

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tentang Glukosa

2.1.1 Pengertian Glukosa

Glukosa adalah pusat dari semua metabolisme, karena merupakan bahan energi utama untuk otak yang diperoleh melalui proses pemecahan karbohidrat yang dikonsumsi melalui makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot (marks, *et. al*, 2006). Glukosa adalah karbohidrat sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi bentuk sederhana.



Gambar 2.1 Reaksi antara CO₂ dan H₂O
(Murray, 1999)

Manfaat glukosa adalah dapat diubah menjadi glikogen lalu disimpan dalam hati dan otot dan dipakai jika diperlukan, juga dapat diubah menjadi lemak dan disimpan sebagai jaringan adiposa (Murray, 1999). Selain itu gula darah akan menghasilkan asam piruvat dan bisa digunakan menjadi energi untuk aktifitas sel dengan bantuan adenosin triphosphate (Wiyono, 1999).

Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen yaitu humoral faktor seperti hormon insulin, glukagon dan kortisol sebagai sistem reseptor di otot dan sel hati. Faktor eksogen antara lain jenis dan jumlah yang dikonsumsi serta aktifitas yang dilakukan (Lestari *et. al*, 2013).

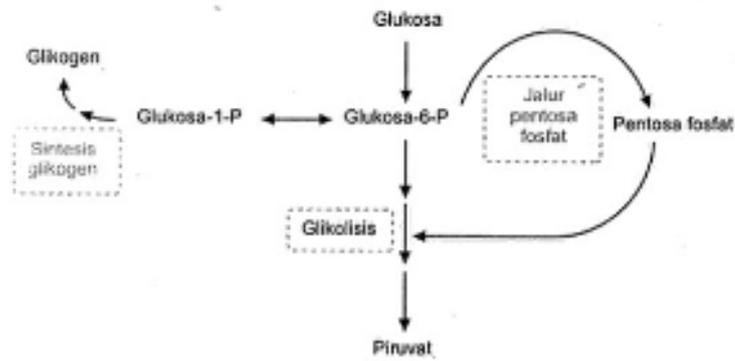
Kekurangan Glukosa Darah (hipoglikemia) seperti kekurangan oksigen, yang akan mengakibatkan gangguan fungsi otak, kerusakan jaringan, bahkan kematian jaringan jika terjadi secara berkepanjangan (Wiyono, 1999). Sedangkan kelebihan glukosa darah (hiperglikemia) dapat mengakibatkan obesitas, gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, protein sebagai akibat infusensi insulin. Hiperglikemia menjadi salah satu penyebab penyakit Diabetes Melitus (Waspadji, 2002).

Normalnya kadar gula dalam darah berkisar antara 70-150 mg/dl {(millimoles/ liter (satuan unit United Kingdom)} atau 4-8 mmol/l {milligrams/deciliter (satuan unit United State)}, dimana 1 mmol/l = 18 mg/dl (Hartini, 2009).

2.1.2 Metabolisme Glukosa

Glukosa merupakan proses dari pemecahan karbohidrat yang didapatkan melalui makanan yang dikonsumsi. Karbohidrat makanan diubah menjadi glukosa, galaktosa, dan fruktosa di saluran cerna. Monosakarida diserap dari usus halus kemudian didistribusi ke jaringan tempat zat tersebut dimetabolis. Setelah dibawa ke dalam sel, glukosa mengalami fosforilasi oleh suatu heksokinase menjadi glukosa 6-fosfat.

Glukosa 6-fosfat kemudian dapat masuk ke sejumlah jalur metabolik. Tiga jalur yang biasa terdapat pada semua jenis sel adalah glikolisis, jalur pentosa-fosfat, dan sintesis glikogen. Di dalam jaringan fruktosa dan galaktosa diubah menjadi zat antara metabolisme glukosa. Dengan demikian, nasib gula-gula ini sejajar dengan nasib yang dialami glukosa (Marks, 2006).



Gambar 2.2 Jalur Utama Metabolisme Glukosa

(Marks, 2006)

Melalui lintasan glikolisis, glukosa dimetabolisme menjadi piruvat dan laktat di dalam semua sel manusia. Glukosa di metabolisme menjadi piruvat dan laktat didalam semua sel manusia melalui lintasan *glikolisis*. Glukosa merupakan substrat yang unik karena *glikolisis* bisa terjadi dalam keadaan tanpa oksigen (*anaerob*), ketika produk akhir glukosa tersebut berupa laktat, meskipun demikian, jaringan yang dapat menggunakan oksigen (*aerob*) mampu memetabolisme piruvat menjadi Asetil-KoA, yang dapat memasuki siklus asam sitrat untuk menjalani proses oksidasi sempurna menjadi CO_2 dan H_2O dengan pelepasan energi bebas dalam bentuk ATP pada proses fosforilasi oksidatif. Jadi, glukosa merupakan bahan bakar utama pada banyak jaringan tubuh. Akan tetapi, glukosa juga mengambil bagian dalam sejumlah proses lain, misalnya konversi menjadi polimer tersimpannya, *glikogen* khususnya didalam otot rangka dan hati, selain itu glukosa dapat diproduksi dari precursor bukan karbohidrat misalnya asam piruvat yang disebut dengan *Glukoneogenesis*. Glukosa yang tersimpan didalam otot rangka dan hati bentuk *glikogen* akan diubah menjadi glukosa melalui proses *glikogenolisis* (Poedjiadi A, 1994).

a. Glikolisis.

Glikolisis merupakan proses tahap awal metabolisme konversi glukosa menjadi energi di dalam tubuh yang berlangsung secara anaerob. Proses glikolisis berlangsung menggunakan bantuan 10 jenis enzim yang berfungsi sebagai katalis di dalam sitoplasma yang terdapat dalam sel eukaryotik. Dalam mengkonversi glukosa menjadi produk akhir berupa piruvat merupakan inti dari keseluruhan proses glikolisis.

Pada proses glikolisis, 1 molekul glukosa yang memiliki 6 atom-karbon pada rantainya ($C_6H_{12}O_6$) akan terpecah menjadi produk akhir berupa 2 molekul piruvat yang memiliki 3 atom karbon ($C_3H_3O_3$). Hasil dari proses ini yaitu terbentuknya beberapa senyawa antara seperti Glukosa 6-fosfat dan fruktosa 6-fosfat.

Proses glikolisis ini menghasilkan molekul ATP serta molekul NADH (1 NADH3 ATP). Molekul ATP yang terbentuk diekstrak oleh se-sel tubuh sebagai komponen dasar sumber energi. Melalui proses glikolisis ini, 4 buah molekul ATP dan 2 buah molekul NADH (6 ATP) akan dihasilkan serta pada awal tahapan prosesnya akan mengkonsumsi 2 buah molekul ATP sehingga total 8 buah ATP akan dapat terbentuk (Irawan, 2007).

b. Glikogenesis.

Glikogenesis adalah proses pembentukan *glikogen* dari glukosa, disimpan di hati dan otot. Apabila glukosa berlebihan, maka glukosa disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan jaringan otot. Glikogen dalam hati dapat pula dibentuk dari asam laktat dari proses glikolisis.

c. Glikogenolisis

Pemecahan molekul glikogen menjadi glukosa, proses ini kebalikan dari reaksi glikogenesis.



Dalam hati glukosa-1-fosfat diubah menjadi glukosa-6-fosfat, kemudian diubah menjadi glukosa dan fosfat oleh enzim fosfatase, enzim katalis pada reaksi glikogenolisis. Ada dua macam fosforilase, yaitu fosforilase a) bentuk aktif, dan fosforilase b) bentuk tidak aktif yang dapat diaktifkan. Aktivasi fosforilase b berlangsung oleh adanya fosfokinase, ATP dan ion Mg^{++} (Poedjiadi A, 1994).

d. Glukoneogenesis.

Proses sintesis glukosa dari senyawa non-karbohidrat (asam amino dan laktat). Asam laktat yang terbentuk dalam proses glikolisis dibawa oleh darah ke hati, diubah menjadi glukosa kembali melalui serangkaian proses glukoneogenesis atau pembentukan glukosa baru dari non-Karbohidrat (Poedjiadi A, 1994).

2.2 Diabetes Melitus

2.2.1 Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes melitus berasal dari bahasa Yunani diabainein yang berarti tembus atau pancuran air, dan kata Latin Mellitus, yang berarti rasa manis yang dikenal sebagai kencing manis (Darmono, 1999). Penyakit diabetes melitus (DM) yang juga dikenal sebagai penyakit gula darah adalah golongan penyakit kronik dengan ditandai peningkatan kadar gula dalam darah sebagai gangguan sistem metabolisme dalam tubuh, dimana organ pankreas tidak lagi mampu memproduksi hormon insulin sesuai kebutuhan tubuh (Tjokroprawiro, 1992).

Insulin merupakan salah satu hormon yang diproduksi oleh pankreas yang bekerja untuk mengontrol kadar gula dalam darah. Insulin dibutuhkan untuk mengubah karbohidrat, lemak, dan protein menjadi energi yang dibutuhkan manusia. Hormon insulin berfungsi menurunkan kadar gula dalam darah (Tjokprawiro, 1992).

2.2.2 Klasifikasi DM

a. Diabetes mellitus tipe 1 (IDDM = *Insulin Dependent Diabetes Melitus*)

Diabetes melitus tipe I adalah kondisi dimana sel β dalam kelenjar pulau Langerhans dihancurkan oleh reaksi autoimun dalam tubuh. Akibatnya akan terjadi sangat rendahnya produksi insulin (10% di bawah produksi insulin normal). Pada tahap ini, insulin tidak lagi sanggup untuk menurunkan kadar gula dalam darah dengan cepat saat seseorang mengkonsumsi makanan. Kadar gula darah akan semakin tinggi karena hilangnya fungsi lain dari insulin sendiri, yaitu fungsi untuk menghentikan produksi glukagon, saat kadar gula darah tinggi. Bila kadar gula darah mencapai di atas 180 mg/dl sebagian dari glukosa akan dikeluarkan bersama urin.

Pada DM tipe I penderita mengalami gangguan pada produksi hormon insulin oleh suatu bagian dari limpa. Sedangkan fungsi dari hormon insulin untuk membantu masuknya glukosa darah ke dalam sel. Akibatnya glukosa darah tidak mampu masuk kedalam sel. Sehingga sel kekurangan glukosa.

Pada penderita DM tipe I belum diketahui secara pasti penyebabnya, karena pankreas penderita tidak menghasilkan hormon insulin sejak lahir. Penderita DM tipe I dari muda sampai tua tergantung dari hormon insulin buatan,

yang harus disuntikkan pada saat-saat tertentu. Apabila penderita tidak mendapat suntikan insulin secara teratur, maka penderita akan mati karena tubuh tidak dapat bertahan dalam kondisi kadar gula yang terlalu tinggi (Saleh, 2014).

b. Diabetes mellitus tipe 2 (NIDDM = *Non Insulin Dependent Diabetes Melitus*)

Diabetes melitus tipe II adalah diabetes yang paling umum ditemui. Pada penderita DM tipe II ini, pankreas masih dapat memproduksi insulin tetapi tidak berfungsi secara semestinya. Hormon insulin pada penderita ini tidak sanggup memberikan efek atau reaksi terhadap sel dari tubuh untuk mengurangi gula.

Pada diabetes tipe ini, orang yang bersangkutan tidak mengalami kerusakan pada sel-sel penghasil insulin yang terdapat dalam pankreasnya. Apabila diteliti orang tersebut menghasilkan insulin, namun insulin tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Penderita DM tipe II biasanya resisten terhadap insulin, yang jika berlangsung lama akan mengurangi jumlah dari sel β dan pada akhirnya penderita mendapatkan perlakuan yang sama dengan penderita DM tipe I yakni injeksi insulin.

c. Diabetes melitus tipe III atau diabetes gestational

DM tipe III merupakan diabetes yang terjadi pada saat kehamilan. Sekitar 4% wanita hamil menderita tipe ini. DM tipe ini bersifat temporer dan dapat meningkat ataupun menghilang setelah melahirkan. DM tipe ini dapat disembuhkan, namun memerlukan pengawasan medis yang cermat selama kehamilan (Wiyono, 1999).

2.2.3 Kriteria Diagnostik Gula Darah

Tabel 2.1 Kriteria Diagnostik Gula Darah

	Bukan diabetes	Pra diabetes	diabetes
Puasa	<110	110-125	>126
Sewaktu	<110	110-199	>200

Sumber: Lestari, 20013

a. Kadar gula darah tinggi (hiperglikemia)

Seseorang dikatakan menderita Diabetes Melitus jika pemeriksaan kadar gula darah puasanya melebihi angka 126 mg/dl atau selama 2 kali berturut-turut pemeriksaan gula darah 2 jam sesudah makan angka yang didapat melebihi 180mg/dl.

b. Kadar gula darah rendah (hipoglikemia)

Hipoglikemia adalah kadar gula darah dalam tubuh di bawah normal atau kadar gula darah terlalu rendah. Dalam keadaan normal, tubuh mempertahankan kadar gula darah 70-110 mg/dl (Saleh, 2014).

2.2.4 Patogenesis DM

Patogenesis DM belum jelas, tetapi sangat terkait dengan insulin, kekurangan relatif / absolut atau fungsi sekresi terganggu. Tiga faktor *etiologi* DM yaitu kelainan sel β -pankreas, kegagalan melepas insulin, kelainan plasma (adanya antibodi anti-insulin), kelainan kerja insulin (Robbins LS, Kumar V, 2002). Faktor gangguan sekresi dan kerja insulin disebabkan oleh faktor genetika dan lingkungan. Faktor genetika dengan adanya salah satu atau kedua orang tua pengidap DM, faktor lingkungan dengan pola hidup tidak sehat (Sanusi H, 2004).

2.2.5 Gejala Klinik

Diabetes Melitus berhubungan dengan kadar gula darah yang tinggi sampai di atas 160-180mg/dl yang menyebabkan glukosa keluar melalui urin. Jika kadar gula darah terus meningkat, maka ginjal akan membuang air tambahan untuk mengencerkan sejumlah glukosa yang hilang, dan penderita mengalami poliuria atau berkemih dalam jumlah yang banyak. Ketika poliuria telah terjadi, penderita akan merasakan haus yang berlebihan sehingga banyak minum, hal ini disebut dengan polidipsia. Sejumlah kalori juga ikut hilang bersama keluarnya urin, akibatnya penderita mengalami polifagia atau seringkali merasakan lapar yang luar biasa dan banyak makan karena kehilangan berat badan. Gejala lain yang ditimbulkan adalah cepat lelah dan lemas, gatal-gatal, kesemutan pada jari kaki, penglihatan kabur atau berubah, gairah seks menurun, dan luka sukar sembuh (Tjokroprawiro, 1997). Akibat pada organ tubuh adalah *retinopati*, *nefropati* dan *neuropati* (Sanusi H, 2004).

2.3 Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode enzimatik, metode kimia, dan cara strip.

2.3.1 Metode Enzimatik

Metode ini biasanya digunakan pada pemeriksaan glukosa darah karena metode ini memberikan hasil spesifitas yang tinggi. Ada dua macam metode enzimatik yang digunakan yaitu metode GOD-PAP dan metode heksokinase.

a. Metode GOD-PAP

Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP) adalah metode spesifik untuk melakukan pengukuran kadar glukosa dalam serum atau plasma melalui reaksi dengan glukosa oksidase.

Prinsip metode ini adalah glukosa oksidase secara enzimatik menggunakan enzim glukosa oksidase (GOD), membentuk asam glukonik dan H_2O_2 kemudian bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dengan enzim peroksidase (POD) sebagai katalisator membentuk quinonemine. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi dalam serum spesimen dan diukur secara fotometer pada panjang gelombang 340nm (Depkes, 2004).

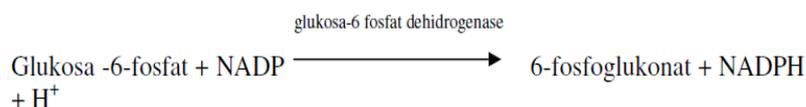
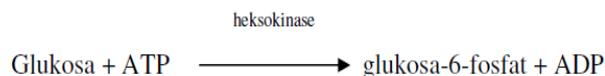


Gambar 2.3 Reaksi GOD

(Kiswari, 2009)

b. Metode Heksokinase

Heksokinase sebagai katalisator mengubah glukosa 6-fosfat dan ADP, glukosa 6 fosfat dehidrogenase (G-6-PDH) mengoksidase glukosa 6-fosfat menjadi glukosa-6-P dan NADP menjadi NADP menjadi NADPH yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam spesimen dan diukur secara fotometri pada panjang gelombang 340 nm.



2.4 Tinjauan Umum Tentang Fotometer

Fotometer merupakan peralatan dasar laboratorium klinik untuk mengukur intensitas atau kekuatan cahaya suatu larutan. Sebagian besar laboratorium klinik menggunakan alat ini karena alat ini dapat menentukan kadar suatu bahan didalam cairan tubuh seperti serum atau plasma. Prinsip dasar fotometer adalah pengukuran penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu dengan larutan atau zat warna yang dilewatinya.

Sinar yang melewati suatu larutan akan terserap oleh senyawa-senyawa dalam larutan tersebut. Intensitas sinar yang diserap tergantung pada jenis senyawa yang ada, konsentrasi dan tebal atau panjang larutan tersebut. Makin tinggi konsentrasi suatu senyawa dalam larutan, makin banyak sinar yang diserap (Wahyudi, 2014).

2.4.1 Alat *Full Automatic Cobas C-111*

Fotometer Cobas C-111 adalah alat yang dirancang khusus untuk menganalisa dan mengukur biokimiawi sampel, enzim dan turbiditas zat. Alat ini merupakan instrumen laboratorium *full automatic* yang sempurna karena memiliki berbagai kelebihan yaitu memuat 6 bahasa yang berbeda, dapat menyimpan data

hasil pengukuran sampel menurut urutan tanggal maksimal 1000 data, memiliki layar sentuh, dan dapat menghitung kadar pada berbagai standar.

1. Prinsip

Pada umumnya semua prinsip Fotometer berdasarkan hukum *Lambert-Beer* jika seberkas sinar melalui suatu larutan berwarna, maka sinar itu akan diserap (*Absorbence*), banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Sumber cahaya yang berasal dari lampu halogen *tungsten* dikumpulkan oleh lensa cembung. Cahaya itu dipantulkan oleh cermin pembalik dan dibentuk kembali oleh lensa kedua, cahaya putih melalui kuvet penghitung berinteraksi dengan campuran reaksi. Cahaya yang timbul dari kuvet yang telah disatukan dengan *Spectrograph Entrance Slit* (Celah pembentuk cahaya *Spectrograph*) oleh lensa ketiga. *Concave Reflective Grating* (Lensa cekung pembalik cahaya dari kisi) mengarahkan cahaya ke dalam radiasi monokromatik dan dipantulkan ke pendeteksi *pixel PDA* (*Pixel Digital Analogical*).

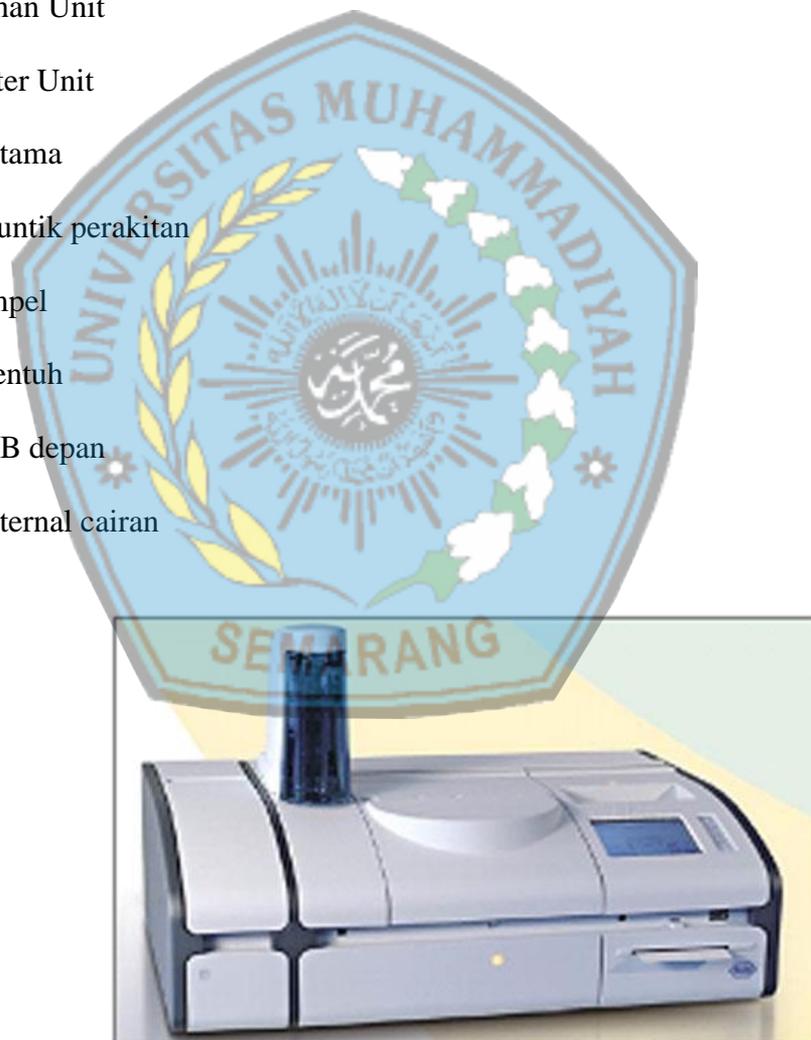
2. Spesifikasi Cobas C-111

- a. Sumber sinar : Lampu Halogen 20 watt (filter) mengatur 12 panjang gelombang
- b. Sistem : *discrete, fully selective* sistem untuk kimia klinik, *ISE*. Dapat mengerjakan tes fotometer 60 – 85 tes/jam dan 130 *ISE* tes/jam
- c. Jenis sampel : serum, plasma, urine, whole blood (HbA_{1c}).
Data dimasukkan melalui layar sentuh dengan ukuran 5.7", LCD (1/4 VGA).

- d. Perangkat listrik : bekerja pada tegangan 100 – 125 V dan 200 – 240 V. AC pada frekuensi 50/60 Hz
- e. Ukuran : panjang 72 cm, lebar 55 cm, tinggi 43 cm dan memiliki berat 35 kg.

3. Komponen utama alat Cobas C-111

- a. Rotor
- b. Pengalihan Unit
- c. Fotometer Unit
- d. Papan utama
- e. Jarum suntik perakitan
- f. Rak sampel
- g. Layar sentuh
- h. Port USB depan
- i. Rak eksternal cairan
- j. Printer



Gambar 2.4 Fotometer Cobas C-111

(Sumber : www.google.com)

4. Kelebihan dan Kekurangan Alat Cobas C-111

a. Kelebihan Cobas C-111

- i) Memiliki tingkat presisi dan akurasi yang tinggi.
- ii) Proses pengerjaannya mudah.
- iii) Cara kerjanya cepat
- iv) Dapat melakukan pemeriksaan dengan parameter yang berbeda-beda dalam waktu yang bersamaan.
- v) Pencetakan hasil secara otomatis sehingga kesalahan pasca analitik dapat dihindari.

b. Kekurangan Cobas C-111

- i) Biaya pemeriksaan mahal (*unit cost*).
- ii) Penggunaannya terbatas, harga per unit relatif mahal.
- iii) System pembacaan dan pengadaan reagens adalah *Close system (User Manual Cobas C111, 2009)*.

2.4.2 Pengertian Alat Otomatik Analiser Kimia *Biolis 24i Premium*.

Alat otomatis analiser kimia yang digunakan di RSUD Syekh Yusuf yaitu bermerk *Biolis 24i Premium*. *Biolis 24i Premium* adalah *clinical chemistry analyzer* berbasis Windows* yang dapat digunakan untuk pemeriksaan kimia klinik, *Immuno-assay*, *therapeutic drug monitoring (TDM)* dan koagulasi.

1. Prinsip

Alat ini menggunakan teknologi spektrofotometer bikromatik dimana cahaya polikromatis dilewatkan pada kuvet, kemudian cahaya yang diteruskan dipantulkan pada kisi konkaf dan difraksi menjadi cahaya monokromatis, spektrum monokromatis kemudian dibaca oleh 12 foto detektor yang mewakili 12 panjang gelombang. Untuk perhitungan, Biolis 24i Premium menggunakan absorbansi pada 1 atau 2 panjang gelombang menurut spesifikasi masing-masing parameter.

2. Spesifikasi Alat

- a. Metode analisa : *End point, 2 point end, Rate, 2 point rate.*
- b. Absorpsi optic : Pengukuran langsung pada kuvet (1 atau 2 panjang gelombang).
- c. Through-put : 240 test/jam, 400 test/jam (dengan ISE)
- d. Waktu start up : ± 12 min.
- e. Kurva kalibrasi : Linier, Faktor, Non-Linier (Logit-log, Spline, Exponential, Polynomial).
- f. Perhitungan : Perhitungan berdasarkan rumus dari user, dan perhitungan berdasarkan 20 actor korelasi.
- g. Jumlah test on board : 24 item + ISE 3 items atau 36 item + ISE 3 items.
- h. Kapasitas parameter : 77 item fotometri, 3 item ISE test dan 15 item turunan.

3. Penanganan Reagen

- a. Tray reagen : 36 sektor
- b. Botol reagen : 13 ml, 25 ml, dan 40 ml.
- c. Volume reagen : 20 – 140 ul (1ul step)
- d. Kompartemen reagen : didinginkan pada $10 \pm 2^{\circ}$ C.
- e. Inventory : perhitungan sisa test
- f. Identifikasi Reagen : barcode ID, position ID
- g. Probe Reagen : dengan liquid sensor dan washing pot terpisah
- h. Indikator penggantian tray : lampu indikator.

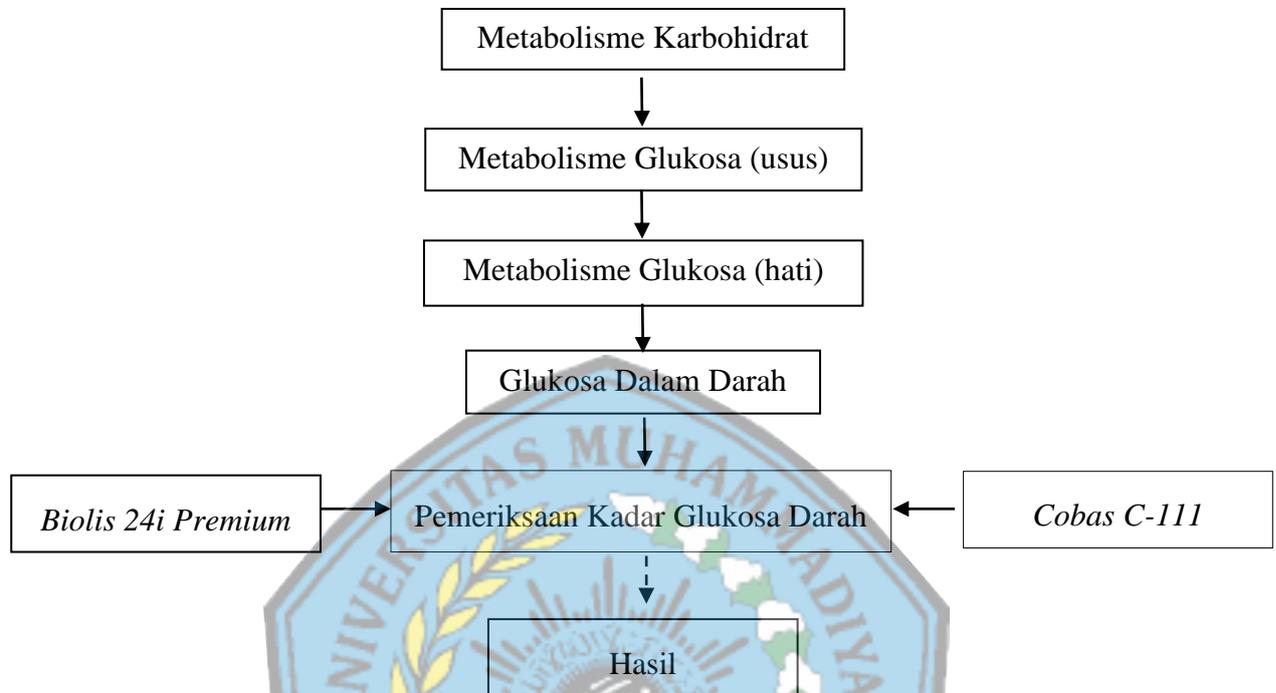
4. Penanganan Sampel

- a. Jumlah test Biolis 24i : Kimia klinik, homogenous, immunoassay, premium therapeutic drug monitoring (TDM).
- b. Wadah sampel : Cup (standard cup, micro cup), Tabung reaksi (5, 7, 10 ml).
- c. Jumlah sampel Tray : 10 max. (2 tray diberikan)
- d. Volume sampel : 2.0 – 20.0 uL (0.1 ul step)
- e. Pengenceran otomatis : Rasio pengenceran 6, 10 ~ 100
- f. Pengulangan sample : Otomatis dan manual (rerun)
- g. Identifikasi sampel : barcode ID dan Position ID
- h. Probe sampel : dengan liquid sensor dan washing pot terpisah
- i. Indikator penggantian tray : lampu indikator.

5. Reaction

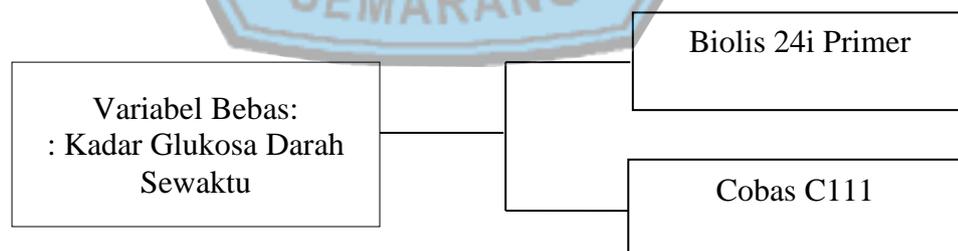
- a. Kuvet : Material: plastic khusus untuk mencegah kontaminasi.
- b. Optical path length : 8 mm.
- c. Metode mixing : mixing dengan tekanan udara (tanpa pengaduk).
- d. Waktu reaksi : 10 menit (reaksi pertama: 5 menit, reaksi kedua: 5 menit).
- e. Temperatur reaksi : $37 \pm ^\circ\text{C}$.
- f. Kontrol temperature : *Microprocessor*
- g. Fotometri Biolis 24i premium:
- i) Monokromatik dan biktromatik
 - ii) Lampu halogen – tungsten
 - iii) Multi wavelength grating photometer dengan 11 panjang gelombang: 340, 380, 405, 450, 505, 546, 570, 600, 660, 700, dan 800 nm.
- Akurasi fotometrik : $\pm 0,5\%$
- Presisi fotometri : 0,1% (CV) pada 1,0 OD
- Akurasi panjang gelombang : $\pm 2\text{ nm}$
- Pencucian kuvet : sistem pencucian otomatis
- Pencucian probe : washing station untuk probe sampel dan reagen
- Pemisahan limbah : dipisahkan antara limbah pekat dan encer (Biolis 24i Premium ACA, 2010).

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis Penelitian

2.7.1 Hipotesis nol (Ho)

Tidak ada perbedaan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu menggunakan alat Cobas C-111 dan Biolis 24i Premium.

2.7.2 Hipotesis alternative (Ha)

Ada perbedaan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu menggunakan alat Cobas C-111 dan Biolis 24i Premium.

