



Original Article

Hubungan Kadar Elektrolit dengan Petanda Jantung pada Sindrom Koroner Akut

Emelia Wijayanti¹, Purwanto Adipireno²

¹Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

²Bagian Patologi Klinik RSUP Dr. Kariadi Semarang

Abstrak

p-ISSN: 2301-4369 e-ISSN: 2685-7898
<https://doi.org/10.36408/mhjcm.v7i1.424>

Diajukan: 14 Mei 2019
Diterima: 23 September 2019

Afiliasi Penulis:
Bagian Patologi Klinik
Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro
Semarang

Korespondensi Penulis:
Emelia Wijayanti
Jl. Dr. Sutomo No. 16, Semarang,
Jawa Tengah 50244,
Indonesia

E-mail:
pinkzz90@yahoo.com

Latar belakang : Sindrom koroner akut (SKA) merupakan masalah kardiovaskular utama yang menyebabkan angka perawatan dan kematian yang tinggi. Enzim jantung seperti troponin dan *Creatinin Kinase-MB* (CKMB) dilepaskan ke peredaran darah dan meningkat pada infark miokard. Elektrolit adalah zat berfungsi untuk menghantarkan listrik. Aktivitas listrik jantung diatur oleh kalsium, kalium dan natrium; kontraksi jantung membutuhkan kalsium, magnesium dan fosfor. Elektrolit berguna sebagai indikator AMI. Penelitian ini bertujuan menganalisis kadar serum elektrolit dengan petanda jantung pada SKA.

Metode : Penelitian belah lintang pada 35 pasien SKA pada bulan Desember – Januari 2018. Kadar elektrolit serum diperiksa dengan metode *Ion selective electrode* (ISE) dan *photometric*, kadar CKMB diperiksa dengan metode *Enzyme-linked immuno assay* (ELISA), kadar Troponin I (cTnI) diperiksa dengan metode *Enzyme-linked fluorescence assay* (ELFA). Uji Korelasi spearman digunakan untuk menganalisis data, signifikan jika $p < 0,05$.

Hasil : Terdapat korelasi negatif kuat antara natrium, kalium, clorida, dan magnesium baik dengan CKMB (p 0,000/ 0,000/ 0,001/ 0,014 dan $r = -0,631/ -0,634/ -0,557/ -0,412$) maupun cTnI (p 0,000/ 0,000/ 0,001/ 0,000 dan $r = -0,746/ -0,574/ -0,545/ -0,564$). Tidak terdapat korelasi antara kalsium baik dengan CKMB ($p = 0,475$ dan $r = -0,125$) maupun cTnI ($p = 0,086$ dan $r = -0,294$).

Simpulan : Terdapat hubungan negatif antara natrium, kalium, clorida, dan magnesium dengan petanda jantung, tidak terdapat hubungan antara kalsium dengan petanda jantung pada SKA. Temuan ini menunjukkan bahwa rendahnya kadar serum elektrolit pada SKA dapat berarti adanya area infark yang lebih luas. Hasil penelitian ini perlu divalidasi dalam penelitian berskala besar dengan metodologi yang lebih baik dan diharapkan dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut.

Kata kunci : SKA, Elektrolit, CKMB, cTnI

Correlation between serum electrolytes and cardiac markers in acute coroner syndrome

Abstract

Background : Acute coronary syndrome (ACS) is a major cardiovascular problem that causes significant morbidity and mortality burden. Cardiac enzymes, such as troponin and Creatinin Kinase-MB (CKMB), are released into the bloodstream and increase in acute myocardial infarction (AMI). Electrolytes involving calcium, potassium and sodium regulate heart electrical activity, while calcium, magnesium and phosphorus regulate its contraction. Electrolytes serve as AMI indicators. This study aims to analyze serum electrolyte levels with cardiovascular markers in ACS.

Methods : A cross sectional study of 35 ACS patients was conducted from December to January 2018. Serum electrolyte levels were examined by the Ion selective electrode (ISE) and photometric method, CKMB levels were examined by the enzyme-linked immuno assay (ELISA), Troponin I (cTnI) were examined by the Enzyme-linked fluorescence assay (ELFA) method. Spearman test was performed for analyzing data with significant level of <0.05 .

Results : A strong negative correlation was found between sodium, potassium, chloride, and magnesium and both CKMB ($p=0.000/0.000/0.001/0.014$ and $r=-0.631/-0.634/-0.557/-0.412$) and cTnI ($p=0.000/0.000/0.001/0.000$ and $r=-0.746/-0.574/-0.545/-0.564$). No correlation was found between calcium and both CKMB ($p=0.475$ and $r=-0.125$) and cTnI ($p=0.086$ and $r=-0.294$).

Conclusion : There is significant negative correlation between sodium, potassium, chloride, and magnesium and cardiac markers, there is no correlation between calcium and cardiac markers in ACS. These findings indicate low serum electrolytes values in ACS may have higher area of infarction. These finding need to be validated in large-scale studies with better methodologies and are expected to be the basis for further research.

Keywords : ACS, Electrolytes, CKMB, cTnI

PENDAHULUAN

Sindrom koroner akut (SKA) merupakan masalah kardiovaskular utama yang menyebabkan angka perawatan rumah sakit dan angka kematian tinggi baik berdasarkan data *World Health Organization (WHO), Sample Repristration System (SRS) 2014* maupun kesehatan dasar (RISKESDAS) 2013.¹⁻⁴ Sindrom koroner akut (SKA) adalah sebuah kondisi melibatkan ketidaknyamanan dada atau gejala lain yang disebabkan oleh kurangnya oksigen ke otot jantung (miokardium) dan merupakan sekumpulan manifestasi akibat gangguan pada arteri koronaria, SKA terbagi menjadi (1) angina pektoris tidak stabil (APTS), (2) infark miokard akut non elevasi segmen ST (IMA-NEST), dan (3) infark miokard dengan elevasi segmen ST (IMA-EST).^{1,5-7} Penentuan diagnosis yang cepat dan mudah dibutuhkan karena penanganan yang sedini mungkin diharapkan dapat meningkatkan angka keselamatan pasien.¹ Enzim jantung seperti troponin dan CK-MB akan dilepaskan ke dalam peredaran darah dan meningkat jumlahnya pada keadaan infark miokard.^{8,9} Jantung yang berfungsi tergantung pada kadar normal kalsium, magnesium, fosfor, kalium dan natrium.^{10,11} Penelitian Anjum (2013) menunjukkan rendahnya kadar magnesium pada SKA.¹² Penelitian Patil (2016) menemukan bahwa pada SKA terdapat penurunan kadar natrium, kalium dan kalsium.¹³ Penelitian Hariprasada (2018) menunjukkan bahwa hiponatremia dan hipokalemia merupakan indikator infark miokard akut. Kadar natrium dan kalium serum merupakan indikator prognostik, yaitu kenaikan kadar natrium setelah penurunan awalnya merupakan indikasi

perbaikan klinis.¹⁰ Penelitian Faraj (2015) menunjukkan peningkatan signifikan kadar natrium dan klorida, dengan penurunan kadar kalium pada pasien SKA dibandingkan dengan kontrol.¹⁴ Penelitian Marzoq (2016) menunjukkan kadar natrium dan kalium yang rendah, tetapi kadar magnesium meningkat pada pasien dengan infark miokard.¹⁵

Pada penelitian sebelumnya hanya sebagian elektrolit yang diteliti dan petanda jantung yang digunakan hanya salah satu dari CKMB maupun Troponin, serta perubahan elektrolit pada SKA masih bertentangan. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara kadar elektrolit dan luas infark lebih lanjut yang membandingkan ke-5 kadar serum elektrolit dan 2 petanda jantung pada pasien yang dirawat dengan SKA.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain belah lintang (*cross-sectional*) yang dilakukan selama bulan Desember 2018 - Januari 2019 di RSUP Dr. Kariadi Semarang. Protokol penelitian ini sudah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan FK UNDIP Semarang, No. 010/EC/FK-RSDK/1/2019. Pengambilan sampel dilakukan secara *convenient sampling*. Penelitian ini dilakukan pada subjek laki-laki dan perempuan yang terdiagnosis sebagai SKA di Ruang IGD RSUP dr. Kariadi dan telah menandatangani *informed consent*, sedangkan kriteria eksklusi adalah pasien yang menderita penyakit dan terapi yang dapat mempengaruhi kadar elektrolit. Subjek yang memenuhi kriteria akan diambil darahnya

menggunakan tabung merah sebanyak 10 ml untuk diperiksa kadar elektrolit yaitu natrium, kalium, dan klorida dengan metode *ion selective electrode* (ISE) serta kalsium dan magnesium dengan metode *photometric*. Petanda jantung yang diperiksa adalah CK-MB dengan metode *enzyme linked immunosorbent assay* (ELISA) dan Troponin I dengan metode *Enzyme-linked fluorescence assay* (ELFA). Analisis statistik menggunakan program komputer SPSS Versi 15. Data ditampilkan sebagai *mean* ± standar deviasi atau median dengan nilai minimum dan maksimum. Hubungan antara kadar elektrolit dengan petanda jantung diuji menggunakan uji korelasi *Spearman*. Kebermaknaan ditegakkan berdasarkan nilai $p < 0,05$.

HASIL

Sebanyak 35 subjek ikut serta dalam penelitian. Kadar elektrolit (Natrium, Kalium, Klorida, Magnesium) didapatkan rerata 135,03/ 3,83/ 100,17/ 0,79; (Kalsium)

didapatkan median 2,2. Kadar CKMB didapatkan median 30, kadar Troponin didapatkan median 0,98. Karakteristik data dapat dilihat pada tabel 1.

Terdapat korelasi negatif kuat antara natrium, kalium, clorida, dan magnesium baik dengan CKMB maupun cTnI. Tidak terdapat korelasi antara kalsium baik dengan CKMB ($p = 0,475$ dan $r = -0,125$) maupun cTnI ($p = 0,086$ dan $r = -0,294$) (Tabel 2 dan Gambar 1 a-j).

DISKUSI

Sindrom koroner akut merupakan suatu spektrum dalam perjalanan penderita penyakit jantung koroner (aterosklerosis koroner).¹⁶ Biomarker serum untuk SKA termasuk troponin I (TnI) spesifik jantung dan *troponin T* (TnT) serta *creatine kinase* MB (CK-MB). Ketika sel-sel miokard menjadi nekrotik, konten intraseluler berdifusi ke dalam interstitium di sekitarnya, kemudian ke dalam darah. Nekrosis miokardium menyebabkan munculnya beberapa protein dan enzim yang dilepaskan ke dalam

TABEL 1
Karakteristik Data Subjek Penelitian

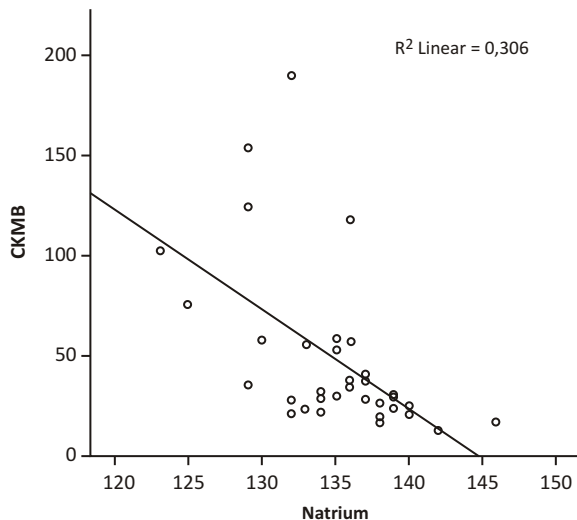
Variabel	Frekuensi	Mean ± SD	p
Jenis kelamin	Laki-laki	26	
	Perempuan	9	
Umur			56 (30 – 71)
CKMB			30 (13 – 189)
Troponin I (CTNI)			0,98 (0,001 – 50,00)
Natrium (Na)		135,03 ± 4,65	
Kalium (K)		3,83 ± 0,39	
Klorida (Cl)		100,17 ± 4,61	
Kalsium (Ca)			2,2 (0,6 – 2,6)
Magnesium (Mg)		0,79 ± 0,116	

Catatan: SD (standar deviasi); min (minimal); mak (maksimal)

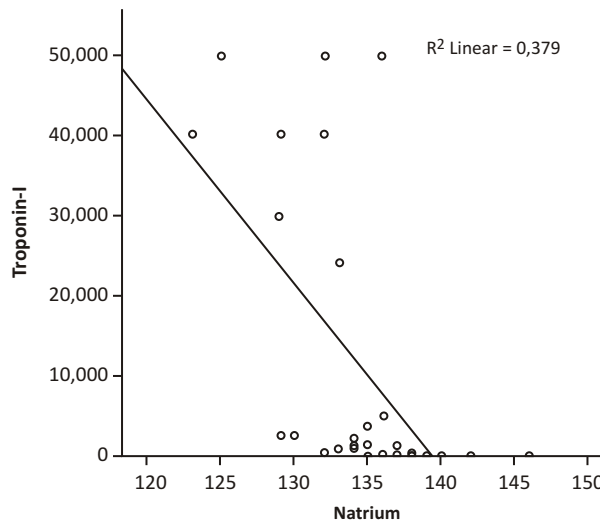
TABEL 2
Korelasi Elektrolit dengan Petanda Jantung

Elektrolit	CKMB		CTNI	
	p	r	p	r
Natrium	0,000	-,631**	0,000	-,746**
Kalium	0,000	-,634**	0,000	-,574**
Klorida	0,001	-,557**	0,001	-,545**
Kalsium	0,475	-,125	0,086	-,294
Magnesium	0,014	-,412*	0,000	-,564**

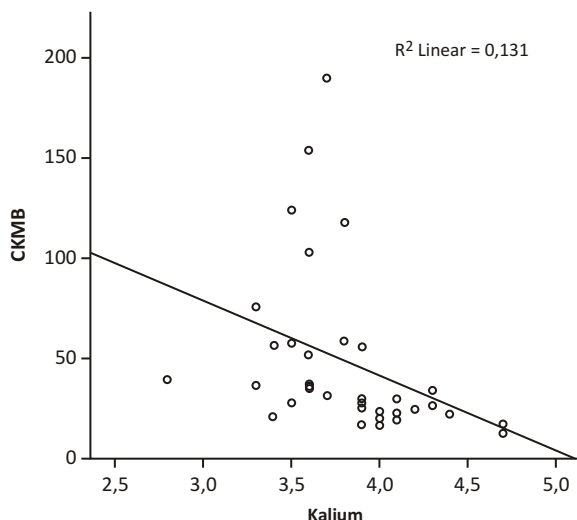
Catatan: SD (standar deviasi); min (minimal); mak (maksimal)



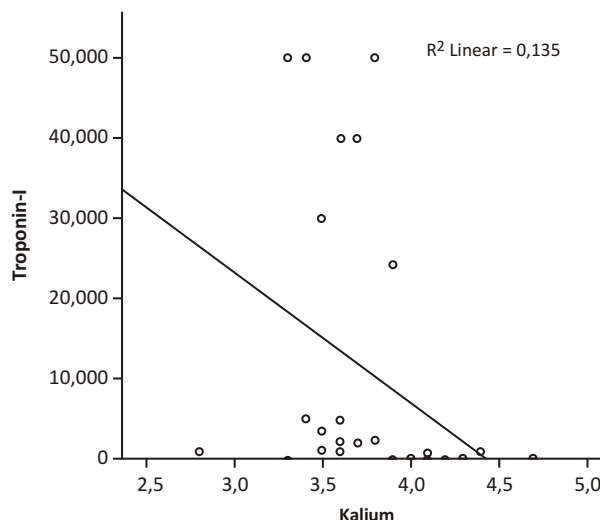
Gambar 1. Korelasi antara Natrium dengan CKMB



Gambar 2. Korelasi antara Natrium dengan Troponin I



Gambar 3. Korelasi antara Kalium dengan CKMB



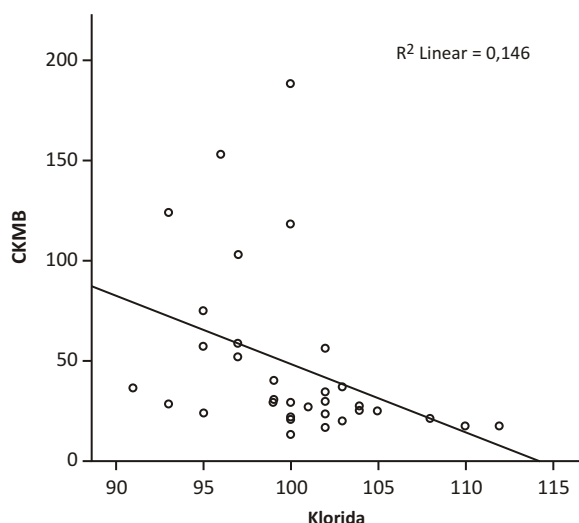
Gambar 4. Korelasi antara Kalium dengan Troponin I

peredaran darah oleh miosit yang rusak, seperti myoglobin, troponin jantung T dan I, kreatin kinase, serta laktat dehidrogenase, dengan kreatin kinase fraksi MB (CK-MB) dan troponin yang secara luas lebih banyak dipakai dalam mendiagnosis infark miokard.^{9,17} Kadar enzim dalam darah tergantung pada lokasi intraseluler, berat molekul, dan aliran darah lokal.^{18,19}

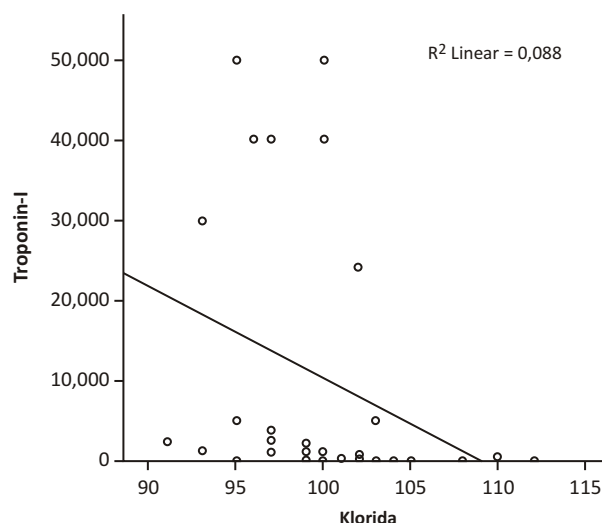
Kadar elektrolit pada sindrom koroner akut akan mengalami perubahan. Beberapa mekanisme berinteraksi menghasilkan gangguan elektrolit. Penurunan curah jantung menyebabkan penurunan aliran darah ginjal secara langsung, dengan gangguan ekskresi air dan elektrolit ginjal. Penurunan curah jantung juga menyebabkan aktivasi beberapa respons neurohormonal yang memengaruhi homeostasis kardiovaskular dan keseimbangan elektrolit.²⁰

Terdapat korelasi negatif kuat antara natrium

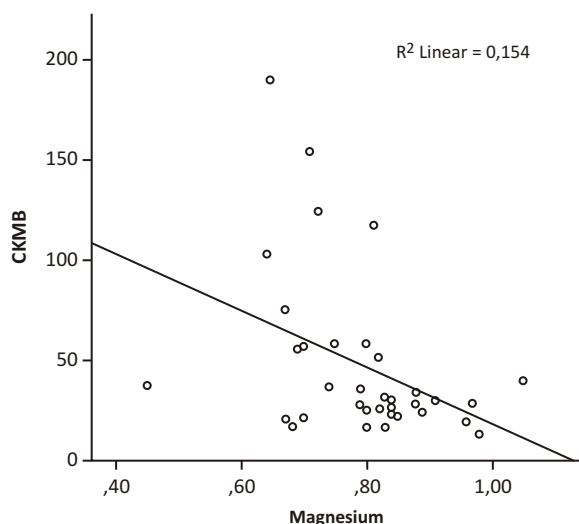
dengan CKMB (p 0,000 dan r -0,631) maupun cTnI (p 0,000 dan r -0,746). Temuan ini sesuai dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kadar natrium serum secara signifikan berkurang pada kasus SKA maupun AMI bila dibandingkan dengan kontrol sehat normal.^{10,11,13,21,22} Natrium (Na) adalah kation ekstraseluler yang membantu menyeimbangkan kadar cairan dalam tubuh dan memfasilitasi fungsi neuromuskuler. Flear *et al* berhipotesis bahwa hipoksia dan iskemia jantung meningkatkan permeabilitas membran sel terhadap ion natrium, aktivasi sistem saraf simpatis dan sistem rennin-angiotensin. Hipoksia, iskemia, dan infark pada SKA mempengaruhi kontraktilitas sel otot jantung sehingga tekanan di atrium kiri jantung akan menurun dan berkembangnya disfungsi ventrikel kiri akut; sebagai respons terhadap rasa sakit, mual dan stres berat menyebabkan stimulasi



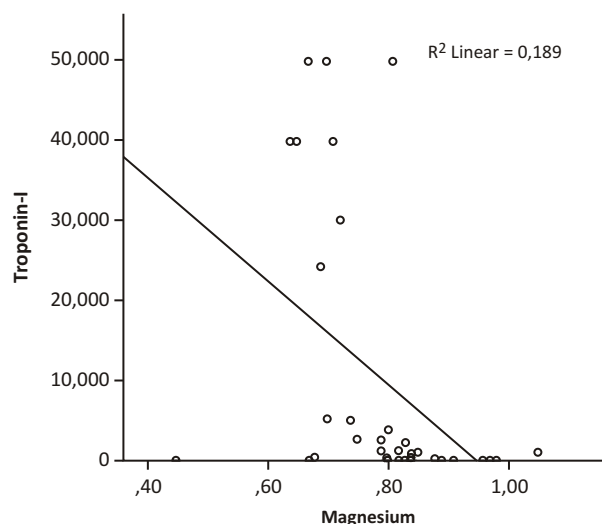
Gambar 5. Korelasi antara Klorida dengan CKMB



Gambar 6. Korelasi antara Klorida dengan Troponin I



Gambar 7. Korelasi antara Magnesium dengan CKMB



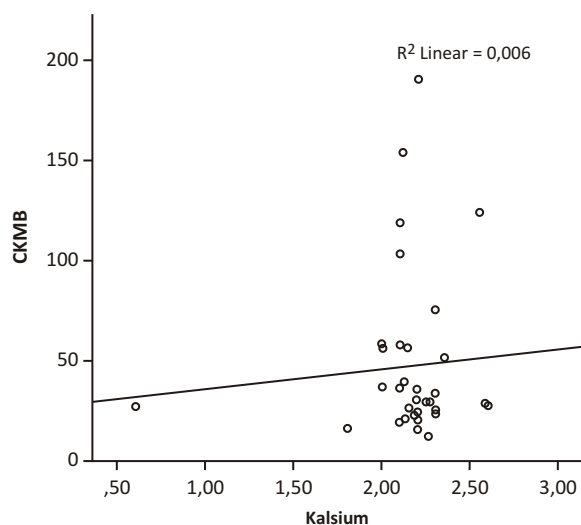
Gambar 8. Korelasi antara Magnesium dengan Troponin I

non-osmotik sekresi hormon vasopresin oleh hipofisis posterior. Tingkat vasopresin meningkat bersamaan dengan aktivasi neurohormon lain seperti renin dan atau epinefrin. Hormon vasopresin akan meningkatkan reabsorpsi air di tubulus ginjal sehingga menyebabkan penurunan kadar natrium dan klorida karena dilusi oleh cairan plasma yang bertambah.^{11,13,21,23-27} Efek iskemia pada sel otot jantung juga akan mempengaruhi saluran natrium pada membran sel otot jantung secara langsung, menyebabkan permeabilitas terhadap natrium meningkat sehingga natrium lebih mudah berdifusi ke dalam sel.^{25,27}

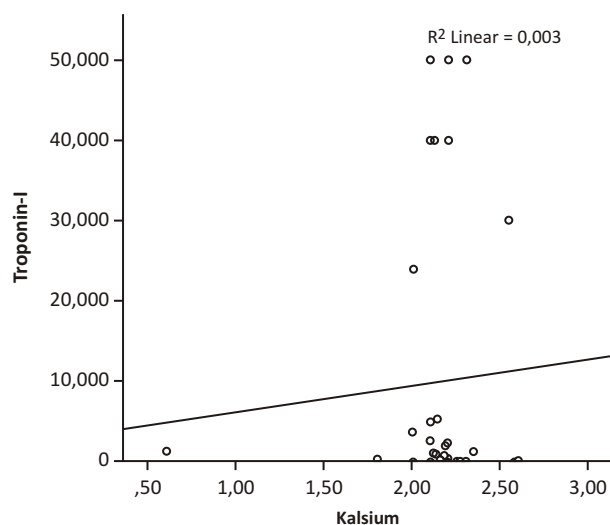
Terdapat korelasi negatif kuat antara kalium dengan CKMB (p 0,000 / dan r -0,634) dan cTnI (p 0,000 dan r -0,574). Temuan ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan hubungan antara hipokalemia dengan peningkatan kejadian aritmia

jantung pada pasien AMI.^{10,11,21-23,28} Kalium (K) adalah kation utama interseluler yang penting untuk mengatur detak jantung dan fungsi otot. Hipokalaemia dikaitkan dengan peningkatan risiko takikardia ventrikel dan fibrilasi ventrikel. Otot rangka bertindak sebagai cadangan kalium yang mempertahankan kalium dalam organ vital seperti jantung dan otak. Hipokalaemia sebagian besar disebabkan oleh respons katekolamin yang diinduksi stres (terutama epinefrin dari medula adrenal) yang berfungsi sebagai hormon yang menyebabkan peningkatan penyerapan K ke dalam sel.^{13,21,25,26}

Terdapat korelasi negatif kuat antara klorida dengan CKMB (p 0,001 dan r -0,557) maupun cTnI (p 0,001 dan r -0,545). Temuan ini sesuai dengan penelitian Hariprasad (2018) yang menunjukkan ion klorida secara signifikan lebih rendah pada pasien AMI daripada



Gambar 9. Korelasi antara Kalsium dengan CKMB



Gambar 10. Korelasi antara Kalsium dengan Troponin I

kontrol.¹⁰ Klorida (Cl) adalah anion utama dalam cairan ekstraseluler dan bekerja erat dengan Na untuk menjaga keseimbangan dan tekanan yang tepat dari berbagai kompartemen cairan tubuh. Penurunan curah jantung pada SKA menyebabkan penurunan aliran darah ginjal secara langsung, dengan gangguan ekskresi air dan elektrolit ginjal, serta menyebabkan aktivasi beberapa respons neurohormonal yang memengaruhi homeostasis kardiovaskular dan keseimbangan elektrolit termasuk ion klorida.²⁰

Tidak terdapat korelasi antara kalsium baik dengan CKMB ($p= 0,475$ dan $r= -0,125$) maupun cTnI ($p= 0,086$ dan $r= -0,294$). Temuan ini sesuai dengan penelitian oleh Celik (2016) yang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan kadar kalsium pada SKA dan kontrol.²⁹ Namun, hasil penelitian ini bertentangan dengan penelitian oleh Patil (2016) yang menemukan bahwa pada SKA terdapat penurunan kadar kalsium.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya korelasi negatif kuat antara magnesium dengan CKMB ($p 0,014$ dan $r -0,412$) dan cTnI ($p 0,000$ dan $r -0,564$) yang serupa dengan penelitian Kumar (2013) dan Childers (2017). Penelitian Childers 2017, dari 375 pasien yang dirawat dengan SKA, menunjukkan korelasi yang signifikan antara kadar Mg yang lebih rendah dan kadar troponin I yang tinggi, selain fraksi ejeksi yang lebih rendah, yang menunjukkan kerusakan miokard yang lebih luas, dan menandakan hasil kardiovaskular yang buruk.^{30,31} Magnesium memiliki fungsi penghambat adrenoreseptor β , antiplatelet, mengurangi pelepasan Ca yang memberikan pengaturan vaskular, irama jantung, dan trombus yang diaktifkan trombosit, dan dianggap sebagai elemen pelindung pada jantung.²⁹ Teori Seelig dan Heggveit 1974 menyatakan bahwa status kekurangan magnesium dan perubahan konsentrasi elektrolit disebabkan oleh pengurangan aktivitas ATPase

Na/K, yang menyebabkan akumulasi natrium dalam miosit jantung. Kadar natrium miokard yang meningkat akan menyebabkan pembalikan pertukaran Na^+/K^+ dan peningkatan kadar kalsium intraseluler. Pergeseran kalsium intraseluler ini menurunkan kadar kalsium terionisasi dalam serum. Ini menjelaskan ketidakstabilan listrik di jantung individu-individu yang kekurangan magnesium.²²

Terdapat beberapa kelemahan dalam penelitian ini yang menggunakan metode *cross sectional* dan jumlah pasien yang rendah, serta teknik *sampling convenient*. Pengukuran variabel cenderung berbeda waktu antar pasien dan pengumpulan data dilakukan pada satu titik waktu, sehingga tidak memungkinkan untuk kesimpulan atau perubahan dari waktu ke waktu.

Temuan penelitian ini menunjukkan adanya korelasi signifikan antara kadar serum elektrolit dan petanda jantung pada SKA. Terdapat hubungan negatif antara natrium, kalium, klorida, dan magnesium dengan petanda jantung pada SKA; namun tidak dengan kalsium. Hasil penelitian ini perlu divalidasi dalam penelitian berskala besar dan diharapkan dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Irmalita, Juzar DA, Andrianto. Pedoman tatalaksana sindrom koroner akut. Edisi Ke-4. Jakarta: Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI); 2018. c2018 [cited 2018 Des 04]. Available from: <http://www.inaheart.org/upload/file/Buku-ACS-2018.pdf>.
2. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs): Key facts [homepage on the Internet]. c2017 [updated 2017 May 17; cited 2018 Des 04]. Available from: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>
3. Kemenkes. Penyakit Jantung Penyebab Kematian Tertinggi, Kemenkes Ingatkan CERDIK. c2018 [updated 2017 Juli 29; cited

- 2018 Des 04]. Available from: <http://www.depkes.go.id/article/view/17073100005/penyakit-jantung-penyebab-kematian-tertinggi-kemenkes-ingatkan-cerdik-.html>
4. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan Kementerian Kesehatan RI. Laporan hasil riset kesehatan dasar (RISKESDA) [homepage on the Internet]. c2013 [cited 2018 Des 04]. Available from: <http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskasdas%202013.pdf>
 5. Shiel WC, Stoppler MC. Dalam: Webster's new worldTM medical dictionary, 3rd ed. New Jersey: Wiley Publishing; 2008
 6. Ramrakha P, Hill J. Oxford handbook of cardiology: coronary artery disease. 1sted. Oxford: Oxford University Press; 2006.
 7. Karo-karo S, Rahajoe A, Sulisty S. Buku panduan kursus bantuan hidup jantung lanjut. Jakarta: Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI); 2008.
 8. Sudoyo A, Bambang S, Alwi I, Simadibrata M, Setiati S. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Edisi 5. Jakarta: Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam; 2009.
 9. White HD, Chew DP. Acute myocardial infarction. *Lancet*. 2008; 372(9638):570-84.9.
 10. Hariprasad S., Basavaraj M. Electrolyte dysfunction in myocardial infarction patients. *International Journal of Advances in Medicine* 2018 Oct;5(5):1172-1176. <http://www.ijmedicine.com>
 11. Sarada U., Vijayasree AP. Evaluation of serum electrolytes in patients with acute myocardial infarction. *Indian journal of applied research* 2018 March; 8(3):40-1.
 12. Anjum MS., Iqbal S., Kalsoom N., Manzoor H. Frequency of hypomagnesaemia in patients with Acute Coronary Syndrome. *Professional Med J* Feb 2013;20(1):034-038.
 13. Patil S., Gandhi S., Prajapati P., Afzapurkar S., Patil O., Khatri M. A Study of Electrolyte Imbalance in Acute Myocardial Infarction Patients at A Tertiary Care Hospital in Western Maharashtra. *International Journal of Contemporary Medical Research* 2016 Dec; 3(12):3568-71.
 14. Leonard S. Lilly. Pathophysiology of heart disease a collaborative project of medical students and faculty fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins. 2011.
 15. American Heart Association. 2012 ACCF/AHA focused update incorporated into the ACCF/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/ non ST elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association task force on practice guidelines. *Circulation* 2013;127:663-828.
 16. Antman EM. ST Segment elevation myocardial infarction: pathology, pathophysiology, and clinical features. In Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P, Braunwald E, editors. *Heart Disease: A Textbook of cardiovascular medicine*. Ninth Edition. Philadelphia: Elsevier, 2012.
 17. de Lemos JA. Biomarkers in Heart Disease. Dallas: Blackwell Publishing; 2008.
 18. Grossman SC. Porth's Pathophysiology Concepts of Altered Health States 9th Ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
 19. Archan S., Fleisher LA. From Creatine Kinase-MB to Troponin The Adoption of a New Standard. *Anesthesiology* 2010; 112:1005-12. Downloaded From: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/pdfaccess.aspx?url=/data/journals/jasa/931094/> on 12/04/2018
 20. Marzoq LF., Jabr WH, Azzam H. Electrolyte Level Changes in Acute Myocardial Infarction Patients as Compared to Healthy Individuals in Khan Younis Governorate, Gaza Strip. *Advances in Biochemistry* 2016 April; 4(2):9-15p.
 21. Gandhi AA., Akholkar PJ., Bharmal VS. Study of serum sodium and potassium disturbances in patients of acute myocardial infarction. *National journal of medical research* 2015 Apr-Jun; 5(2):108-11p.
 22. Ramasamy R., Murugaiyan SB., Gopal N., Shalini R. The Prospect of Serum Magnesium and an Electrolyte Panel as an Adjuvant Cardiac Biomarker in the Management of Acute Myocardial Infarction. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2013 May;7(5):817-20p.
 23. Mudaraddi R., Kulkarni SP., Trivedi DJ., Patil VS., Kamble PS. Association of Serum Electrolytes and Urea Levels with Cardiac Markers in Acute Myocardial Infarction. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research* 2015;2(4):233-35P.
 24. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. Thirteenth edition. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015.
 25. Wali V, Yatiraj S. Study of Serum Sodium and Potassium in Acute Myocardial Infarction. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014 Nov; Vol-8(11): CC07-CC09.
 26. Biyani S, Lodha R, Lal RZ. Study of Serum Electrolytes and Blood Urea Levels with Cardiac Markers in Acute Myocardial Infarction. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*. 2016; 4(5B):1570-1573.
 27. Sherwood L. *Human Physiology: From Cells to Systems*. 7th Edition. Belmont CA: Brooks Cole; 2010.
 28. Faraj HR. Clinical study of some electrolytes (sodium, chloride and potassium) with patients in acute coronary syndrome (ACS) in Thi Qar Governorate, Iraq. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 2015;4(3):700-5P.
 29. Celik M., Koklu M., Gusoy E., Gungor M., Yasar S., Gormel S., et al. The serum calcium to magnesium ratio in patients with acute coronary syndrome. *Acta Medica Mediterranea* 2016;32:691-7p.
 30. Kumar A., Sagar S. Comparison of serum magnesium and TroponinT in acute coronary syndrome. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* 2013 July 29;2(30):5565-7p.
 31. Childers H., Ahmad S., Gadde S., Qureshi G., Awan M., Omar B. The correlation between serum magnesium and troponin i levels in patients admitted with acute coronary syndrome. https://www.usahealthsystem.com/workfiles/com_docs/academicdepartments/internalmedicine/cardiology/Fellowship%20Resources/Hunter%20Childers%20Poster%20Presentati on%202017%20Student%20Summer%20Research%20-%20mod.pdf.