged QT Interval. *Am J Emerg Med* 31: 866-871
- O'Keefe JH, Hammill SC, Freed MS, Pogwizd SM. 2008. *The Complete Guide to ECG's a Comprehensive Study Guide to Improve ECG Interpretation Skills*. Edisi 3. Michigan (US). Physicians Press.
- Richig JW, Sleeper MM. 2014. *Electrocardiography of Laboratory Animals*. San Diego (US): Elsevier.