

**DAMPAK RESUSITASI CAIRAN *RINGER LACTAT*
DAN GELATIN PADA KELINCI (*Oryctolagus
cuniculus*) YANG MENGALAMI SYOK HEMORAGIK
DILIHAT DARI ASPEK ALKALINE PHOSPHATASE,
ALANINE TRANSAMINASE DAN BILIRUBIN**

IMPACT OF RINGER LACTATE AND GELATIN FLUID
RESUSCITATION ON RABBITS (*Oryctolagus
Cuniculus*) EXPERIENCING HEMORRHAGIC SHOCK
SEEN FROM THE ASPECTS OF ALKALINE
PHOSPHATASE, ALANINE TRANSMINASE AND
BILIRUBIN

RISFA ELVIANA HAMRA

C031 20 1050



PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



**DAMPAK RESUSITASI CAIRAN *RINGER LACTAT*
DAN GELATIN PADA KELINCI (*Oryctolagus
cuniculus*) YANG MENGALAMI SYOK HEMORAGIK
DILIHAT DARI ASPEK ALKALINE PHOSPHATASE,
ALANINE TRANSAMINASE DAN BILIRUBIN**

IMPACT OF RINGER LACTATE AND GELATIN FLUID
RESUSCITATION ON RABBITS (*Oryctolagus
Cuniculus*) EXPERIENCING HEMORRHAGIC SHOCK
SEEN FROM THE ASPECTS OF ALKALINE
PHOSPHATASE, ALANINE TRANSMINASE AND
BILIRUBIN

RISFA ELVIANA HAMRA

C031 20 1050



PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



DAMPAK RESUSITASI CAIRAN RINGER LACTAT DAN
GELATIN PADA KELINCI (*Oryctolagus cuniculus*) YANG
MENGALAMI SYOK HEMORAGIK DILIHAT DARI ASPEK
ALKALINE PHOSPHATASE, ALANINE TRANSAMINASE DAN
BILIRUBIN

IMPACT OF RINGER LACTATE AND GELATIN FLUID
RESUSCITATION ON RABBITS (*Oryctolagus Cuniculus*)
EXPERIENCING HEMORRHAGIC SHOCK SEEN FROM THE
ASPECTS OF ALKALINE PHOSPHATASE, ALANINE
TRANSMINASE AND BILIRUBIN

SKRIPSI

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat
untuk mencapai gelar sarjana

RISFA ELVIANA HAMRA

C031 20 1050

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

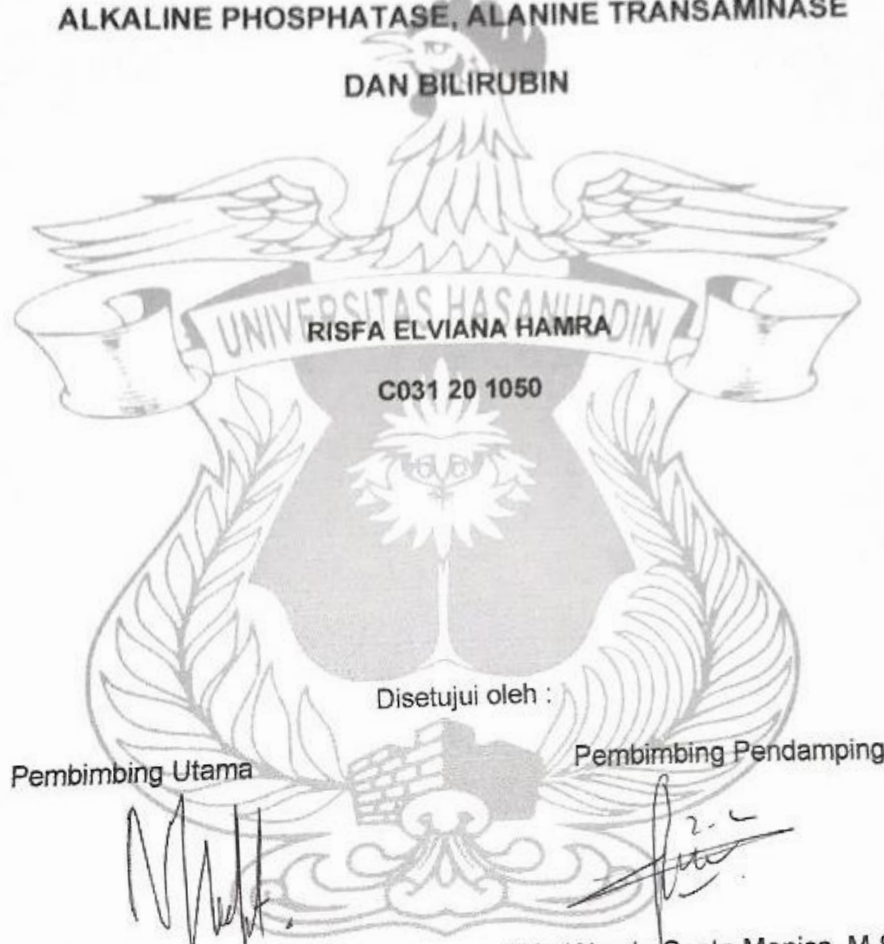
UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



DAMPAK RESUSITASI CAIRAN RINGER LACTAT DAN
GELATIN PADA KELINCI (*Oryctolagus cuniculus*) YANG
MENGALAMI SYOK HEMORAGIK DILIHAT DARI ASPEK
ALKALINE PHOSPHATASE, ALANINE TRANSAMINASE
DAN BILIRUBIN



Drh. Musdalifah, M. Biomed
NIP. 19930819 202309 6 002

Drh. Waode Santa Monica, M.Sc
NIP. 19890625 201903 2 015

Pada tanggal 28 Maret 2024



SKRIPSI

DAMPAK RESUSITASI CAIRAN RINGER LACTAT DAN GELATIN PADA
KELINCI (*Oryctolagus cuniculus*) YANG MENGALAMI SYOK
HEMORAGIK DILIHAT DARI ASPEK ALKALINE PHOSPHATASE,
ALANINE TRANSAMINASE DAN BILIRUBIN

IMPACT OF RINGER LACTATE AND GELATIN FLUID RESUSCITATION
ON RABBITS (*Oryctolagus Cuniculus*) EXPERIENCING HEMORRHAGIC
SHOCK SEEN FROM THE ASPECTS OF ALKALINE PHOSPHATASE,
ALANINE TRANSMINASE AND BILIRUBIN

Disusun dan diajukan oleh :
RISFA ELVIANA HAMRA
C031 20 1050

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi Prodi Kedokteran
Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin
Pada tanggal ...
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Panitia Penguji Skripsi

- | | |
|---------------|--|
| 1. Ketua | : drh. Musdalifah, M. Biomed |
| 2. Sekretaris | : drh. Waode Santa Monica, M.Sc |
| 3. Anggota | : drh. Dian Fatmawati, M.Biomed |
| 4. Anggota | : Dr. drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc |
| 5. Panitia | : Abdul Wahid Jamaluddin, S.Farm, Apt. |

Mengetahui, Ketua Program Studi Kedokteran Hewan
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin



Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet

NIP. 19730216 199903 2 001



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar adalah hasil karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka skripsi dan gelar yang diperoleh batal demi hukum.

Makassar, 28 Maret 2024

Yang menyatakan



Risfa Elviana Hamra

C031 20 10 50



Optimized using
trial version
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur diucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Dampak Resusitasi Cairan Ringer Lactat dan Gelatin Pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang Mengalami Syok Hemoragik Dilihat dari Aspek Alkaline Phosphatase, Alanine Transaminase dan Bilirubin”** ini. Banyak terimakasih saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian dan memperoleh gelar sarjana kedokteran hewan dalam program pendidikan strata satu Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi dan penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya doa, bantuan, bimbingan, motivasi dan dorongan dari berbagai pihak.

Skripsi ini saya persembahkan untuk Ayah dan ibu yang telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan atas semua cinta yang telah ayah dan ibu berikan kepada saya. Segala perjuangan saya hingga titik ini saya persembahkan pada dua orang paling berharga dalam hidup saya. Hidup menjadi begitu mudah dan lancar ketika kita memiliki orang-orang yang lebih memahami kita dari pada diri kita sendiri. Terima kasih kepada orang tua yang telah menjadi orang tua yang sempurna.



Untuk itu dengan segala rasa syukur penulis memberikan penghargaan setinggi-setingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya Ayahanda **Hamsa** dan Ibunda **Rajawati S.Pd**, yang menjadi alasan penulis untuk selalu kuat, yang selama ini selalu ada disetiap langkah-langkah penulis serta memberikan segala yang dimiliki guna mendukung kelancaran pendidikan penulis hingga hari tiba dimana penulis bisa mempersembahkan gelar tersebut di hadapan kedua orang tua, yang pastinya tidak bisa penulis balas dengan apapun. Teruntuk kakak saya **Rifal Elvin Hamra, S.Pd** terima kasih selalu ada untuk penulis serta kakak ipar saya **Ayu Amaliah, S.S.,S.Pd** dan adik saya **Riswar Edwin Hamra** serta seluruh keluarga besar yang secara luar biasa dan tak henti-hentinya memberikan dukungan kepada penulis baik dukungan moral maupun finansial, serta ucapan terima kasih kepada diri sendiri yang sudah berjuang keras dan bertahan hingga di titik ini, dan tak lupa juga berbagai pihak yang telah membantu selama proses penulisan dan penelitian. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. **Prof. DR. dr. Haerani Rasyid, Sp.PD, KGH, Sp.GK, M.Kes** selaku dekan fakultas kedokteran.



Drh. Dwi Kesuma sari, APVet sebagai Ketua Program Studi kedokteran hewan serta dosen pengajar yang telah banyak

memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama mengikuti pendidikan di PSKH UH.

4. **Drh. Musdalifah, M. Biomed** sebagai pembimbing skripsi utama serta **Drh. Waode Santa Monica, M.Sc** sebagai dosen pembimbing skripsi anggota yang telah memberikan bimbingan selama masa penulisan skripsi ini.
5. **Drh. Dian Fatmawati, M.Biomed** dan **Dr. drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc** sebagai dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan masukan-masukan dan penjelasan untuk perbaikan penulisan ini.
6. **Segenap panitia** seminar proposal, seminar hasil dan seminar tutup atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
7. **Dosen pengajar** yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama mengikuti pendidikan di Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin. Serta staf tata usaha PSKH-FK-UNHAS khususnya Ibu Ida, Kak Ayu dan Pak Hery yang membantu mengurus kelengkapan berkas.
8. Teruntuk seluruh **“Keluarga Besar Baco Maipa”** terlebih sepupu sepupu saya yang selalu mendukung selama saya menjalani pendidikan S1 ini, Kak Mira yang telah menemani di bumi antang dan Kak Azman yang selalu menjaga saya kalau masuk RS, juga Kak Indah yang selalu menyemangati dalam pengerjaan skripsi saya, Kak Milda, Kak Azlan,



Itha, Kak Narti, Kak Rasmi, Kak Nanna, Kak Romi dan semua pu saya yang saya Cintai saya ucapkan terima kasih.

9. Rasa Syukur yang tak terhingga karena telah memiliki teman seperjuangan dari maba dan bertahan sampai sekarang terima kasih **“Soon to Be drh”** buat Sipa, Nisa, Mamak Ayu, Aenum, Nandet, Adis, Oma yayas dan Frisca terima kasih sudah mau menjadi teman serta saudara saya yang sudah seperti keluarga dan menerima segala kekurangan saya, terima kasih sudah mewarnai 8 semester ini semoga kita masih bisa membuat warna-warna baru di koas.
10. Terima kasih kepada **“Bocil Sudu”** kepada sipa yang selalu ada dan sabar hadapi keluh kesah ku, selalu tampung segala masalahku dan tidak pernah bilang tidak jika saya minta tolong dan kepada diba terima kasih juga buat selalu ajak saya jalan-jalan dan tidak berhenti perhatiannya serta kepada caca terima kasih selalu buat suasana hidup menjadi ceria dan jadi ojekku walaupun suka balap.
11. Untuk **“Jokka Skuad”** terima kasih sudah mengisi cerita-cerita mulai dari maba memperkenalkan kehidupan makassar dan tempat-tempat indah serta banyak pelajaran hidup.
12. **“Exotic Sektor Unhas”** sudah kurang lebih 7 tahun kebersamaan dibentuk rasanya walaupun kami semua berbeda jurusan namun mereka selalu ada untuk saya, terima kasih telah menjadi sahabat sekaligus keluarga yang selalu ada untuk saya.

13. Juga untuk **“Bukan teman”** yah mungkin kita susah untuk ketemu dan dukungan mereka selalu ada untuk saya, dulu kita selalu



bersama di OSIS namun sekarang hanya bisa saling mendukung dari kejauhan. Terima kasih karena sudah mengisi lembaran di jenjang S1.

14. Terima kasih juga kepada member **“Barudak Well”** atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan kepada saya dan liburan selanjutnya bisa direncanakan.

15. Untuk teman seperjuangan selama 3 semester **“Kelompok 2 Bedah”** terima kasih selalu sabar dan solid selama 3 semester bersama, selalu memahami dan menerima segala kekurangan saya.

16. Untuk teman-teman **“Asisten Fisiologi”** terima kasih atas segala doa dan dukungan selama ini, semoga kedepannya kita tetap menjadi keluarga dan bisa liburan bersama.

17. **“Tims otw skh”** sebagai teman penelitian saya ucapkan banyak terima kasih hampir 1 tahun telah kita lalui bersama sejak penelitian kita dimulai terima kasih tims dan energi kuatnya selama ini. Serta kepada kak titin, kak fadhil serta kak nitti yang banyak mengajari saya selama masa penelitian dan penyusunan skripsi ini.

18. Untuk teman-teman KKN saya **“Kadatong Stabil”** terima kasih karena selalu membuat saya tertawa dan mendukung selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga untuk segala wacana-wacana yang selalu tidak terealisasi itu.

19. Kepada staf **“Depkes GenBI”** terima kasih sudah hadir dalam lembaran saya selama menempuh pendidikan ini, atas doa dan



dukungannya saya ucapkan terima kasih terkhusus kepada partner GenBI saya April, Wahyu, Farid, dan yang lainnya.

20. Teman-teman “**Exotic**” terima kasih sudah selalu ada selama 7 tahun hingga saat ini, segala doa dan semangat saya ucapkan terima kasih.

21. Teman-teman angkatan 2020 “**CIONE**”, yang telah menjadi saudara seperjuangan selama menempuh jenjang pendidikan strata satu.

22. Organisasi sekaligus keluarga besar “**HIMAKAHA FK-UNHAS**” yang selama ini menjadi wadah pengembangan *skill* dan keterampilan saya serta teman-teman himpunan yang ikut mendukung selama ini.

23. Kepada kakak-kakak 2019 yang sedang koas terima kasih karena memberikan info kepada saya jika menanyakan perihal jadwal dosen.

24. Diri saya sendiri, yang telah mampu kooperatif dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terima kasih karena selalu berpikir positif ketika keadaan sempat tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya diri saya mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri. Selalu kuat walau kadang lupa kalau kuat juga ada batasnya, maaf kadang diri ini saya paksa untuk terus bekerja dan mengejar segala deadline namun terlepas dari saya bangga atas segala yang telah diri ini lewati.

25. Terkhusus kepada NIM R011201010 seseorang yang telah hadir dalam hidup saya menjadi penjaga saya, yang membuat saya aman dari

dihan dan kegagalan. Selalu menunjukkan kepada saya cara yang r dan menghibur saya pada saat yang sulit. Selalu memberikan



energi positif dan sabar menghadapi segala dan mendengar keluhan kesah saya. *I am so grateful that I can't say anymore because I have you who are always there for me whenever and wherever.*

Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu semoga Allah Subhana wa Ta'ala membalas semua amal kebaikan kalian dengan balasan yang lebih dari semua yang telah kalian berikan. Penulis telah berusaha untuk menyelesaikan tulisan ini sepenuhnya dapat dipertanggungjawabkan. Namun, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dalam penyusunan karya berikutnya dapat lebih baik. Akhir kata, semoga karya ini dapat bermanfaat bagi setiap jiwa yang bersedia menerimanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 28 Maret 2024



Risfa Elviana Hamra



ABSTRAK

RISFA ELVIANA HAMRA. *Dampak Resusitasi Cairan Ringer Laktat dan Gelatin Pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang Mengalami Syok Hemoragik Dilihat dari Aspek Alkaline Phosphatase, Alanine Transaminase dan Bilirubin* (dibimbing oleh Musdalifah dan Waode Santa Monica).

Syok hemoragik merupakan kondisi medis yang ditandai dengan penurunan tekanan darah sistemik secara signifikan akibat kehilangan darah yang berlebihan. Syok hemoragik dapat menyebabkan kematian dan berbagai kerusakan organ, termasuk hati. Hati adalah organ kelenjar terbesar dalam tubuh yang bertanggung jawab untuk memproduksi berbagai enzim, termasuk alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), dan bilirubin. Sehingga kerusakan hati dapat menyebabkan peningkatan kadar ALT, ALP, dan TB dalam darah. Berdasarkan hal tersebut, salah satu penanganan yang dapat diberikan yaitu dengan resusitasi cairan. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental pada 12 kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang mengalami syok hemoragik yang diberikan resusitasi cairan. Kelinci dibagi secara acak menjadi empat kelompok: kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif, kelompok ringer laktat dan kelompok kombinasi ringer laktat dan gelatin. Kelompok kontrol negatif tidak diberi perlakuan, kelompok kontrol positif mengalami syok hemoragik namun tidak diberi resusitasi cairan, kelompok ringer laktat mengalami syok hemoragik dan diberi menerima resusitasi cairan ringer laktat, sementara kelompok kombinasi ringer laktat dan gelatin mengalami syok hemoragik dan diberi resusitasi cairan menggunakan gelatin. Kimia darah seperti alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), dan bilirubin diukur sebelum perlakuan, setelah pendarahan dan setelah pemberian resusitasi cairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelinci yang mengalami syok hemoragik menunjukkan penurunan nilai ALP, ALT dan TB yang signifikan. Namun setelah pemberian resusitasi cairan ringer laktat, terjadi perbaikan pada ALT dan TB, serta pemberian kombinasi ringer laktat dan gelatin terjadi perbaikan pada ALP. Hal ini menunjukkan bahwa resusitasi cairan berhasil dalam menggantikan volume darah yang hilang dan memperbaiki kondisi fisiologis dari pasien akibat syok hemoragik. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu resusitasi yang dilakukan dalam penelitian ini, tindakan resusitasi menggunakan kombinasi RL dan gelatin lebih efektif jika dibandingkan dengan hanya menggunakan RL terhadap nilai ALP. Sedangkan resusitasi dengan RL lebih efektif dibandingkan menggunakan kombinasi RL dan gelatin terhadap nilai ALT dan TB.



inci: Kelinci, gelatin, resusitasi cairan, ringer laktat, dan syok hemoragik.

ABSTRACT

RISFA ELVIANA HAMRA. *Impact of Ringer Lactate and Gelatin Fluid Resuscitation on Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) Experiencing Hemorrhagic Shock Seen from the Aspects of Alkaline Phosphatase, Alanine Transaminase and Bilirubin.* (Supervised by Musdalifah and Waode Santa Monica).

Hemorrhagic shock is a medical condition characterized by a significant decrease in systemic blood pressure due to excessive blood loss. Hemorrhagic shock can cause death and various organ damage, including the liver. The liver is the largest glandular organ in the body that is responsible for producing various enzymes, including alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), and bilirubin. So liver damage can cause increased levels of ALT, ALP, and TB in the blood. Based on this, one treatment that can be given is fluid resuscitation. This study used an experimental design on 12 rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) who experienced hemorrhagic shock and were given fluid resuscitation. Rabbits were divided randomly into four groups: negative control group, positive control group, Ringer's lactate group and combination of Ringer's lactate and gelatin group. The negative control group received no treatment, the positive control group experienced hemorrhagic shock but was not given fluid resuscitation, the Ringer lactate group experienced hemorrhagic shock and received Ringer lactate fluid resuscitation, while the combination group of Ringer lactate and gelatin experienced hemorrhagic shock and received fluid resuscitation using gelatin. Blood chemistry such as alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), and bilirubin are measured before treatment, after bleeding and after administering fluid resuscitation. The results showed that rabbits experiencing hemorrhagic shock showed a significant decrease in ALP, ALT and TB values. However, after administering Ringer's lactate fluid resuscitation, there was an improvement in ALT and TB, and administration of a combination of Ringer's lactate and gelatin resulted in an improvement in ALP. This shows that fluid resuscitation was successful in replacing lost blood volume and improving the physiological condition of the patient due to hemorrhagic shock. The conclusion of this research is that the resuscitation carried out in this study, resuscitation using a combination of RL and gelatin is more effective when compared to using only RL on the ALP value. Meanwhile, resuscitation with RL was more effective than using a combination of RL and gelatin on ALT and TB values.

Keywords: Fluid resuscitation, gelatin, hemorrhagic shock, rabbit, and lactate.



DAFTAR ISI

	halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	xi
ABSTRAC	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
I.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Kelinci	5
II.2 Syok Hemoragik.....	6
II.3 Cairan Tubuh.....	9
II.4 Dehidrasi.....	11
Regulasi Cairan.....	13
S Cairan.....	13



II.7 Alkaline Phosphatase, Alanine Transferase dan Bilirubin	16
--	----

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN 21

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
---	----

III.2 Jenis Penelitian	21
------------------------------	----

III.3 Materi Penelitian	21
-------------------------------	----

III.3.1 Populasi Penelitian	21
-----------------------------------	----

III.3.2 Teknik Sampel	21
-----------------------------	----

III.3.3 Alat	24
--------------------	----

III.3.4 Bahan	24
---------------------	----

III.4 Prosedur Penelitian	25
---------------------------------	----

III.4.1 Alur Penelitian	25
-------------------------------	----

III.4.2 Waktu Pelaksanaan	25
---------------------------------	----

III.4.3 Pemeliharaan Kelinci	26
------------------------------------	----

III.4.4 Persiapan Alat dan Bahan	26
--	----

III.4.5 Perhitungan Kebutuhan Resusitasi Cairan	27
---	----

III.4.6 Perlakuan pada Kelinci	28
--------------------------------------	----

III.4.7 Pengambilan Sampel Darah	29
--	----

III.4.8 Eutanasia	29
-------------------------	----

III.4.9 Pemeriksaan Kimia Darah	29
---------------------------------------	----

III.5 Analisis Data	30
---------------------------	----

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 31



sil	31
-----------	----

nbahasan	35
----------------	----

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
V.1 Kesimpulan	45
V.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	52
RIWAYAT HIDUP	72



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian	3
Tabel 2. Presentase Dehidrasi	12
Tabel 3. Nilai Normal Kimia Darah	16
Tabel 4. Nilai Rata-rata Hasil Pemeriksaan	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Patofisiologi Syok Hemoragik	7
Gambar 2. Total Cairan Tubuh dan Distribusi Kompartemen Cairan	10
Gambar 3. Alur Penelitian	25
Gambar 4. Waktu Pelaksanaan.....	25
Gambar 5. Grafik rata-rata ALP	32
Gambar 6. Grafik rata-rata ALT	32
Gambar 7. Grafik rata-rata TB	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian dan Hasil Penelitian	52
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	63



BAB I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kelinci adalah salah satu hewan yang memiliki banyak kegunaan. Kelinci mempunyai spesies yang beragam namun berdasarkan tujuan pemeliharaannya, maka kelinci dapat digolongkan untuk menghasilkan daging, kulit, bulu hias, hewan laboratorium dan tujuan ganda (Yanis dkk. 2016). Sebagai hewan laboratorium perkembangbiakan kelinci terbilang sangat cepat, struktur dan susunan DNA serta sel dari kelinci memiliki kemiripan yang sangat identik dengan manusia. Hewan uji yang berukuran kecil, sehingga untuk dipelihara dalam laboratorium tidak terlalu memakan banyak tempat. Mudah beradaptasi dengan lingkungan sehingga sering digunakan untuk berbagai penelitian. Namun kondisi fisik pada hewan yang sakit maupun stres akan menjadi pengaruh besar dan mengganggu validitas hasil uji coba. Selain itu, kelinci merupakan hewan yang aktif sehingga kelinci cukup mudah mengalami trauma yang akan berakhir pada pendarahan (Meredith dan Lord, 2016).

Perdarahan merupakan penyebab kematian akibat dari trauma maupun non trauma. Trauma yang hebat dapat menyebabkan pendarahan terus-menerus yang berakhir pada syok hemoragik (Cannon, 2018). Syok hemoragik merupakan kondisi medis yang ditandai dengan penurunan darah sistemik secara signifikan akibat kehilangan darah yang an (Xu dkk. 2019). Syok hemoragik dapat menyebabkan kematian



dan berbagai kerusakan organ, termasuk hati. Hati adalah organ kelenjar terbesar dalam tubuh yang bertanggung jawab untuk memproduksi berbagai enzim, termasuk alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALP), dan bilirubin. Enzim ini memainkan peran penting dalam berbagai proses metabolisme di hati (Kumaret dkk. 2020). Sehingga kerusakan hati dapat menyebabkan peningkatan kadar ALT, ALP, dan TB dalam darah. Berdasarkan hal tersebut, salah satu penanganan yang dapat diberikan yaitu dengan terapi cairan (Hermawan dan Restijono, 2021).

Salah satu terapi cairan yang diberikan untuk membantu tubuh dalam mengatasi gangguan keseimbangan cairan pada kasus syok hemoragik adalah resusitasi cairan (Suwarsa, 2018). Resusitasi cairan merupakan langkah penanganan yang bertujuan untuk mengembalikan mikrosirkulasi dan oksigenasi jaringan. Pemberian cairan secara cepat dan tepat sangat penting untuk memulihkan volume darah intravaskular, meningkatkan aliran darah ke hati, mengurangi hipoperfusi jaringan dan mengoptimalkan pengiriman oksigen ke organ vital (Komori dkk. 2019). Hal ini menjadi dasar untuk meneliti pengaruh resusitasi cairan *ringer Lactat* dan gelatin pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang mengalami syok hemoragik dilihat dari aspek alkaline phosphatase, alanine transaminase dan bilirubin.



I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh resusitasi cairan *ringer lactat* dan gelatin pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang mengalami syok hemoragik dilihat dari aspek alkaline phosphatase, alanine transaminase dan bilirubin.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui pengaruh resusitasi cairan *ringer lactat* dan gelatin pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang mengalami syok hemoragik dilihat dari aspek alkaline phosphatase, alanine transaminase dan bilirubin.

I.4 Manfaat Penelitian

I.4.1 Untuk mengetahui pengaruh resusitasi cairan *ringer lactat* dan gelatin pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang mengalami syok hemoragik dilihat dari aspek alkaline phosphatase, alanine transaminase dan bilirubin.

I.4.2 Agar dapat melatih kemampuan peneliti dan menjadi acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Penelitian ini juga menjadi salah satu alternatif pada penanganan syok hemoragik dengan menggunakan resusitasi cairan *ringer lactat* dan gelatin.

I.5 Keaslian penelitian

Tabel 1. Penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya

No.	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Motor dkk. (2021), The evolution of some blood	Percobaan ini dilakukan menggunakan kelinci <i>New Zealand White</i> dan	Percobaan dilakukan dengan mengambil volume darah kelinci sebanyak



-
- parameters in bertujuan untuk 12% dan dilihat perubahan hypovolemia mengetahui pengaruh beberapa parameter hematologi conditions in syok hipovolemia dan kimia darah menggunakan rabbits terhadap kadar kimia IDEXX VetTest Chemistry Analyzer sedangkan penelitian ini khusus untuk melihat perubahan ALT, ALP da TB dengan menggunakan alat SMT-120V dengan pendarahan 32%.
2. Wang dkk. (2021), Pada penelitian ini Cairan yang digunakan pada Bicarbonate menunjukkan penelitian sebelumnya yaitu Ringer's Solution pemberian resusitasi cairan saline, ringer bikarbonat, for Early cairan pada kelinci yang dan ringer asetat dengan Resuscitation in mengalami syok pendarahan 20%. Sedangkan Hemorrhagic hemoragik. pada penelitian ini Shock Rabbits menggunakan cairan *ringer lactat* dan gelatin dengan pendarahan 32%.
 3. Suosa dkk. (2022), Penelitian ini juga Tetapi penelitian ini Impact of Acute membahas terkait menggunakan hewan domba Blood Loss on perubahan kimia darah sebagai sampel, serta Clinical, akibat syok hemoragik. menggunakan beberapa variabel Hematological, seperti biokimia dan gas darah Biochemical, and untuk menilai stres oksidatif Oxidative Stress dengan mengambil 40% volume 'ariables in Sheep darah.
-



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kelinci

Kelinci adalah salah satu model hewan yang paling umum dalam biomedis. Kelinci digunakan di semua area penelitian, mulai dari penelitian dasar hingga disiplin ilmu klinis. Ukurannya dan pembuatan anatomi dan biologinya yang lebih baik menjadikan kelinci model yang lebih cocok daripada hewan pengerat lainnya di beberapa bidang (Harahap dkk. 2019). Kelinci telah digunakan sebagai hewan model dalam eksperimen untuk menjelaskan mekanisme fisiologis dan patologis. Hal ini dikarenakan karakteristik metabolisme lipid pada kelinci lebih mirip dengan manusia dibandingkan dengan hewan model lain seperti mencit dan tikus. Kelinci juga telah digunakan dalam eksperimen yang melibatkan operasi bedah di bidang kardiologi, ortopedi, dan sebagainya karena ukuran tubuhnya yang lebih besar dari hewan pengerat laboratorium (Matsuda dkk. 2019)

Kelinci yang biasa digunakan adalah kelinci *New Zealand White* (*Oryctolagus cuniculus*). *Oryctolagus cuniculus* merupakan kelinci yang paling sedikit digunakan untuk kegiatan penelitian agresif dan memiliki masalah kesehatan yang lebih sedikit dibandingkan dengan ras kelinci lainnya dengan siklus hidup pendek dan biaya pemeliharaan yang rendah.

Rata-rata kelinci dapat melahirkan anak hingga jumlah 50 ekor dalam satu tahun. Bobot anak umur 58 hari sekitar 1,8 kg, bobot umur 4 bulan sekitar rata-rata bobot dewasa mencapai 3,6 kg dan umur yang lebih tua mencapai maksimal sekitar 4,5–5 kg (Prianto dkk. 2017).



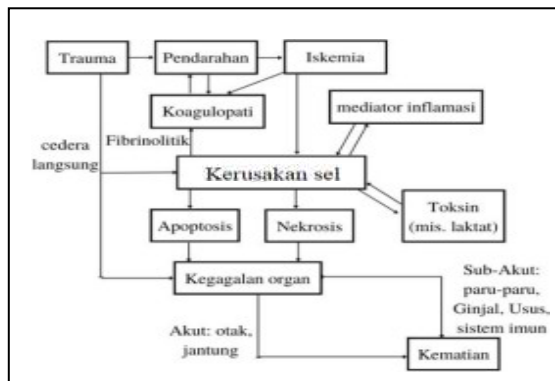
Dalam klasifikasi biologi, kelinci termasuk dalam ordo *Lagomorpha* yang tergolong hewan purba. Ordo ini dibedakan dalam dua *family*, yaitu *Ochotonidae* dan *Leporidae*. Family *Leporidae* termasuk hewan setengah besar dengan kuping panjang dan memiliki ekor berjambul pendek. Family *Leporidae* memiliki delapan pasang gigi (enam belas buah) di rahang atas, tujuh pasang gigi (empat belas buah) di rahang bawah (Sarwono, 2017). Secara umum, kelinci memiliki 3 fase dalam pertumbuhannya. Umur 0-40 hari dalam periode lahir sampai dengan sapih adalah fase pertama, periode sapih pada umur 40-100 hari merupakan fase kedua, periode remaja saat umur 100-140 hari adalah fase ketiga (Murti dkk. 2020).

II.2 Syok Hemoragik

II.2.1 Patofisiologi Syok Hemoragik

Syok hemoragik adalah bentuk dari syok hipovolemik yang terjadi akibat adanya pendarahan yang dapat disebabkan oleh trauma, pendarahan gastrointestinal, pendarahan perioperative, dan pecahnya pembuluh darah (Cannon, 2019). Penurunan hebat volume intravaskuler mengakibatkan darah yang balik ke jantung (*venous return*) juga berkurang, sehingga curah jantungpun menurun. Pada akhirnya pengambilan oksigen di paru juga menurun dan asupan oksigen ke jaringan atau sel (perfusi) juga tidak dapat dipenuhi (Hardisman, 2013).





Gambar 1. Bagan Patofisiologi Syok Hemoragik (Karcioglu dan Arslan, 2018).

Syok hemoragik biasanya terjadi ketika kehilangan darah mencapai sekitar 20% dari total volume darah tubuh (Dewi dan Rahayu, 2010). Jika perdarahan terus berlanjut, tubuh tidak dapat lagi melakukan kompensasi, sehingga terjadi syok hemoragik dan gejala-gejala klinis mulai muncul (Hardisman, 2013). Gejala umum pada kasus syok hemoragik meliputi hipotensi, takikardi, kulit yang dingin, pucat, *sianosis*, *oliguria*, *takipnea*, dan penurunan kesadaran (Fachrurrazi dkk. 2022).

II.2.2 Stadium Syok Hemoragik

Syok hemoragik dapat dikelompokkan menjadi lima stadium berdasarkan persentase kehilangan darah. Stadium I (*mild*) terjadi ketika kehilangan darah mencapai hingga 15% dari total volume darah, dengan peningkatan detak jantung tetapi tidak ada perubahan tekanan darah, tekanan nadi, dan laju pernapasan (Faria dkk. 2022). Stadium II (*moderate*) terjadi pada kehilangan darah antara 15-30%, dengan gejala tambahan seperti kulit yang terasa dingin saat disentuh, takikardi, penurunan tekanan *refilling* kapiler yang melambat, dan peningkatan frekuensi nafas (Hardisman, 2013). Stadium III terjadi ketika kehilangan darah mencapai



30-40%, dengan gejala yang semakin parah seperti penurunan tekanan darah sistolik, gangguan pernafasan, gangguan perfusi jaringan, dan penurunan fungsi ginjal. Stadium IV terjadi pada kehilangan darah lebih dari 40%, dengan gejala yang lebih parah termasuk hipotensi berat, penurunan kesadaran, iskemia jantung dan otak, dan kegagalan organ. Stadium V adalah stadium terakhir, di mana jantung berhenti karena kehabisan darah (Spaniol dkk. 2017).

II.2.3 Dampak Syok Hemoragik

Pada saat syok hemoragik, suasana cairan dalam tubuh cenderung menjadi hipertonik. Penurunan volume cairan tubuh dapat menyebabkan dehidrasi, yang dapat memperburuk kerusakan hati. Selain itu, syok hemoragik juga dapat menyebabkan hipoksia, yaitu kondisi di mana sel-sel tidak mendapatkan cukup oksigen (Juffrie, 2014). Kurangnya oksigen yang tersedia untuk sel-sel tubuh mengakibatkan sel-sel tubuh mulai menggunakan metabolisme anaerobik, yang menghasilkan asam laktat sebagai produk sampingan yang dikenal sebagai asidosis laktat (Wang dkk., 2021).

Untuk mempertahankan tekanan darah dan fungsi vital, tubuh merespon dengan cara meningkatkan konsentrasi zat-zat cairan dalam tubuh, seperti elektrolit, enzim dan protein (Bonanno dan Fabrizio, 2023).

Kerusakan organ akibat syok hemoragik dapat disebabkan oleh berbagai



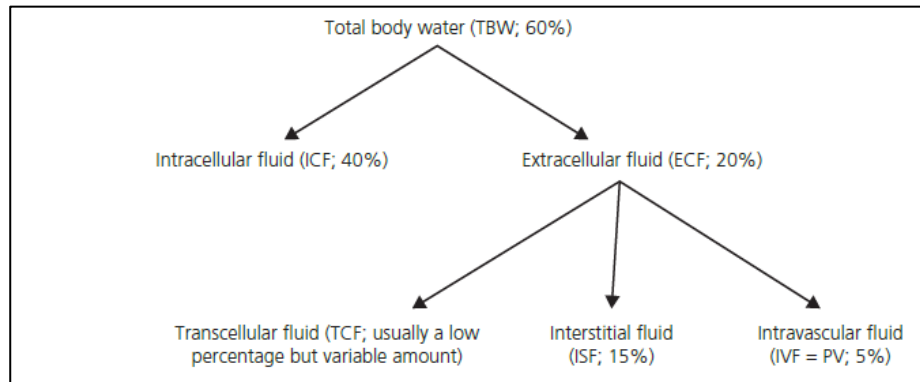
termasuk hipoperfusi jaringan, hipoksia, dan aktivasi sistem inflamasi (k. 2022). Kerusakan organ ini dapat menyebabkan peningkatan

kadar enzim hati, termasuk ALT, ALP dan TB. Dalam hal ini ALT, ALP, dan TB merupakan enzim yang berperan dalam berbagai proses metabolisme, termasuk metabolisme protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral, dan detoksifikasi. Peningkatan kadar ALT, ALP, dan TB dalam darah merupakan tanda adanya kerusakan pada hati (Gallert dkk. 2020).

II.3 Cairan Tubuh

Kebutuhan cairan tubuh secara normal pada hewan untuk menggantikan cairan yang hilang melalui sistem urinasi, respirasi, kulit, dan feses sebanyak 40 – 60 ml/kg BB/hari. Pergantian seluruh cairan tubuh yang hilang minimal sebanyak 70-80% dalam 24 jam atau mengganti secara cepat setengah dari cairan yang hilang selama 4-8 jam pertama. Berdasarkan lokasi dalam tubuh, cairan terbagi menjadi cairan intraselular yang terdapat di dalam sel dengan volume $\frac{2}{3}$ dari volume total air tubuh dan cairan ekstraselular yang terdapat diluar sel dengan volume $\frac{1}{3}$ dari volume total air tubuh. Fraksi ekstraselular terdiri atas cairan intravaskular (plasma) yang jumlahnya $\frac{1}{4}$ dari volume total ekstraseluler dan cairan interstitial dengan jumlah $\frac{3}{4}$ dari volume total cairan ekstraselular. Cairan intraseluler terpisah dari cairan ekstraseluler oleh membran plasma sel, sedangkan cairan interstitial dipisahkan dari cairan intravaskular oleh dinding pembuluh darah (Willyanto, 2010).





Gambar 2. Total Cairan Tubuh dan Distribusi Kompartemen Cairan (Reece & Rowe, 2017).

Cairan dan elektrolit merupakan komponen penting dari tubuh untuk menjamin kehidupan normal dari semua proses yang berlangsung di dalam tubuh. Keseimbangan cairan dan elektrolit diatur oleh suatu mekanisme kompleks yang melibatkan berbagai enzim, hormon, dan sistem saraf. Agar keseimbangan cairan dan elektrolit dapat dipertahankan secara optimal dan terus menerus, diperlukan proses pengaturan keseimbangan dengan pertukaran cairan (Leksana, 2015).

Konsep pertukaran cairan merujuk pada prinsip dasar tentang bagaimana cairan, elektrolit, dan zat-zat terlarut berpindah melalui membran sel dalam tubuh. Di dalam tubuh terdiri dari berbagai kompartemen cairan, termasuk cairan dalam sel (intraseluler) dan cairan di luar sel (ekstraseluler), yang mencakup cairan interstisial dan cairan dalam pembuluh darah. Membran sel adalah penghalang fisik yang memisahkan kompartemen cairan di dalam dan di luar sel. Membran sel memiliki protein

tasi khusus yang memungkinkan perpindahan selektif molekul-
dan ion-ion melintasinya. Transport pasif adalah perpindahan zat-
alui membran sel yang tidak memerlukan energi tambahan dan



terjadi berdasarkan perbedaan konsentrasi atau gradien elektrokimia. Ini termasuk difusi sederhana, difusi terfasilitasi, dan osmosis. Transport aktif adalah perpindahan zat-zat melalui membran sel yang memerlukan energi tambahan dalam bentuk ATP (Woodcock, 2012).

Keseimbangan air dan elektrolit diatur oleh protein transportasi membran sel yang aktif menjaga gradien elektrokimia dan tekanan osmotik. Proses difusi dan transport aktif yang dikendalikan oleh protein membran sel memungkinkan air dan elektrolit untuk bergerak ke dalam dan keluar sel sesuai dengan kebutuhan. Ketika cairan ekstraseluler tercukupi, ini memengaruhi tekanan osmotik dan tekanan hidrostatik dalam pembuluh darah dan jaringan, yang pada gilirannya dapat memengaruhi arus masuk dan keluar cairan dari sel-sel (Roussel dkk. 2019).

II.4 Dehidrasi

Dehidrasi didefinisikan sebagai kekurangan cairan tubuh yang diikuti oleh kehilangan elektrolit, dan perubahan keseimbangan asam-basa. Kejadian dehidrasi dapat disebabkan oleh penurunan asupan air, peningkatan, pengeluaran atau perpindahan cairan tubuh. Oleh karena itu, jumlah asupan air harus sama dengan jumlah yang keluar agar cairan tubuh tetap seimbang. Peran cairan yang penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh menjadikan ketidakseimbangan cairan dapat berdampak buruk pada kinerja fisiologis tubuh (Atata dkk. 2018)



Menurut Suartha (2010), cairan yang hilang akibat dehidrasi harus dalam jangka waktu 24 jam. Jumlah yang dibutuhkan tergantung

atas persentase (%) tingkat dehidrasi, proses penyakit dan pertimbangan dokter hewan. Kebutuhan untuk mengatasi dehidrasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Jumlah cairan yang diperlukan = % Dehidrasi × Berat badan (Kg) × 1000 ml. Pada waktu memberikan cairan pengganti, hewan harus diamati terhadap kemungkinan terjadinya *overhidrasi* dengan memeriksa turgor kulit, suhu tubuh, kecepatan pulsus dan respirasi, warna dan kelembaban selaput mukosa, produksi urin, dan auskultasi jantung dan paru-paru secara rutin.

Tabel 2. Persentase dehidrasi berdasarkan pemeriksaan fisik (Wingfield, 2009)

Persentase Dehidrasi	Tanda Klinis
<5	Kehilangan cairan tetapi tidak ditemukan adanya perubahan pada pengamatan fisik
5	Membran mukosa mulut kering, tetapi tidak terengah-engah atau takikardia yang patologik
7	Turgor kulit menurun ringan sampai sedang; membran mukosa kering; takikardia ringan, tekanan pulsus tidak teraba
10	Turgor kulit sedang sampai berat, membran mukosa mulut kering, takikardia, dan tekanan pulsus turun
12	Turgor kulit berat, mukosa mulut kering, gejala jelas, dan shock



II.5 Resusitasi Cairan

Tujuan dari terapi cairan dapat dibagi menjadi tujuan resusitasi, dehidrasi, dan pemeliharaan. Resusitasi merupakan bentuk terapi cairan untuk mengoreksi defisit perfusi, sedangkan rehidrasi merupakan bentuk terapi cairan untuk defisit intersisial (Quesenberry dkk. 2021). Resusitasi cairan merupakan bentuk tindakan yang dilakukan dalam kondisi mendesak. Tindakan tersebut digunakan sebagai bentuk penggantian cairan yang hilang dengan tujuan untuk mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit yang ada pada intraseluler dan ekstraseluler agar relatif konstan. Pemberian resusitasi cairan dengan jenis dan jumlah yang tepat dan cepat diharapkan dapat meningkatkan status sirkulasi. Hal tersebut dikarenakan terapi cairan dapat meningkatkan aliran pembuluh darah dan meningkatkan curah jantung (Rakhiah dkk. 2022).

II.6 Jenis Cairan

II.6.1 Kristaloid

Larutan kristaloid adalah larutan yang dapat menembus membran sel dengan mudah karena memiliki ion dan zat terlarut yang bermolekul kecil. Mereka tidak tinggal di dalam kompartemen cairan ekstraseluler tetapi seimbang dengan kompartemen cairan intraseluler. Apabila dimasukkan ke dalam tubuh, lebih dari 75% larutan kristaloid akan meninggalkan ruang intravaskular dalam waktu 30 menit setelah pemberian (Thomas dan

2017). Larutan kristaloid dapat diklasifikasikan menjadi larutan k, isotonik, dan hipertonik berdasarkan tonisitasnya terhadap



plasma. Larutan isotonik adalah larutan yang memiliki osmotik sama dengan tekanan osmotik sel. Larutan hipertonik adalah larutan yang memiliki tekanan osmotik lebih tinggi dari pada tekanan osmotik sel. Sedangkan larutan hipotonik adalah larutan yang memiliki tekanan osmotik lebih rendah dari pada tekanan osmotik sel (Beeston dkk. 2020). Penggunaan utama dari larutan kristaloid adalah untuk mengisi ulang defisit cairan dan memenuhi kehilangan cairan yang sedang berlangsung di interstisial dan ruang intravaskular pasien yang mengalami dehidrasi dan syok hipovolemik. Setiap cairan kristaloid didistribusikan ke seluruh kompartemen cairan ekstraseluler secara merata dengan rasio sekitar 3 banding 1 (interstisial:intravaskular) dalam kondisi fisiologis normal (Pfortmueller dkk. 2019).

Ringer lactat (RL) merupakan salah satu jenis larutan kristaloid. RL sering digunakan dalam pengobatan intravena untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang akibat dehidrasi, perdarahan, atau kondisi medis lainnya. Karena isotonik, RL membantu menjaga keseimbangan cairan, elektrolit, dan pH dengan baik. Komposisi *ringer lactat* dibuat menyerupai komposisi plasma, dan *lactat* ditambahkan sebagai *buffer*. Dalam penggunaan *ringer lactat*, metabolisme intrahepatik akan mengubah *lactat* menjadi bikarbonat melalui proses glukoneogenesis dengan peningkatan glukosa plasma sebanyak 50-100 mg/dL pada setiap liter. Pada resusitasi cairan yang

akan perdarahan, kebanyakan pasien trauma akan mengalami laktat (Posangi, 2012). Pada syok hemoragik berat, produksi



energi didapatkan terutama pada metabolisme anaerobik, di mana laktat dapat terakumulasi (Hussman dkk. 2014). Cairan resusitasi pilihan untuk pasien syok hemoragik, diurutkan dari yang paling banyak hingga sedikit disukai adalah darah utuh (plasma, sel darah merah dan trombosit dengan rasio 1:1:1), plasma dan sel darah merah dalam perbandingan 1:1, plasma atau sel darah merah saja dan cairan kristaloid seperti *ringer lactat* atau plasma-Lyte A (Butler dkk. 2014).

II.6.2 Koloid

Larutan koloid adalah larutan yang memiliki osmolalitas lebih tinggi dari cairan ekstraseluler. Larutan koloid tidak dapat menembus dinding pembuluh darah dan menjaga tekanan osmotik cairan darah (Thomas dan Lerche, 2017). Berat molekulnya yang tinggi dapat berkontribusi pada tekanan onkotik untuk menahan air di dalam ruang intravaskuler. Larutan koloid dianggap menguntungkan untuk pengobatan syok hipovolemik berulang dan hipoproteinemia (Beeston dkk. 2020).

Salah satu cairan koloid adalah gelatin. Gelatin adalah koloid sintetik yang dihasilkan dari kolagen hewan. Cairan ini mengandung natrium dan klorida, meskipun beberapa juga mengandung potasium dan kalsium, serta bersifat hiperonkotik (Welsh, 2019). Cairan yang memiliki berat molekul rendah, lebih murah dibandingkan albumin dan koloid sintetik lainnya, dapat diekresikan dengan cepat oleh ginjal, serat resiko efek samping pada ginjal

adalah (Ramesh dkk. 2019). Gelatin cenderung untuk tetap berada di intravaskular dan memperluas volume darah. Bergantung pada



agennya, 30% hingga 60% gelatin tetap dalam plasma setelah 24 jam, dan lebih kecil persentase tetap dalam plasma selama sehari-hari hingga berminggu-minggu setelah administrasi (Thomas dan Lerche, 2017).

II.7 Alkaline Phosphatase (ALP), Alanine Transferase (ALT) dan Bilirubin

Tabel 3. Kadar Kimia Darah Kelinci (Quesenberry dkk. 2021)

Nama	Nilai
Alkaline phosphatase (U/L)	10-140
Alanine transferase (U/L)	14-80
Total bilirubin (umol/L)	0-7

II.7.1 Alkaline Phosphatase (ALP)

ALP (alkaline phosphatase) adalah enzim yang ditemukan di hati, tulang, dan usus. ALP berperan dalam metabolisme kalsium dan fosfor (Sharma dkk. 2014). Proses produksi ALP di dalam hati dimulai dengan sintesis prekursor enzim ALP, yaitu ALPP (placental alkaline phosphatase). ALPP disintesis oleh ribosom di sitoplasma sel hati. Setelah disintesis, ALPP akan diangkut ke retikulum endoplasma. Di dalam retikulum endoplasma, ALPP akan dimodifikasi oleh glikosilasi. Glikosilasi adalah proses penambahan gugus gula pada protein. ALPP yang telah dimodifikasi oleh glikosilasi kemudian akan diangkut ke membran plasma sel hati. Enzim ALPP yang berada di membran plasma sel hati akan dilepaskan ke dalam darah. ALPP yang dilepaskan ke dalam darah akan diubah menjadi ALP oleh defosforilasi (Vimalraj, 2020).



Secara umum, enzim ALP terbentuk dalam waktu sekitar 2-3 jam. Namun, pada kondisi tertentu, waktu pembentukan enzim ALP dapat lebih cepat atau lebih lama. Waktu kompensasi ALP saat terjadi kekurangan darah adalah sekitar 24-48 jam. Hal ini karena pada kondisi kekurangan darah, tubuh akan meningkatkan produksi enzim ALP untuk membantu proses pembentukan sel darah merah baru. Sedangkan waktu paruh ALP adalah waktu yang dibutuhkan untuk separuh dari jumlah ALP yang ada di dalam tubuh untuk dihilangkan. Waktu paruh ALP bervariasi tergantung pada sumber ALP, waktu paruh ALP yang diproduksi oleh hati adalah sekitar 2-3 jam (Sharon, 2013).

Komposisi ALP pada saat terjadi syok hemoragik, kadar ALP dalam darah mungkin akan meningkat atau menurun (Navarro dan Brooks, 2015). Peningkatan kadar ALP dapat disebabkan oleh kebocoran enzim ALP dari sel-sel hati yang rusak ke dalam darah. Penurunan kadar ALP dapat disebabkan oleh penurunan produksi ALP di hati akibat kerusakan sel-sel hati (Gaharwar dkk. 2014). Kadar ALP dalam darah akan meningkat secara bertahap setelah terjadi syok hemoragik. Peningkatan kadar ALP biasanya akan mencapai puncaknya dalam 24-48 jam setelah syok hemoragik terjadi. Sedangkan kadar ALP dalam darah dapat menurun pada saat syok hemoragik disebabkan oleh penurunan produksi ALP di hati akibat kerusakan sel-sel hati. Kerusakan sel-sel hati dapat menyebabkan an produksi ALP karena sel-sel hati tidak berfungsi dengan baik.



Penurunan kadar ALP biasanya akan terjadi setelah kadar ALP meningkat (Cheng dkk., 2019).

II.7.2 Alanine transferase (ALT)

ALT (alanine transaminase) adalah enzim yang ditemukan di hati. ALT berperan dalam metabolisme protein. Hati membutuhkan waktu sekitar 15-30 menit untuk membentuk enzim Alanine transferase (ALT). Proses pembentukan ALT di dalam hati terjadi melalui dua tahap, yaitu tahap sintesis dan tahap sekresi. Proses produksi ALT di dalam hati dimulai dengan sintesis prekursor enzim ALT, yaitu alanin aminotransferase. Alanin aminotransferase disintesis oleh ribosom di sitoplasma sel hati (Beeston dkk. 2020). Setelah disintesis, alanin aminotransferase akan diangkut ke mitokondria sel hati. Di dalam mitokondria, alanin aminotransferase akan diaktifkan oleh fosforilasi. Enzim ALT yang telah diaktifkan kemudian akan keluar dari mitokondria dan masuk ke sitoplasma sel hati (Cannon, 2019).

Enzim ALT yang berada di sitoplasma sel hati akan berikatan dengan substratnya, yaitu alanin dan aspartat. Enzim ALT akan mengkatalisis reaksi transaminasi antara alanin dan aspartat. Reaksi transaminasi ini menghasilkan asam piruvat dan glutamat. Asam piruvat kemudian akan diubah menjadi glukosa oleh jalur glukoneogenesis. Glukosa merupakan sumber energi yang penting bagi sel hati. Glutamat kemudian akan diubah menjadi urea oleh jalur urea. Urea merupakan zat sisa yang akan

keluar dari tubuh melalui ginjal (Dewi dkk. 2010).



Pada saat terjadi syok hemoragik, kadar ALT dalam darah akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh kebocoran enzim ALT dari sel-sel hati yang rusak ke dalam darah. Komposisi ALT akan berubah karena kerusakan sel-sel hati akibat penurunan aliran darah ke organ hati selama syok hemoragik (Epinosa dkk. 2020). ALT cadangan dapat digunakan dalam tubuh selama sekitar 24-48 jam. Hal ini disebabkan oleh adanya waktu paruh ALT yang relatif singkat, yaitu sekitar 5-6 jam. ALT cadangan adalah ALT yang disimpan di hati untuk digunakan jika terjadi kerusakan hati. Ketika terjadi kerusakan hati, ALT akan dilepaskan dari sel-sel hati ke dalam darah. Waktu yang dibutuhkan ALT cadangan untuk digunakan dalam tubuh tergantung pada tingkat keparahan kerusakan hati. Pada kasus yang parah, ALT cadangan dapat habis dalam waktu 24 jam. Pada kasus yang ringan, ALT cadangan dapat bertahan hingga 48 jam (Sharon, 2013).

II.7.3 Bilirubin

Bilirubin adalah zat sisa yang dihasilkan dari pemecahan sel darah merah. Bilirubin diproduksi di hati dan kemudian dikeluarkan ke empedu. Proses produksi bilirubin di dalam hati dimulai dengan proses pemecahan hemoglobin menjadi bilirubin indirek dan karbon monoksida. Proses ini terjadi di retikulum endoplasma sel hati. Bilirubin indirek akan dikonjugasi dengan glukosa oleh enzim glucuronil transferase untuk membentuk terkonjugasi. Bilirubin terkonjugasi akan dikeluarkan dari sel hati



ke dalam saluran empedu. Proses ini terjadi melalui proses eksositosis (Hardisman, 2013).

Bilirubin diproduksi secara terus-menerus oleh tubuh, dengan kecepatan sekitar 250mg/hari. Proses pemecahan hemoglobin berlangsung selama sekitar 10 menit. Tahap kedua adalah konjugasi bilirubin. Tahap ini berlangsung selama sekitar 30 menit. Jadi, secara keseluruhan, proses produksi bilirubin berlangsung selama sekitar 40 menit. Kemudian untuk cadangan bilirubin dapat bertahan selama sekitar 24-48 jam. Hal ini disebabkan oleh adanya waktu paruh bilirubin yang relatif singkat, yaitu sekitar 5-6 jam (Sun dkk. 2017).

Pada saat terjadi syok hemoragik, kadar total bilirubin dalam darah akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya produksi bilirubin di hati akibat kerusakan sel-sel hati (Thorp dkk. 2017). Peningkatan tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan lokasi terjadinya yakni, *Pre-hepatik* adalah peningkatan bilirubin yang terjadi sebelum bilirubin memasuki hati. Peningkatan bilirubin *pre-hepatik* disebabkan oleh peningkatan produksi bilirubin, seperti pada anemia hemolitik. *Hepatik* adalah peningkatan bilirubin yang terjadi di hati. Peningkatan bilirubin *hepatik* disebabkan oleh kerusakan hati, seperti pada hepatitis, sirosis hati, dan kanker hati. *Post-hepatik* adalah peningkatan bilirubin yang terjadi setelah bilirubin meninggalkan hati. Peningkatan bilirubin *post-hepatik* disebabkan oleh

di saluran empedu, seperti pada batu empedu dan kanker pankreas (21).

