

# DAMPAK PENUNDAAN PEMISAHAN SERUM DARI SEL DARAH TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN KADAR GLUKOSA DARAH DENGAN METODE HEKSOKINASE

Gading Aryo Putra<sup>1\*</sup>, E.M. Hidayat<sup>\*\*</sup>, dan Maria S. Thadeus<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*)</sup> Program Studi Sarjana Kedokteran, FK UPN "Veteran" Jakarta

<sup>\*\*</sup>) Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran UPN "Veteran" Jakarta

<sup>\*\*\*</sup>) Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran UPN "Veteran" Jakarta

Jl. RS. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan - 12450

Telp. 021 7656971

---

## Abstract

Glucose is the most needed substance for almost all body cells, such as myocyte, neurons, and blood cells. Glucose levels in the body can be examined using blood glucose measurements. This kind of examination is very important in the diagnosis and management of illness which was caused by carbohydrate metabolic disorders. The characteristics of this study was a pre-experimental study with One Group Pretest-Posttest design. The total samples used in this study were 114 responses of one group with consecutive sampling method. The blood glucose levels of the samples are examined at 0 hours as a control, then delayed on serum separation from blood cells up to 4 hours, with blood glucose levels measured on every 1 hour to 4 hours. The study was conducted in the Clinical Laboratory of Amelia Medical Check Up Period of March 2012. Glucose levels measurements performed by using the hexokinase method on Automatic Chemistry Analyzer Mindray 200. The obtained data were analyzed by using repeated anova test. Based on the result of changes in blood glucose level obtained on control group (direct measured) with an average 95 mg/dL. Examination with one hour delayed, glucose levels is 90 mg/dL, decrease for about 5mg/dL. Examination with two hours delayed, glucose levels measured on 86 mg/dL, decrease for about 4mg/dL. Examination with three hours delayed, glucose levels is 82 mg/dL, decrease for about 5mg/dL. Then in the fourth examination by a four-hour delay glucose levels decreased 4mg/dL to 78 mg/dL. From overall obtained data, an average decrease of blood glucose levels are 4.25 mg/dL/hour. The delay separation of serum from blood cells will cause a decrease in the value of the results of blood glucose by hexokinase method.

**Key Words:** blood glucose checks, delay separation

---

## PENDAHULUAN

Pemeriksaan laboratorium klinik merupakan salah satu faktor penunjang yang penting dalam membantu menegakkan diagnosis suatu penyakit. Cara-cara diagnostik dan pengobatan terus menerus berkembang, serta jumlah tes yang diperlukan semakin meningkat dan tersedia. Mereka yang memberi pelayanan kesehatan primer menghadapi tugas yang cukup berat untuk memilih prosedur laboratorium, menafsirkan hasil yang dilaporkan untuk membantu menegakkan diagnosa tersebut agar memperoleh mutu hasil pemeriksaan laboratorium klinik yang berkualitas dan bermanfaat (Widman, Frances K, 1995).

Proses pemeriksaan laboratorium terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap pra-analitik, tahap analitik, dan tahap pasca-analitik. Tiap-tiap tahap harus dilakukan atau dikelola sesuai dengan aturan/prosedur yang telah ditetapkan agar dapat memperoleh hasil pemeriksaan yang sesuai dengan apa yang diharapkan.

Tahap pra-analitik, yang merupakan tahap persiapan yang terdiri dari persiapan penderita, pengambilan sampel, dan pengumpulan sampel, sangat penting, karena bila sampel tidak representatif atau rusak karena cara pengambilan dan cara pengumpulan/penyimpanan yang salah atau tidak tepat, maka dapat mengakibatkan kesalahan dalam menegakkan diagnosa. Salah satu bahan sampel yang banyak digunakan dalam pemeriksaan laboratorium adalah darah (darah lengkap, plasma, dan serum).

---

<sup>1</sup> Kontak Person : **Gading Aryo P.**  
Prodi Sarjana Kedokteran FK  
UPN "Veteran" Jakarta  
Telp. 021 7656971

Pemeriksaan di laboratorium, pengambilan dan penanganan spesimen merupakan salah satu dari serangkaian proses yang dilakukan sebelum melakukan pemeriksaan laboratorium. Agar spesimen memenuhi syarat untuk diperiksa, maka proses pengambilan dan penanganan spesimen harus dilakukan dengan mengikuti kaidah yang benar. Pada proses pengumpulan dan penyimpanan bahan sampel komposisi, kadar zat dalam darah yang akan diperiksa dapat berubah atau berkurang, antara lain sebagai akibat dari hal-hal berikut: penyimpanan yang terlalu lama sehingga terjadi denaturasi protein, penguapan bahan yang mudah menguap, mengalami perubahan menjadi zat lain (melalui proses oksidasi/reduksi, atau hidrolisis) atau sebagai akibat aktivitas metabolisme yang berlangsung terus oleh komponen-komponen di dalam sampel.

Pemeriksaan laboratorium merupakan modalitas diagnostik untuk membantu para klinisi menegakkan diagnosa yang tepat bagi penyakit pasien. Salah satu penyakit yang memerlukan pemeriksaan laboratorium untuk menegakkan diagnosa penyakit adalah diabetes melitus, dimana pemeriksaan yang paling sering dilakukan adalah pemeriksaan terhadap kadar glukosa darah. Pada penelitian pendahuluan pada bulan Juni 2001 di 8 rumah sakit di Jakarta didapatkan 3-5 % permintaan pemeriksaan laboratorium merupakan pemeriksaan glukosa darah.

Pengukuran glukosa sangatlah penting sebagai tindakan diagnosis dan manajemen penyakit yang disebabkan oleh kelainan metabolisme karbohidrat. Glukosa diukur pada darah lengkap, plasma, serum, cairan serebrospinal, cairan pleura, dan urine untuk variasi dari tujuan diagnosis dan manajemen (Sacher, 2004).

Dasar pentingnya pemeriksaan glukosa darah harus dilakukan secara tepat dan cepat adalah karena glukosa merupakan zat yang esensial bagi kelangsungan sel yang masih aktif melakukan metabolisme untuk menghasilkan energi, seperti sel otot maupun sel darah. Dalam hal ini, sel yang memanfaatkan glukosa darah secara aktif meski telah berada di luar tubuh adalah sel darah, baik sel darah merah maupun sel darah putih. Penggunaan glukosa untuk metabolisme sel-sel darah inilah yang mengakibatkan kadar glukosa darah dapat mengalami penurunan, meski sampel darah telah diambil dan berada di luar tubuh. Menurut Weissman, glukosa darah yang telah diambil dari spesimen, dimetabolisme pada suhu ruangan dengan kecepatan rata-rata 7mg/dL/jam

(0.4 mmol/L/jam); pada suhu 4°C, kehilangan berkisar 2 mg/dL/jam (McPherson, 2006). Rata-rata metabolisme meningkat pada kasus dengan kontaminasi bakterial atau leukositosis.

## Pencernaan dan Metabolisme Karbohidrat

Memaksimalkan peran karbohidrat sebagai sumber energi utama, karbohidrat melalui serangkaian proses untuk dapat dimanfaatkan oleh tubuh, yang disebut sebagai proses pencernaan. Pertama-tama karbohidrat diserap sebagai monosakarida di duodenum dan jejunum usus halus. Glukosa dan galaktosa melewati mikrovili dan masuk ke dalam aliran darah dengan cara transpor aktif, sedangkan fruktosa dengan cara difusi. Protein pembawa glukosa dan galaktosa merupakan SGLT1 yang mentransportasi glukosa dan galaktosa dari permukaan usus halus ke dalam *brush border enterocyte* dengan bantuan energi dari gradien Na dan GLUT2 yang secara pasif memindahkan monosakarida melewati membran sel, kemudian monosakarida tersebut berdifusi ke saluran darah kapiler. Untuk fruktosa, protein pembawanya juga ada 2 macam, yaitu GLUT5 yang membawa fruktosa menembus *brush border* dan GLUT2 yang secara pasif memindahkan fruktosa melewati membran sel.

Glukosa dibawa ke hati melalui pembuluh darah vena porta, setelah itu disebarluaskan ke seluruh jaringan tubuh yang memerlukannya. Terdapat lima jalur metabolisme glukosa. (1) Glikolisis, yaitu perubahan glukosa menjadi asam piruvat; (2) glukoneogenesis, yaitu sintesis glukosa dari sumber non-karbohidrat; (3) glikogenesis, yaitu pembentukan glikogen dari glukosa; (4) glikogenolisis, yaitu pemecahan glikogen menjadi glukosa; (5) jalur pentosa fosfat, yaitu perubahan glukosa menjadi pentosa.

Glikolisis, dapat dipandang sebagai tahap pertama proses respirasi (anaerobik) di dalam sel yang terjadi di dalam sitosol dimana glukosa dioksidasi menjadi asam piruvat; atau sebagai proses pembentukan energi (ATP) dalam keadaan anaerobik dimana glukosa dioksidasi menjadi asam piruvat yang kemudian diubah menjadi asam laktat. Dari proses glikolisis ini akan dihasilkan 2 ATP. Sebagian kecil dari glukosa tersebut disimpan dalam hati dan otot dalam bentuk glikogen sebagai cadangan energi. Kapasitas pembentukan glikogen ini terbatas, sehingga sebagian kelebihan glukosa tersebut akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak.

Glikogen dalam hati atau otot akan dipecah menjadi glukosa apabila kebutuhan glukosa dalam tubuh akan melebihi ketersediaan glukosa dalam darah. Dalam keadaan kekurangan oksigen, tidak semua glikogen otot dapat dikonversi menjadi glukosa, sebagian akan dibentuk menjadi asam laktat. Tetapi kemudian hati dapat mengubah asam laktat tersebut menjadi glukosa.

Jika kebutuhan sel-sel tubuh akan glukosa lebih besar dari yang tersedia dalam darah atau glikogen, maka sumber-sumber non-karbohidrat seperti protein, gliserol dan asam-asam lemak, akan diubah menjadi glukosa.

Beberapa molekul glukosa harus digunakan untuk membentuk senyawa baru, yaitu NADPH, yang diperlukan untuk sintesis asam lemak. Selain itu, glukosa dapat diubah menjadi pentosa, terutama ribosa yang diperlukan untuk sintesis DNA dan RNA. Bila karbohidrat dikonsumsi melebihi kebutuhan tubuh akan energi atau pembentukan senyawa-senyawa lain, maka kelebihannya akan dikonversi menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak (Muchtadi, 2009).

### Glukosa Darah

Karbohidrat dalam bentuk monosakarida yang terdapat dalam darah (Baron, 1984), dan glukosa hasil dari proses pencernaan yang beredar dalam sirkulasi darah, disebut sebagai glukosa darah. Kandungan glukosa yang terdapat di dalam darah harus dapat dipertahankan konsentrasi pada batas-batas tertentu, yaitu 70-120 mg/dL dalam keadaan puasa untuk memaksimalkan fungsinya. Bila gula darah naik diatas 170 mg/dL, gula akan dikeluarkan melalui urine. Bila sebaliknya gula darah turun hingga 40-50 mg/dL, kita akan merasa pusing, lemas dan lapar. Kadar glukosa darah yang dapat berubah seiring perubahan yang terjadi di tubuh, dan besarnya asupan glukosa, juga dipengaruhi oleh enzim dan hormon tertentu dari organ-organ yang dapat mempengaruhi metabolisme glukosa.

### Metabolisme Glukosa dalam Eritrosit

Karbohidrat merupakan zat kimia yang terdapat dalam berbagai bentuk, antara lain gula sederhana atau monosakarida dan unit-unit kimia yang kompleks, disakarida dan polisakarida (Price, 2005).

Eritrosit atau sel darah merah, mewakili 40-45% dari volume darah dan lebih dari 90% dari elemen pembentuk (eritrosit, leukosit, dan trombosit) dalam darah. Sel darah merah, secara struktur dan

metabolik adalah sel paling sederhana di dalam tubuh, dan merupakan produk akhir pematangan retikulosit di sumsum tulang. Karena sel darah tidak mampu mengoksidasi lemak, proses aktivitas mitokondria, dan sel darah merah akhirnya secara khusus menggunakan glukosa darah sebagai bahan bakar utama. Metabolisme glukosa di sel darah merah dilakukan secara anaerobik, meskipun peran utama sel darah merah adalah pada transportasi dan penerimaan oksigen, bukan pada penggunaannya (Baynes, 2009).

Aktivitas metabolik glukosa aktif yang dilakukan oleh sel darah merah, menghasilkan energi yang digunakan untuk pompa ion melawan gradien elektrokimia dan untuk mempertahankan hemoglobin dari pengurangan bentuk (Beutler, 2000).

Glukosa dimetabolisme oleh eritrosit melalui 2 jalur utama; jalur glikolisis dan hexomonophosphate shunt. Langkah di dalam jalur ini sama dengan apa yang ditemukan di dalam jaringan dan di organisme lain, termasuk yang terjadi secara relatif sederhana di *Eschericia Coli* dan *Yeast*. Tidak seperti kebanyakan selain, sel darah merah tidak memiliki siklus asam sitrat. Hanya retikulosit mempertahankan beberapa kapasitas untuk memecahkan piruvate ke CO<sub>2</sub> dengan kehadiran perantara produksi efisien tinggi dari ATP. Sel darah merah dewasa harus memenuhi dirinya sendiri dengan melakukan pembentukan energi dari glukosa melalui glikolisis anaerob (Beutler, 2000). Sebelum glukosa dapat dimetabolisme oleh sel darah merah, glukosa harus melalui membran. Membran mengandung perantara yang dapat menggabungkan glukosa dan gula lain di permukaan sel dan melepaskan mereka di dalam permukaan membran (Beutler, 2000).

### Pemeriksaan Glukosa Darah

Metode pemeriksaan gula darah terdiri dari metode reduksi, dan enzimatik. Yang paling sering dilakukan adalah metode enzimatik, yaitu metode glukosa dehidrogenase, glukosa oksidase (GOD) dan metode heksokinase (McPherson, 2006). Metode GOD banyak digunakan saat ini. Akurasi dan presisi yang baik (karena enzim GOD spesifik untuk reaksi pertama), tapi reaksi kedua rawan interferen (tak spesifik). Interferen yang bisa mengganggu antara lain bilirubin, asam urat, dan asam askorbat.

Metode heksokinase merupakan metode yang secara umum diterima. Metode ini memiliki akurasi

dan presisi yang sangat baik dan merupakan metode referensi, karena enzim yang digunakan spesifik untuk glukosa (McPherson, 2006). Untuk mendiagnosis DM, digunakan kriteria dari konsensus Perkumpulan Endokrinologi Indonesia tahun 2011 (PERKENI 2011) yaitu penggunaan metode enzimatis untuk pemeriksaan glukosa darah. Selain itu, metode ini merupakan metode pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan oleh WHO dan IFCC. Pada metode heksokinase ini digunakan 2 macam enzim spesifik, yaitu Heksokinase dan G6PD sehingga hasil yang diperoleh sangat baik.

### Serum Darah

Sejumlah darah yang dimasukkan ke dalam wadah (tabung) dan dibiarkan 15 menit maka darah tersebut akan membeku dan selanjutnya akan menciut akibat keluarnya cairan serum dari dalam beku, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Lapisan jernih berwarna kuning muda yang berada di bagian atas dari tabung disebut sebagai serum (Evelyn, 2004).

Sel-sel yang menyusun unsur figuratif dari darah berbeda dalam keadaan berbeda setelah pemisahan dengan kedua cara tersebut (serum dan plasma). Dalam pembuatan serum, sel-sel darah menggumpal secara baur dan terjebak dalam suatu anyaman yang luas dan kontraktif dari jaringan serat-serat fibrin. (Sadikin, 2001). Glukosa darah dapat diperiksa menggunakan bahan serum, plasma, dan darah lengkap (Hardjoeno, 2003).

Dahulu glukosa disebut dengan kadar dalam darah lengkap, tetapi sekarang bagian terbesar dari laboratorium menyebut konsentrasi itu dalam serum. Serum mengandung lebih banyak air dari darah lengkap dan karena itu serum berisi lebih banyak glukosa dari darah lengkap. Sebagai faktor konversi 1,15 dapat dipakai untuk mengubah kadar gula dalam darah lengkap ke kadar dalam serum atau plasma (Widmann, 1995).

Glukosa berdifusi secara bebas antara air dan sel dan air plasma serta perbedaan kandungan air sel dan plasma menyebabkan konsentrasi glukosa yang diukur di dalam plasma 10-15% lebih tinggi daripada yang di dalam serum (Baron, 1984).

Serum harus segera dipisahkan dari sel-sel darah sebab eritrosit dan leukosit dalam darah yang sudah di luar tubuh tetap merombak glukosa untuk metabolismenya. Karena baik eritrosit maupun leukosit memiliki enzim glikolitik, sehingga glukosa akan dikonsumsi dan konsentrasi glukosa akan menurun dengan seiring waktu. Darah yang berisi

banyak leukosit mungkin secara artifisial menurunkan kadar glukosa. Pemisahan yang cepat, dan pendinginan akan mencegah terjadinya glikolisis (McMillin, 1990). Stjernholm menyatakan bahwa penggunaan glukosa oleh leukosit dapat mencapai 0,5 umol/108/jam, sehingga nampak jelas apabila jumlah sel ini meningkat dapat menyebabkan penurunan dari kadar glukosa darah (Beutler, 2000). Pada suhu lemari es kadar glukosa dalam serum tetap sama sampai 24 jam, tanpa kontaminasi bakterial dapat bertahan lebih lama dari itu.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis pra-eksperimen dengan rancangan *One Group Pretest-Posttest Design*, dengan hanya satu kelompok yang mengalami perlakuan, dan diamati sebelum dan sesudah pemberian perlakuan (Sastroasmoro, 2008). Dengan melakukan pengamatan pertama pada sampel dan melakukan pengamatan kedua setelah sampel diberikan perlakuan dalam bentuk penundaan pemisahan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Klinik Medical Check Up Amelia.

Data yang dikumpulkan selama penelitian merupakan data primer, meliputi data pemeriksaan kadar glukosa darah dengan kriteria kadar gula darah sewaktu normal <140 mg/dl sebagai variabel kontrol (0 jam), dan pemeriksaan kadar glukosa darah pada sampel yang mengalami penundaan hingga 4 jam. Seluruh data yang digunakan, diperoleh dari pasien Laboratorium Amelia Medical Check Up yang melakukan pemeriksaan glukosa darah.

Pengambilan spesimen didasarkan kepada penggunaan darah yang digunakan dalam pemeriksaan *medical check up* pasien, yaitu pemeriksaan glukosa darah, darah yang telah diambil dimasukkan kedalam dua tabung *vacutainer*, dimana *vacutainer* pertama berisi 3cc darah digunakan untuk kepentingan *medical check up*, dan *vacutainer* kedua digunakan untuk kepentingan pemeriksaan glukosa darah. Sampel pada *vacutainer* kedua diperiksa secara langsung (0 Jam) setelah mengalami pengendapan dan pada *vacutainer* pertama dilakukan pemeriksaan lainnya untuk dilihat apakah syarat kriteria inklusi (meliputi nilai sel darah merah, dan sel darah putih) terpenuhi atau tidak, data yang diperoleh dari pemeriksaan *vacutainer* pertama adalah data sekunder, dimana pemeriksaan dilakukan untuk tujuan *medical check up*. Sedangkan untuk pemeriksaan tunda pemisahan serum dari sel darah

selama 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam, masing-masing pemeriksaan tersebut dilakukan dengan mengambil serum dari tabung kedua sesuai dengan waktu yang ditentukan, kemudian diperiksa. Serum yang menjadi bahan penelitian diperiksa dengan alat *Automatic Chemistry Analyzer 200 Mindray* dengan metode heksokinase. Data kadar glukosa darah yang diperoleh kemudian dikumpulkan, dan dikelompokkan berdasarkan terpenuhi atau tidaknya kriteria inklusi untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk melihat besar perubahan yang terjadi, dan bermakna atau tidakkah perubahan kadarnya. Data pemeriksaan glukosa darah sewaktu yang mengalami sistem pooling didapatkan dari data sekunder yang dilakukan untuk kepentingan medical check up, dan dianalisa perubahan yang terjadi dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian.

Seluruh populasi sebanyak 114, diambil menjadi bagian dalam penelitian sesuai dengan teknik sampling jenuh. Kemudian seluruh populasi diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ada, sehingga didapatkan keseluruhan sampel yang memenuhi syarat kriteria adalah 88 sampel.

Uji statistik yang digunakan adalah uji *repeated anova*, uji ini dipilih karena jumlah kelompok lebih dari dua dan masing-masingnya berpasangan. Sesuai dengan syarat uji *repeated anova* maka peneliti terlebih dahulu memeriksa apakah distribusi data normal dengan melihat pada tabel uji normalitas *Kolgomorov-Smirnov*. Dimana apabila nilai  $p >$  dari 0.05 maka distribusi dinyatakan normal. Pada uji *repeated anova* dilihat nilai signifikansi yang diperoleh, apabila lebih kecil dari 0.05 maka dapat ditarik kesimpulan bahwa paling tidak terdapat dua pengukuran yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian besaran nilai kadar glukosa darah dari specimen, diperlihatkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kadar Glukosa Darah

	N	Minim	Maks	Rata-rata
0 Jam (Kontrol)	88	93	98	95
Tunda 1 Jam	88	88	92	90
Tunda 2 Jam	88	84	88	86
Tunda 3 Jam	88	80	84	82
Tunda 4 Jam	88	76	80	78
Sistem Pooling	88	70	75	74

Hasil penelitian diperoleh data tentang besaran nilai kadar glukosa darah dari spesimen. Adapun pada besaran nilai yang diperoleh pada spesimen yang dilakukan pemeriksaan langsung (0

jam) adalah sebesar 95 mg/dL, pada pemeriksaan spesimen yang telah mengalami penundaan pemisahan selama 1 jam, didapatkan kadar glukosa darah sebesar 90 mg/dL, hal ini berbeda dengan yang diungkapkan Gambino di tahun 2007, yang menyatakan bahwa penurunan kadar glukosa pada jam pertama setelah pengambilan sampel adalah identik. Pada pemeriksaan spesimen yang telah mengalami penundaan pemisahan selama 2 jam, didapatkan kadar glukosa darah sebesar 86 mg/dL, kemudian pada pemeriksaan spesimen yang telah mengalami penundaan pemisahan selama 3 jam, didapatkan kadar glukosa darah sebesar 82 mg/dL, serta pada pemeriksaan spesimen yang telah mengalami penundaan pemisahan selama 4 jam, didapatkan kadar glukosa darah sebesar 78 mg/dL.

Hasil uji statistik menggunakan uji *repeated annova* menunjukkan bahwa ada perbedaan yang bermakna  $p = 0,000$  ( $p < 0.05$ ) antara kadar glukosa dari darah yang diperiksa langsung dengan darah yang mengalami penundaan pemisahannya baik dengan waktu tunda selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, maupun 4 jam. Dari gambaran keseluruhan mengenai perbedaan antara kadar glukosa dari darah yang diperiksa langsung, dengan darah yang mengalami penundaan pemisahannya didapatkan besar nilai  $p = 0,000$  yang berarti ada perbedaan bermakna. Adapun besar penurunan kadar glukosa darah yang mengalami penundaan pemisahan tiap jamnya dalam kurun waktu 4 jam adalah sebesar 4,25 mg/dL/jam. Dimana hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah daripada nilai yang dinyatakan oleh Weissman, seperti dikutip McPherson pada tahun 2006, yaitu terjadi penurunan sebesar 7 mg/dL/jam dalam suhu ruangan. Safitri pada tahun 2009, dalam penelitian kadar gula yang langsung diperiksa dan yang ditunda selama 24 jam dalam suhu kamar, mendapatkan besar penurunan kadar glukosa darah selama 24 jam, adalah sebesar 33 mg/dL. Hal ini mungkin saja terjadi akibat perbedaan dari kriteria inklusi yang digunakan oleh peneliti, pemilihan kriteria inklusi yang meliputi kadar gula darah sewaktu yang normal, membantu peneliti untuk menyingkirkan kemungkinan terdapatnya kelainan metabolisme glukosa, seperti diabetes melitus. Selain itu, nilai total sel darah merah, dan sel darah putih yang normal juga menjadi kriteria pengambilan sampel pada penelitian ini, karena peneliti ingin menyingkirkan kemungkinan adanya penurunan kadar glukosa darah yang dipengaruhi kondisi-kondisi patologis, seperti jumlah sel darah merah

maupun putih yang berlebihan akibat adanya infeksi maupun gangguan yang dialami oleh tubuh pemberi sampel, hal tersebut dipilih karena diketahui bahwa kedua jenis sel tersebut yang terkandung dalam spesimen darah, dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar. Penurunan semacam ini sering terjadi pada kondisi pasien dengan hiperleukositosis, bahkan sampai menyebabkan kondisi hipoglikemia pada sampel *in-vitro* (Gabbay, 2006). Selain itu penanganan spesimen dan penggunaan peralatan yang tidak steril dapat memungkinkan spesimen terkontaminasi bakteri yang dapat pula menyebabkan penurunan kadar glukosa darah.

Penurunan ini diketahui dapat terjadi karena sel darah sebagai sel hidup, tetap membutuhkan sumber penghasil energi untuk kelangsungan hidupnya, dan glukosa yang terkandung dalam darahnya yang menjadi sumber energi tersebut. Kondisi yang ada ini menunjukkan kadar glukosa yang terkandung di dalam darah, baik yang masih berada di dalam tubuh maupun di luar tubuh, dapat mengalami penurunan akibat penggunaan yang secara aktif dilakukan oleh sel darah. Kondisi berbeda terjadi mengenai kontrol untuk mempertahankan kadar glukosa darah. Glukosa darah di dalam tubuh, secara berkesinambungan diatur kadarnya oleh sistem hormonal untuk menjaga agar tidak terjadi suatu kondisi ketidakseimbangan kadar glukosa. Pengaturan kadar ini dapat secara jelas kita lihat baik dalam kondisi glukosa darah yang berlebihan maupun kekurangan. Kondisi glukosa darah yang berlebihan, tubuh akan mengirimkan sinyal untuk penggunaan dan konversi glukosa ke bentuk lain, sebut saja pembentukan glikogen di otot dan hati. Sedangkan pada kondisi kekurangan glukosa darah, tubuh akan merespon dengan mengupayakan segala cara untuk meningkatkan kadar glukosa dalam darah, baik dengan pemecahan glikogen di otot dan hati, maupun pembentukan glukosa dari senyawa selain karbohidrat. Sedangkan untuk darah yang telah berada di luar tubuh, tubuh tidak mempunyai respon untuk meningkatkan maupun menurunkan kadar glukosa darah tersebut, glukosa darah yang ada hanya akan secara terus menerus digunakan oleh sel-sel yang tersisa dalam darah tersebut untuk kelangsungan proses hidupnya, sehingga sangatlah jelas bahwa penurunan kadar glukosa darah tidak akan terelakkan apabila darah telah dikeluarkan dari tubuh. Meskipun berada di luar tubuh, sel darah merah dan sel darah putih tetap mampu bertahan

hidup beberapa waktu dikarenakan masih tersedianya sumber energi untuk mereka mempertahankan diri.

Sebuah sel darah merah tidak mempunyai mitokondria sebagai organel utama dalam proses pemanfaatan glukosa menjadi sumber energi, tetapi sel darah merah masih mampu memaksimalkan penggunaan glukosa itu melalui proses secara anaerobik. Sehingga fungsi utama sel darah merah sebagai pengangkut oksigen tidak akan terganggu dengan kebutuhan sendiri (Baynes, 2009). Glukosa yang ada di dalam darah akan masuk ke dalam sel darah merah secara difusi terfasilitasi melalui GLUT1, dan akan mengalami proses glikolisis dan jalur pentosa fosfat di sitosol untuk menghasilkan energi. Proses ini akan berlangsung terus menerus hingga kadar glukosa darah habis atau sel darah merah mengalami kerusakan.

Kadar glukosa darah yang didapatkan dari hasil pemeriksaan dengan sistem pooling menunjukkan sebuah perbedaan yang sangat bermakna ( $p < 0.05$ ), dikarenakan pemeriksaan yang dilakukan terpisah dari pemeriksaan penelitian utama, dan mendapatkan penanganan sampel yang berbeda. Sehingga hasil yang diperoleh dengan sangat jelas menunjukkan perbedaan yang signifikan karena pada sistem pooling, darah bisa ditunda pemeriksaannya dengan waktu yang tidak ditentukan, baik hanya penundaan beberapa jam bahkan hingga 24 jam.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dalam penelitian dampak penundaan pemisahan terhadap hasil pemeriksaan kadar glukosa darah menunjukkan beberapa hal sebagai berikut; (1) Terdapat perbedaan nilai yang bermakna antara kadar glukosa dari darah yang diperiksa langsung, dengan darah yang mengalami penundaan pemisahan. (2) Terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar glukosa darah yang diperiksa langsung, dengan kadar glukosa darah yang diperiksa dengan sistem pooling. (3) Besar penurunan nilai kadar glukosa darah yang terjadi pada darah yang mengalami penundaan pemisahan adalah sebesar 4,25 mg/dL/jam pada suhu ruangan.

Merujuk kondisi yang terjadi pada keadaan diatas, diharapkan bagi para praktisi kesehatan agar memperhatikan pentingnya prosedur penanganan spesimen yang baik dan benar, agar diperolehnya hasil pemeriksaan laboratorium yang tepat guna. Selain itu, bagi para penanggung jawab laboratorium

kesehatan agar senantiasa melakukan tindakan pemantapan mutu sumber daya laboratorium dan prosedur pemeriksaan guna menghindari kesalahan-kesalahan hasil pemeriksaan yang dapat merugikan masyarakat sebagai konsumen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Baron, D.N. 1984. *Patologi Klinik*. Edisi Keempat. Alih bahasa Petrus dan Gunawan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Baynes, John. 2009. *Medical Biochemistry*, ed3. Edinburgh: Mosby Elsevier.
- Beutler, Ernest. 2000. *Williams Hematology: Energy Metabolism And Maintenance Of Erythrocytes, Seventh Edition*. McGraw-Hill Companies Inc, USA.
- Community Research Program. 2012. *Buku Pedoman Skripsi*. Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.
- Evelyn, C.P. 2004. *Anatomi dan Fisiologi Paramedis*. Jakarta : Gramedia Pustaka.
- Gabbay, Robert A. 2006. *Pseudohypoglicemia*. <http://globalmed.com/opt/MedicalStudentdotcom/www.emedicine.com/med/topic1939.htm> [25 Juli 2012]
- Gambino, Raymond. 2007. *Glucose: A Simple Molecule That Is Not Simple to Quantify*. Clinical Chemistry. December. vol. 53 no. 12 2040-2041
- Ganong, William.F. 2002. *Buku ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 20. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Gibson, John. 1995. *Anatomi dan Fisiologi Modern*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hardjoeno. H. 2003. *Interpretasi Hasil Tes Laboratorium Diagnostik*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- McMillin, J. Michael. 1990. *Chapter 141: Blood Glucose*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK248/> [5 Juli 2012]
- McPherson, Richard. 2006. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, 21ed*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Muchtadi, Deddy. 2009. *Pengantar Ilmu Gizi*. Bandung: Alfabeta.
- Murray RK, Granner DK, Rodwell VW. 2003. *Harper's Illustrated Biochemistry, ed26*. Toronto: McGraw-Hill. Page.186.
- Notoatmodjo S. 2005. *Metodologi penelitian kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- PERKENI. 2011. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe2*.
- Price, S. A., Wilson, Lorraine M., 2005. *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sacher, R., McPherson,A., & Richard. 2004. *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sadikin, M. 2001. *Biokimia Darah*. Jakarta: Widya Medika.
- Safitri, Maya. 2009. *Perbedaan Kadar Gula Darah pada Serum yang Langsung Diperiksa dan Ditunda selama 24 Jam pada Suhu Kamar*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Sastroasmoro, Sudigdo. 2008. *Dasar – dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Edisi 3. Jakarta: Sagung Seto.
- Sopiyudin, Dahlan. 2009. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Surya Atmadja, M. 2003. *Pendidikan Berkesinambungan Patologi Klinik 2003*. Jakarta: Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Widmann, Frances K. 1995. *Tinjauan klinis atas hasil pemeriksaan laboratorium*. Edisi 9. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.