

Laporan Kasus

PSEUDOHYPERKALEMIA DAN PSEUDOHYPOKALEMIA AKIBAT HIPERLEUKOSITOSIS YANG EKSTRIM PADA KEGANASAN HEMATOLOGI

Dian Sukma Hanggara*✉, Yeti Indrawati**

Abstrak

Pseudohyperkalemia dan pseudohypokalemia mengacu pada peningkatan ataupun penurunan kadar kalium serum yang tidak sesuai dengan kondisi sistemik pasien yang sebenarnya. Ketika klinisi dihadapkan pada kasus-kasus hiperkalemia atau hipokalemia, pertanyaan pertama yang seharusnya muncul adalah apakah hasil tersebut sesuai dengan kondisi klinis pasien. Beberapa faktor dapat menyebabkan timbulnya pseudohyperkalemia ataupun pseudohypokalemia, di antaranya adalah hiperleukositosis yang sering muncul pada kasus-kasus keganasan hematologi. Hiperleukositosis sangat berpengaruh pada hasil pemeriksaan laboratorium seperti kalium, fosfat, dan tekanan oksigen arterial. Kami menyajikan dua kasus dengan hasil kalium serum yang palsu pada pasien leukemia myeloid dengan jumlah leukosit yang sangat tinggi. Satu sampel pemeriksaan darah awal dari satu pasien menunjukkan hipokalemia dan pasien lainnya menunjukkan hiperkalemia tanpa keluhan yang sesuai. Sampel darah berikutnya yang diambil dari pasien pertama segera diperiksa setelah dilakukan sentrifugasi, yang memperlihatkan hasil elektrolit yang normal. Ketidaksesuaian dari hasil laboratorium ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas metabolisme leukosit secara *in vitro* pada kasus-kasus hiperleukositosis. Hasil laboratorium yang tidak sesuai ini dapat menyebabkan pengambilan keputusan yang salah baik dalam hal penegakan diagnosis dan pemberian terapi. Penemuan mengenai ketidaksesuaian hasil elektrolit dengan kondisi klinis pasien pada keganasan hematologi yang disertai dengan hiperleukositosis dapat mencegah intervensi terapeutik yang tidak tepat. Kesimpulannya, hiperleukositosis dapat menyebabkan pseudohyperkalemia dan pseudohypokalemia yang dapat dicegah dengan pengambilan sampel yang benar dan analisis serum atau plasma dengan segera setelah proses sentrifugasi.

Kata kunci: hiperleukositosis, leukemia, pseudohyperkalemia, pseudohypokalemia.

SPURIOUS HYPERKALEMIA AND HYPOKALEMIA DUE TO EXTREME HYPERLEUKOCYTOSIS IN HEMATOLOGICAL MALIGNANCY

Abstract

Spurious hyperkalemia and hypokalemia refer to an artifactual elevated or decreased serum potassium levels that do not correspond to their actual systemic levels. When the clinician is confronted with a case of hyperkalemia or hypokalemia, the first question should be whether it is an artifact. Several factors can cause pseudohyperkalemia or pseudohypokalemia, one of them is hyperleukocytosis which often appears in cases of hematological malignancy. Hyperleukocytosis can strongly affect laboratory results, such as potassium, phosphate, and arterial oxygen tension. We presented two cases of spurious serum potassium levels in myeloid leukemia patients with a strongly elevated leucocyte count. One initial blood test sample from one patient showed hypokalemia and the other patient showed hyperkalemia without any corresponding complaints. The next blood sample taken from the first patient was examined after centrifugation, returning normal electrolyte results. The observed discrepancy in laboratory results is probably due to the metabolic activity of the leukocytes *in vitro* in cases of hyperleukocytosis. These inappropriate laboratory results can lead to wrong decision making in terms of establishing diagnosis and therapy. The recognition that an electrolyte disturbance may be an artifact in hematological malignancies accompanied by hyperleukocytosis may prevent inappropriate therapeutic intervention. In conclusion, hyperleukocytosis can cause pseudohyperkalemia and pseudohypokalemia which can be prevented by correct sampling and analyze serum or plasma immediately after centrifugation.

Keywords: hyperleukocytosis, leukemia, pseudohyperkalemia, pseudohypokalemia.

*Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya-RSUD Dr. Saiful Anwar Malang

**Program Pendidikan Spesialis Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran-RSUD Dr. Saiful Anwar Malang

✉E-mail: ds.hanggara@gmail.com

Pendahuluan

Hiperleukositosis yang ekstrim dapat ditemukan pada pasien-pasien dengan kelainan hematologi seperti leukemia akut dan leukemia kronik.^{1,2} Hiperleukositosis adalah abnormalitas dari hasil laboratorium, yaitu hitung sel darah putih lebih dari 100.000/ μ L. Beberapa faktor dapat menyebabkan terjadinya hiperleukositosis, di antaranya diakibatkan oleh proliferasi sel leukemia.² Hiperleukositosis ini dapat menyebabkan hasil laboratorium yang keliru jika pengambilan sampel darah tidak dilakukan dengan preanalitik yang benar dan tidak dianalisis dengan segera. Hasil laboratorium yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien seperti pseudohyperkalemia, pseudohypokalemia, pseudohypoxemia, pseudohypophosphatemia dapat terjadi pada kasus-kasus pasien dengan hiperleukositosis.^{3,4,5} Di sini, kami menguraikan dua kasus pasien dengan leukemia akut dan kronik yang disertai dengan hiperleukositosis dan hasil kalium serum yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien. Pemeriksaan darah awal dari pasien pertama menunjukkan hasil hipokalemia dan pasien kedua menunjukkan hiperkalemia tanpa keluhan yang sesuai. Sampel darah berikutnya yang diambil dari pasien pertama segera diperiksa setelah dilakukan sentrifugasi untuk memperoleh sampel serum. Hasil pemeriksaan elektrolit serum memperlihatkan hasil kalium yang normal. Ketidaksesuaian dari hasil laboratorium ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas metabolisme leukosit secara *in vitro* pada kasus-kasus hiperleukositosis. Kedua kasus ini menggambarkan pengaruh kuat dari hiperleukositosis pada hasil kalium serum dalam evaluasi laboratorium rutin. Penemuan mengenai ketidaksesuaian hasil elektrolit dengan kondisi klinis pasien pada keganasan hematologi yang disertai dengan hiperleukositosis dapat mencegah intervensi terapeutik yang tidak

tepat. Data yang terlampir dalam kasus ini sudah melalui persetujuan/*informed consent* publikasi dari kedua pasien.

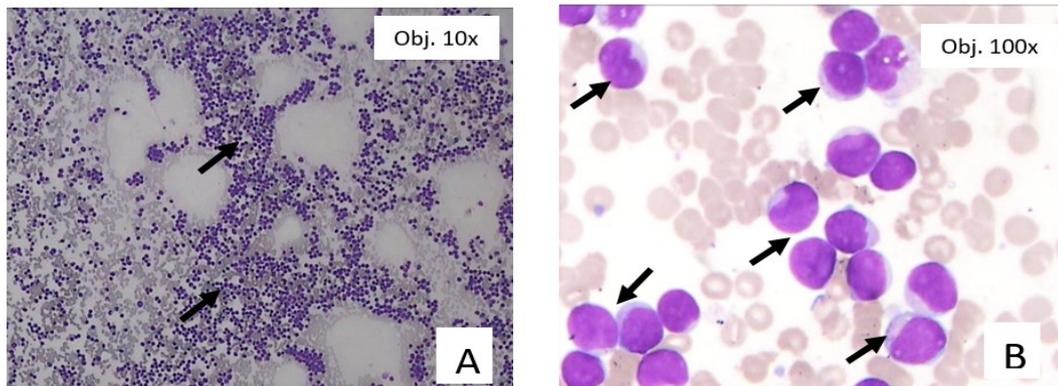
Kasus

Kasus pertama tentang seorang wanita 57 tahun yang dirawat di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar Malang. Ia mengeluhkan pendarahan gusi dan hipertrofi gingiva sejak 1 minggu yang lalu. Pasien juga mengalami demam naik turun disertai dengan batuk sejak 2 minggu sebelumnya. Selama 1 bulan terakhir pasien juga mengalami mual dan penurunan berat badan.

Pada pemeriksaan fisik didapatkan konjungtiva yang anemis, disertai dengan hipertrofi *ginggiva* dan *stomatitis aphosa*. Pada leher ditemukan *limfadenopathy colli sinistra*. Tidak ditemukan perbesaran pada hepar dan lien. *Body mass index* pasien menunjukkan *underweight*. Pemeriksaan laboratorium pada hari pertama pasien dirawat menunjukkan gambaran hiperleukositosis ($91,26 \times 10^3/\mu$ l) dan trombositopenia ($8 \times 10^3/\mu$ l) serta hasil kalium serum yang rendah (2,37 mmol/L) (Tabel 1 dan 3). Pemeriksaan EKG dilakukan pada awal pasien dirawat inap dan menunjukkan hasil yang normal (Gambar 2). Klinisi memberikan terapi transfusi trombosit konsentrat berdasarkan hasil trombositopenia dan perdarahan gusi yang terjadi pada pasien, disertai dengan terapi simptomatis lainnya. Klinisi juga menjadwalkan tindakan aspirasi sumsum tulang pada pasien di hari keempat perawatan. Hasil dari tindakan aspirasi sumsum tulang menunjukkan gambaran leukemia myeloid akut tanpa maturasi (AML-M1) dengan sel muda sebanyak 85%. (Tabel 2). Pasien tidak menunjukkan gejala neurologis seperti kelemahan otot, kejang otot atau parestesia meskipun kadar kalium serum rendah.

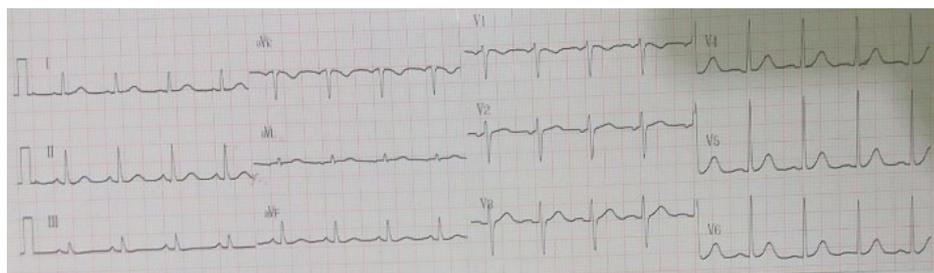
Pada hari kedua perawatan, sampel darah pasien diambil kembali untuk dilakukan pemeriksaan darah rutin dan kimia darah. Rentang waktu antara pengambilan sampel darah dan pemisahan serum sekitar 30 menit. Pemisahan serum dari sel dilakukan dengan teknik sentrifugasi pada alat KUBOTA 8420 *chemistry autoanalyzer* selama 10 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Hasil laboratorium menunjukkan hiperleukositosis dan hipokalemia ringan tanpa intervensi pemberian kalium drip. Namun, hipokalemia kembali terulang pada hari ketujuh perawatan

ketika rentang waktu pengambilan sampel darah dan pemisahan serum lebih dari 1 jam. Pada hari keempat belas perawatan, pasien menjalani kemoterapi. Hasil laboratorium setelah kemoterapi menunjukkan anemia, leukopenia dan trombositopenia. Pemeriksaan elektrolit juga dilakukan pada waktu yang sama, dengan durasi waktu antara pengambilan sampel darah dan pemisahan serum dilakukan dalam 2 jam. Hasil pemeriksaan kalium serum menunjukkan hasil yang normal. (Tabel 3).



Gambar 1. Hasil aspirasi sumsum tulang pada hari keempat perawatan dengan pengecatan Wright, pengamatan menggunakan mikroskop cahaya Olympus CX41.

Keterangan: A. Aspirat sumsum tulang memperlihatkan gambaran hiperseluler (tanda panah), B. Mieloblas (sel muda) di sumsum tulang (tanda panah).



Gambar 2. Gambaran elektrokardiografi hari ke-1 pasien dirawat. Ritme normal, tidak ditemukan gambaran gelombang U yang biasa ditemukan pada pasien dengan hypokalemia.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan darah lengkap.

Hasil Laboratorium	Hari Ke-1 Dirawat	Hari Ke-2 Dirawat	Saat Aspirasi Sumsum Tulang Hari ke-4 Dirawat	Setelah Kemot- erapi Hari Ke-14 Dirawat	Nilai Rujukan
Hemoglobin	12,20	10,30	10,10	6,40	11, 4 – 15,1 g/dl
Eritrosit	4,61	3,85	3,77	2,43	4,0-5,0. 10 ⁶ /μL
Leukosit	91,26	95,49	104,17	1,46	4.7 – 11,3.10 ³ /μl
Hematokrit	37,90	32,00	31,10	20,30	38– 42 %
MCV	82,20	83,10	82,50	83,50	80-93 fL
MCH	26,50	26,80	26,80	26,30	27-31 pg
RDW	18,80	18,60	18,50	17,70	11,5-14,5%
Trombosit	8	41	18	5	142-424.10 ³ /μL
Hitung jenis leukosit					
Eosinofil/Basofil/ Stab/Segmen/ Limfosit/ Monosit	-/1/-/4/41/3	-/-/ /6/39/55	-/-/2/5/-	-/1/-/66/31/2	0-4/0-1/-/51- 67/25-33/2-5
Lainnya	-mielosit 2%, metamielosit 1%, sel muda 48%		mieloblas 93%		
Evaluasi apusan darah tepi	- Eritrosit: normokrom anisopoiki- lositosis, terdapat <i>tear drop</i> , eliptosit -Leukosit: kesan jumlah sangat meningkat -Trombosit: Kesan jumlah sa- ngat menurun		-Eritrosit: Normokrom anisositosis -Leukosit: Kesan jumlah sangat mening- kat -Trombosit : Kesan jumlah menurun		

Keterangan: Hasil pemeriksaan darah lengkap secara berkala sebelum kemoterapi menunjukkan pasien mengalami anemia, hiperleukositosis dan trombositopenia. Gambaran apusan darah tepi memperlihatkan dominasi sel mieloblas.

Tabel 2. Pemeriksaan aspirasi sumsum tulang

Sumsum Tulang	Keterangan
Selularitas	Hiperseluler
Rasio M:E	50:1
Sistem eritropoiesis	Aktivitas turun
Sistem granulopoiesis	Aktivitas sangat meningkat, mieloblas 85%
Sistem megakariopoiesis	Aktivitas turun
Kesimpulan	Leukemia myeloid akut tanpa maturasi (AML-M1)

Keterangan: Hasil pemeriksaan aspirasi sumsum tulang mengesankan AML-M1.

Tabel 3. Pemeriksaan kimia darah

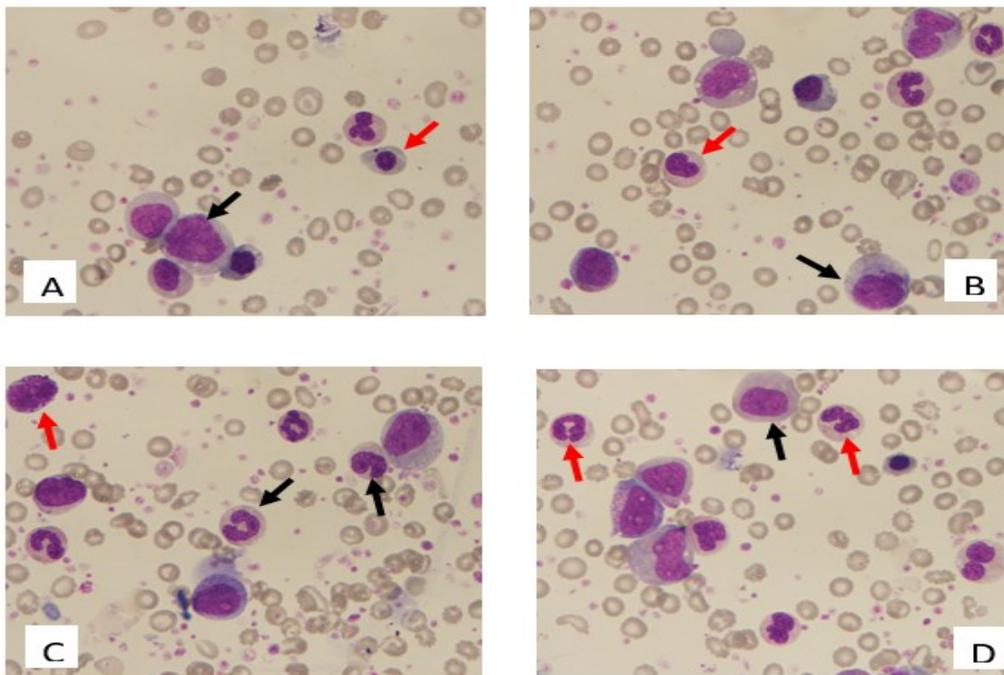
Hasil Laboratorium	Hari Ke-1 Dirawat	Hari Ke-2 Dirawat	Hari Ke-7 Dirawat	Setelah Kemoterapi	Nilai Rujukan
Natrium	143	141	140	134	136-145 mmol/L
Kalium	2,37	3,04	2,48	3,85	3,5-5,0 mmol/L
Klorida	111	110	108	104	98-106 mmol/L
SGOT	28				0-32 U/L
SGPT	21				0-33 U/L
Ureum	6,90				16,6-48,4 mg/dL
Kreatinin	0,46				<1,2 mg/dL

Keterangan: Hasil pemeriksaan kimia darah memperlihatkan gambaran hipokalemia yang tidak sesuai

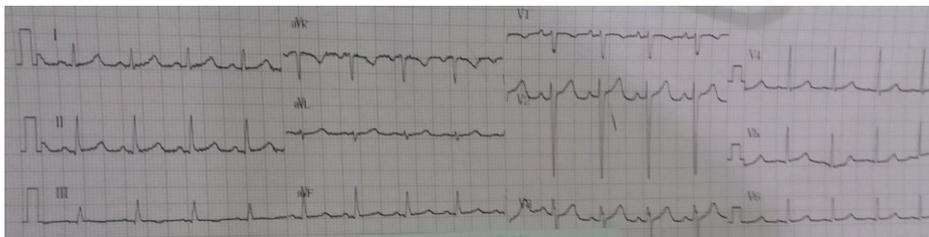
Kasus kedua tentang seorang pria berusia 29 tahun yang dirawat di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar Malang. Ia mengeluhkan pendarahan gusi sejak 5 jam sebelum masuk rumah sakit. Perdarahan gusi disertai dengan perdarahan dari bibir sekitar 400 cc. Sebelumnya pasien mengalami kecelakaan lalu lintas dan terdapat luka di bibir yang kemudian dijahit sekitar 10 hari yang lalu. Pasien juga mempunyai riwayat benjolan di tungkai kiri, yang kemudian dioperasi sekitar seminggu yang lalu. Saat ini luka bekas operasi benjolan tersebut sering mengeluarkan darah. Pasien juga mengeluhkan perut bagian kiri atas membesar, namun pasien tidak menyadari sejak kapan keluhan ini muncul.

Pada pemeriksaan fisik didapatkan pasien mengalami *underweight*. Konjunktiva anemis, dengan adanya edema di bibir atas dan gusi yang berdarah. Ditemukan hepatosplenomegali, serta luka bekas operasi di tungkai kiri yang ditutup dengan verban.

Pemeriksaan laboratorium pada hari pertama pasien dirawat menunjukkan hiperleukositosis ekstrem ($423,19 \times 10^3/\mu\text{l}$), anemia (Hb 7,0 g/dL), trombositosis ($1055 \times 10^3/\mu\text{l}$) dan hiperkalemia (5,38 mmol/L) dengan EKG serial normal (Gambar 4). Hasil apusan darah tepi menunjukkan leukositosis dengan gambaran sel pada semua tahap granulosit, dengan 10% mieloblas/sel muda (Gambar 3). Pasien didiagnosis dengan kecurigaan leukemia myeloid kronis. Selama perawatan pasien diberikan terapi hidroxyurea untuk menurunkan jumlah leukosit dan trombosit pasien. Klinisi juga merencanakan pemeriksaan aspirasi sumsum tulang. Namun pasien tersebut menolak tindakan aspirasi sumsum tulang dan meminta untuk rawat jalan. Ia juga tidak menunjukkan gejala apapun terhadap neuromuskuler, saluran pencernaan, dan kardiovaskular, meskipun nilai kalium serum terus meningkat (Tabel 5).



Gambar 3. Hasil apusan darah tepi dengan pengecatan Wright menunjukkan leukositosis dengan gambaran sel pada semua tahap granulosit (promielosit, mielosit, metamielosit, neutrophil batang dan neutrophil segmen) dengan 10% mieloblas (sel muda), disertai dengan trombositosis (100x). Keterangan: A. Mieloblas (sel muda, tanda panah hitam), normoblas (tanda panah merah), B. Promielosit (tanda panah hitam), metamielosit (tanda panah merah), C. Neutrophil batang (tanda panah hitam), basophil (tanda panah merah), D. Mielosit (tanda panah hitam), neutrophil segmen (tanda panah merah).



Gambar 4. Hasil elektrokardiografi pada hari pertama pasien dirawat. Ritme normal, tidak ditemukan gambaran khas EKG pada hiperkalemia seperti gelombang "Tall T", hilangnya gelombang P dan melebarnya kompleks QRS. Pemeriksaan EKG dilakukan berkala terhadap pasien dan ditemukan hasil yang sama.

Tabel 4. Pemeriksaan darah lengkap.

Hasil Laboratorium	Hari Ke-1 Dirawat	Hari Ke-4 Dirawat	Nilai Rujukan
Hemoglobin	7,00	5,50	13, 4 – 17,7 g/dl
Eritrosit	2,27	1,73	4,0-5,5. 10 ⁶ /µl
Leukosit	423,19	364,52	4.3 – 10,3. 10 ³ /µl
Hematokrit	20,30	16,60	40 – 47 %
MCV	89,40	96,00	80-93 fL
MCH	30,80	31,80	27-31 pg
RDW	23,20	20,50	11,5-14,5 %
Trombosit	1055	1463	142- 424.10 ³ /µl
Hitung jenis leukosit			
Eosinofil	-		0-4
Basofil	3		0-1
Stab/batang	9		
Segmen	42		51-67
Limfosit	10		25-33
Monosit	-		2-5
Lainnya	Promielosit 14%, mielosit 12%, sel muda 10%, normoblas (+) Eritrosit: normokrom anisopoikilositosis, terdapat makroovalosit dan normoblas		
Evaluasi apusan	Leukosit: kesan jumlah sangat meningkat Trombosit: Kesan jumlah sangat meningkat, terdapat giant thrombocyte		

Keterangan: Hasil pemeriksaan darah lengkap memperlihatkan gambaran anemia disertai dengan hiperleukositosis dan trombositosis, hasil evaluasi hapusan darah tepi memperlihatkan gambaran sel pada semua tahap granulosit (promielosit, mielosit, metamielosit, neutrophil batang dan neutrophil segmen) dengan sel muda sebanyak 10%.

Tabel 5. Pemeriksaan kimia darah.

Hasil Laboratorium	Hari Ke-1	Hari Ke-4	Hari Ke-5	Nilai Rujukan
Natrium	136	131	129	136-145 mmol/L
Kalium	5,38	6,13	6,94	3,5-5,0 mmol/L
Klorida	105	100	100	98-106 mmol/L
SGOT	49		71	0-32 U/L
SGPT	121		59	0-33 U/L
Ureum	33,70			16,6-48,5 mg/dL
Kreatinin	0,54			<1,2 mg/dL

Keterangan: Hasil pemeriksaan kimia darah memperlihatkan gambaran hiperkalemia yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien.

Kedua kasus di atas memperlihatkan kondisi hiperleukositosis pada keganasan hematologi yang dapat menyebabkan pseudohyperkalemia dan pseudohypokalemia. Prosedur pemeriksaan sampel yang tepat sangat direkomendasikan pada kasus-kasus seperti di atas. Untuk menghindari terjadinya pseudohypokalemia, sampel darah yang sudah diambil dari pasien harus segera disentrifugasi untuk memisahkan serum dari sel. Pemisahan serum dari sel dilakukan dengan teknik sentrifugasi menggunakan alat *chemistry autoanalyzer* selama 10 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Jika belum dapat dikerjakan, maka sebaiknya sampel darah segera disimpan pada suhu 4 °C. Namun, pada masalah *pseudohyperkalemia* dapat dihindari dengan memantau kalium serum menggunakan sampel kalium plasma (digunakan antikoagulan heparin) atau kalium POCT (jika tersedia). Kemudian sampel segera disentrifugasi dan dianalisis pada suhu antara 25-37 °C.

Pembahasan

Pseudohypokalemia adalah penurunan palsu dari nilai kalium dalam darah. Kasus seperti ini dapat terjadi pada pasien dengan keganasan hematologi yang disertai dengan hiperleukositosis. Ada beberapa mekanisme terjadinya pseudohypokalemia pada pasien dengan hiperleukositosis. Sel leukosit dari leukemia telah meningkatkan permeabilitas natrium dibandingkan dengan sel leukosit normal. Hal ini menyebabkan peningkatan aktivitas $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$, yang mengakibatkan peningkatan kalium seluler dan hipokalemia yang diamati secara *in vitro*. Kemungkinan lain yang dapat merangsang pengambilan kalium oleh leukosit adalah penipisan oksigen, pembekuan, penurunan suhu, terpapar dengan kaca atau permukaan lainnya dari tabung darah dan pelepasan faktor jaringan.⁵

Hiperkalemia didefinisikan sebagai kadar kalium serum melebihi 5,5 mmol/L.⁶ Gam-

baran klinis tergantung pada tingkat dan laju peningkatan kalium. Perubahan EKG yang khas yang terlihat pada hiperkalemia adalah terdapatnya gelombang "Tall T", hilangnya gelombang P dan melebarnya kompleks QRS.⁷ Pseudohyperkalemia adalah peningkatan palsu kadar kalium dalam darah. Ada beberapa penyebab pseudohyperkalemia, termasuk kondisi dan teknik pengambilan sampel, dan transportasi serta proses sebelum analisis. Kerusakan sel adalah salah satu mekanisme yang mendasarinya. Aspirasi darah yang kuat sewaktu pengambilan darah, penggunaan vacutainer, guncangan yang keras dan pecahnya trombosit selama koagulasi (jika jumlah trombosit lebih dari $500 \times 10^9/\text{L}$) dapat menyebabkan kerusakan sel.^{8,9} Pada pasien dengan leukemia dan hiperleukositosis, leukosit memiliki kerapuhan abnormal dan hal ini dapat menyebabkan pelepasan kalium ketika terkena tekanan mekanik. Peningkatan kalium yang bermakna terjadi ketika jumlah leukosit melebihi 50 hingga $100 \times 10^9/\text{L}$, yang dapat terjadi pada keganasan hematologis dan infeksi berat. Keterlambatan sentrifugasi (kontak sel-serum yang berkepanjangan yang menyebabkan penipisan glukosa) dan perubahan suhu (suhu dingin menghambat glikolisis) menyebabkan penghambatan glikolisis dengan menurunnya ketersediaan ATP. Hal ini menyebabkan penghambatan pompa natrium-kaliumATPase yang menghasilkan kebocoran kalium dari sel.¹⁰

Hiperkalemia palsu dalam kasus ini, selain karena hiperleukositosis, juga dapat disebabkan oleh trombositosis. Trombosit memiliki konsentrasi kalium yang tinggi. Oleh karena itu, kalium serum sedikit lebih tinggi daripada kalium plasma. Hal ini dikarenakan sebagian dilepaskan selama pembekuan darah. Pada pasien dengan trombositosis, jumlah kalium yang dilepaskan menjadi banyak dan kalium serum dapat meningkat bermakna secara *in vitro* (pseudohyperkalemia).

Pseudohyperkalemia telah dilaporkan di berbagai kondisi trombositemia termasuk polisitemia vera, leukemia myeloid akut dan kronis, gangguan myeloproliferatif dan thrombositosis postsplenektomi.¹¹

Kasus-kasus ini menunjukkan pengaruh hiperleukositosis terhadap kadar kalium *in vitro*, yang dapat mengarah pada hasil laboratorium yang rendah atau tinggi palsu. Klinisi harus waspada terhadap kemungkinan kelainan laboratorium palsu ketika dihadapkan dengan pengukuran atau nilai-nilai laboratorium yang bertentangan dengan gambaran klinis. Ketidaksadaran akan fenomena ini dapat mengarah pada prosedur diagnostik yang salah atau tidak perlu dan/atau perawatan yang salah, sehingga menimbulkan risiko yang sebenarnya tidak perlu muncul bagi pasien. Semua klinisi yang merawat pasien dengan leukositosis perlu memikirkan kemungkinan adanya hipokalemia dan/atau hiperkalemia palsu. Masalah pseudohypokalemia dapat dihindari jika plasma atau serum segera dipisahkan dari sel melalui proses sentrifugasi atau jika belum akan dikerjakan, darah sebaiknya disimpan pada suhu 4 °C. Namun, pada masalah pseudohyperkalemia dapat dihindari dengan memantau kalium serum menggunakan sampel kalium plasma (menggunakan antikoagulan heparin) atau kalium POCT (jika tersedia). Kemudian sampel ditransportasikan dengan segera, disentrifugasi dan segera dianalisis pada suhu antara 25-37 °C. Untuk mencegah terjadinya lisis serum, sampel diambil dengan waktu *clenching/tourniquet* minimal, dan dimasukkan dalam tabung lithium heparin.¹²

Kesimpulan

Hiperleukositosis yang sering terjadi pada keganasan hematologi dapat mempengaruhi beberapa hasil pemeriksaan laboratorium seperti kalium, fosfat dan tekanan oksigen arterial. Kami telah

menyajikan dua kasus yang menunjukkan kejadian pseudohyperkalemia dan pseudohypokalemia yang diakibatkan oleh hiperleukositosis pada keganasan hematologi. Semua klinisi yang merawat pasien dengan hiperleukositosis perlu memikirkan kemungkinan adanya hipokalemia dan/atau hiperkalemia palsu. Penemuan mengenai ketidaksesuaian hasil elektrolit dengan kondisi klinis pasien pada keganasan hematologi yang disertai dengan hiperleukositosis dapat mencegah intervensi terapeutik yang tidak tepat.

Daftar Pustaka

1. Islamiah A, Wardhani SO. A 44 Year Old Man with Chronic Myeloid Leukemia and Mass at Right Lower Leg. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 2017; 29(4):383-6.
2. Röllig C, Ehninger G. How I Treat Hyperleukocytosis in Acute Myeloid Leukemia. *Blood*. 2015; 125(21):3246-52.
3. Horr S, Roberson R, Hollingsworth JW. Pseudohypoxemia in a Patient with Chronic Lymphocytic Leukemia. *Respiratory Care*. 2013; 58(3):e31-3.
4. Prasad KN, Manjunath P, Priya L, Sasikumar S. Overcoming The Problem of Pseudohypoxemia in Myeloproliferative Disorders: Another Trick in The Bag. *Indian Journal Of Critical Care Medicine*. 2012; 16(4):210.
5. Polak R, Huisman A, Sikma MA, Kersting S. Spurious Hypokalaemia and Hypophosphataemia due to Extreme Hyperleukocytosis in A Patient with A Haematological Malignancy. *Ann Clin Biochem*. 2010; 47:179–181.
6. Lehnhardt A, Kemper MJ. Pathogenesis, Diagnosis and Management of Hyperkalemia. *Pediatric Nephrology*. 2011; 26(3):377-84.

7. Kotera A, Irie H, Iwashita S, Taniguchi J, Kasaoka S, Sagishima K, et al. Electrocardiogram Findings of Patients with Serum Potassium Levels of Nearly 10.0 Mmol/L: A Report of Two Cases. *Acute Medicine & Surgery*. 2014; 1(4):234-7.
8. Kellerman PS, Thornberry JM. Pseudohyperkalemia due to Pneumatic Tube Transport in A Leukemic Patient. *American Journal of Kidney Diseases*. 2005; 46(4):746-8.
9. Thurlow V, Ozevlat H, Jones SA, Bailey IR. Establishing a Practical Blood Platelet Threshold to Avoid Reporting Spurious Potassium Results due to Thrombocytosis. *Annals of Clinical Biochemistry*. 2005; 42(3):196-9.
10. Jacobsz M, Frantzen L. Pseudohyperkalemia in a Patient with Chronic Myeloid Leukaemia. *South African Family Practice*. 2007; 49(7):50-50.
11. Sevastos N, Theodossiades G, Archimandritis AJ. Pseudohyperkalemia in Serum: A New Insight into An Old Phenomenon. *Clinical Medicine & Research*. 2008; 6(1):30-2.
12. Liamis G, Liberopoulos E, Barkas F, Elisaf M. Spurious Electrolyte Disorders: A Diagnostic Challenge for Clinicians. *American Journal of Nephrology*. 2013;