

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pemantapan Mutu Internal

PMI merupakan suatu proses berkelanjutan yang dilakukan oleh setiap laboratorium untuk meningkatkan kualitas layanan dan hasil pemeriksaannya secara internal. Kegiatan-kegiatan PMI meliputi evaluasi internal untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekurangan dalam sistem dan proses kerja di laboratorium, pelatihan dan pengembangan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petugas laboratorium, pemantauan dan pengendalian kualitas hasil pemeriksaan dengan menggunakan metode statistik, dan dokumentasi yang komprehensif untuk mencatat semua kegiatan PMI, termasuk hasil evaluasi, pelatihan, dan tindakan perbaikan yang dilakukan. Kegiatan PMI dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik (Bastian & Ulva, 2023)

a. Tahap pra-analitik

Tahap pra-analitik merupakan tahap awal dan krusial dalam proses pemeriksaan laboratorium, yang meliputi semua kegiatan sebelum sampel diproses di laboratorium. Tahap ini sangat penting karena dapat mempengaruhi kualitas hasil pemeriksaan, sehingga harus dilakukan dengan cermat dan sesuai prosedur. Tahap pra-

analitik dimulai dengan persiapan pasien, yaitu mengumpulkan informasi yang akurat dan lengkap tentang pasien, memberikan instruksi yang jelas mengenai persiapan sebelum pemeriksaan, dan memastikan pasien memahami instruksi tersebut. Setelah itu, dilakukan pengambilan sampel dengan memilih metode yang tepat dan aman, serta melaksanakan prosedur pengambilan sampel dengan benar dan sesuai standar. Penanganan sampel yang hati-hati sangat penting untuk mencegah kontaminasi dan kerusakan. Tahap pra-analitik diakhiri dengan transportasi dan penerimaan sampel di laboratorium dengan cara yang aman dan cepat, serta mencatat semua informasi yang diperlukan untuk memastikan kelancaran proses pemeriksaan selanjutnya (Jemani & Kurniawan, 2019)

b. Tahap analitik

Tahap analitik merupakan inti dari proses pemeriksaan laboratorium dimana sampel diproses secara sistematis menggunakan alat dan metode yang telah dikalibrasi dan terstandar. Tahap ini mencakup persiapan sampel kalibrasi alat, penggunaan reagen sesuai SOP, dan pelaksanaan PMI harian untuk memastikan akurasi dan presisi hasil analisis. Kesalahan dalam tahap analitik dapat menyebabkan hasil pemeriksaan tidak akurat yang dapat berdampak negatif pada diagnosis dan pengobatan pasien. Oleh karena itu, petugas laboratorium harus tetap memperhatikan tahap analitik karena dapat memengaruhi validitas hasil (Rahmani *et al.*, 2024).

c. Tahap pasca-analitik

Tahap pasca-analitik merupakan tahap akhir setelah melakukan proses analisis yang memastikan hasil pemeriksaan akurat dan dapat diinterpretasikan dengan tepat. Proses kontrol kualitas internal wajib dilakukan untuk memastikan hasil pemeriksaan akurat dan presisi, dengan membandingkan hasil dengan data sebelumnya jika tersedia. Petugas laboratorium harus memiliki pengetahuan yang memadai tentang interpretasi hasil pemeriksaan dan memahami implikasi klinis dari hasil tersebut. Hasil pemeriksaan dilaporkan kepada pasien atau dokter dalam format yang jelas dan mudah dipahami, disertai dokumentasi yang lengkap sesuai dengan hasil pemeriksaan yang dilakukan (Putra *et al.*, 2020).

2. Akurasi dan Presisi

a. Akurasi

Menurut ISO, akurasi didefinisikan sebagai kesesuaian antara hasil analisis dengan nilai benar analit (atau nilai acuan analit yang dapat diterima). Akurasi dalam konteks PMI merupakan aspek penting yang mengukur seberapa tepat hasil pemeriksaan laboratorium mencerminkan nilai sebenarnya dari parameter yang diukur dalam sampel. Akurasi yang tinggi dalam PMI sangat penting karena mendukung upaya untuk meningkatkan kualitas layanan dan hasil pemeriksaan di laboratorium (Kusmiati *et al.*, 2022).

Akurasi yang baik berperan penting dalam menunjang diagnosis yang tepat, pemilihan terapi yang sesuai, pemantauan perkembangan penyakit, serta peningkatan kepercayaan pasien terhadap hasil pemeriksaan laboratorium. Untuk mencapai akurasi tinggi, laboratorium klinik perlu melakukan langkah-langkah seperti kalibrasi alat secara berkala, menerapkan kontrol kualitas internal, menggunakan reagen dengan mutu terjamin, menstandarkan prosedur pemeriksaan, serta memberikan pelatihan berkelanjutan bagi tenaga analis kesehatan (Hidayani & Hamim., 2022).

Bias merupakan bagian dari akurasi. Bias adalah kesalahan sistematis yang menyebabkan hasil pengukuran tidak sesuai dengan nilai sebenarnya. Bias dapat timbul dari berbagai faktor, misalnya rancangan penelitian yang kurang tepat, pemilihan sampel yang tidak representatif, maupun penggunaan alat ukur yang tidak terkalibrasi dengan baik. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan hasil tidak dapat digeneralisasi serta menurunkan validitas data. Dalam konteks pemeriksaan laboratorium, bias pengukuran sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil uji, sehingga penting untuk meminimalkan bias melalui kalibrasi rutin, penerapan kontrol kualitas, dan standarisasi prosedur (Kusmiati *et al.*, 2022).

Dampak dari bias sangat signifikan, karena dapat mengarah pada kesimpulan yang salah dan mempengaruhi keputusan yang diambil berdasarkan hasil penelitian. Bias dapat mengurangi validitas

dan reliabilitas penelitian, sehingga penting untuk mengidentifikasi dan meminimalkan bias di setiap tahap penelitian. Peneliti harus merancang studi dengan hati-hati, menggunakan alat pengukur yang terkalibrasi dengan baik, dan mempertimbangkan potensi bias respon dalam pengumpulan data untuk memastikan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Perhitungan bias dihitung menggunakan rumus berikut :

$$d\% = \frac{\text{Mean}-\text{Nilai Target}}{\text{Nilai Target}} \times 100$$

Keterangan :

d% : Deviasi dari nilai target kontrol

Mean : Rata – rata hasil pemeriksaan berulang

b. Presisi

Presisi dalam konteks PMI mengacu pada tingkat konsistensi hasil pemeriksaan laboratorium ketika dilakukan pengulangan pada sampel yang sama. Presisi tinggi terlihat dari hasil pengukuran yang saling mendekati, sehingga memperkuat keandalan hasil dan meminimalkan risiko kesalahan diagnosis ataupun terapi. Sebaliknya, presisi yang rendah bisa menunjukkan adanya kesalahan acak atau sistematis dalam proses pemeriksaan. Untuk meningkatkan presisi, laboratorium perlu melakukan kalibrasi instrumen secara berkala, menerapkan prosedur standar (SOP), menggunakan kontrol kualitas internal, dan memberikan pelatihan berkelanjutan bagi petugas laboratorium (Irwadi *et al.*, 2023)

Presisi terkait dengan reproduibilitas pemeriksaan, ketelitian adalah kesesuaian hasil pemeriksaan yang ada dilaboratorium di peroleh apabila pemeriksaan dilakukan berulang-ulang. Presisi dinyatakan dalam nilai CV dihitung dengan rumus berikut :

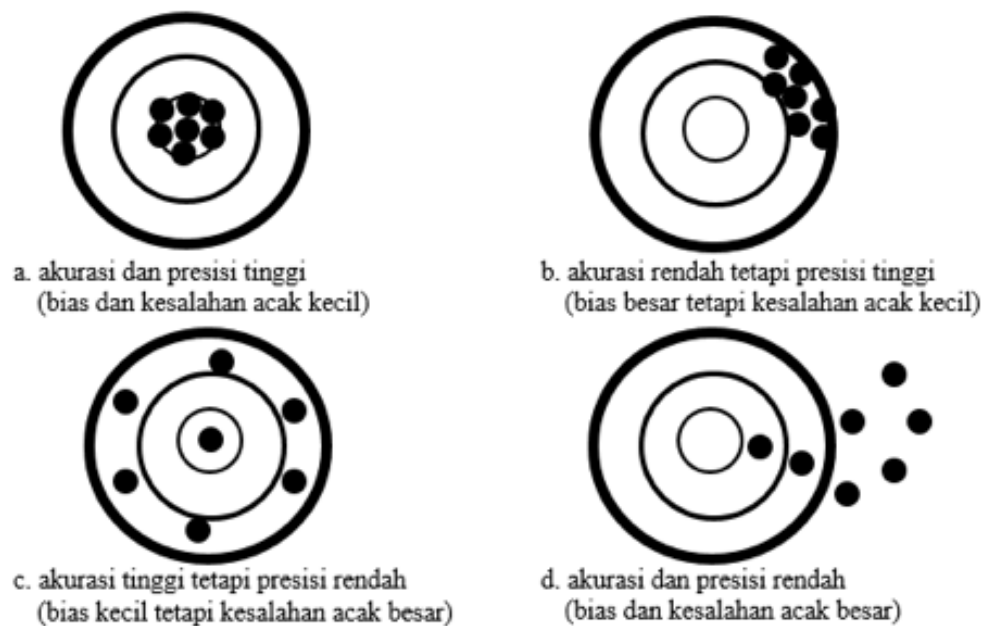
$$CV (\%) = \frac{SD}{Mean} \times 100$$

Keterangan:

CV : Koefisien Variasi

SD : Standar Deviasi (Simpangan Baku)

Mean : Rata - rata hasil pemeriksaan berulang



Gambar 2. 1 Ilustrasi presisi dan akurasi dari suatu hasil pengujian
Sumber : infolabing.com

Tabel 2. 1 Daftar CV maksimum pemeriksaan kimia klinik

Parameter	CV Maksimum
Glukosa	5
Kolesterol	6
Bilirubin total	7
Kreatnin	6
Protein	3
Albumin	6
Ureum	8
Asam Urat	6
Trigliserida	7
SGOT	7
SGPT	7
Gamma GT	7
LDH	7

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 43 Tahun 2013

3. Perhitungan Statistik Yang Digunakan Dalam Grafik *Levey-Jennings*

a. Standar Deviasi (SD)

SD merupakan adalah ukuran statistik yang menunjukkan tingkat sebaran data terhadap nilai rata-rata. Dalam laboratorium klinik, khususnya pada grafik *levey-jennings*, SD digunakan untuk menghitung batas kontrol (UCL dan LCL). Nilai SD yang besar menunjukkan adanya variabilitas yang tinggi dalam hasil pengujian, sedangkan SD yang kecil menunjukkan hasil yang lebih konsisten (Irwadi *et al.*, 2023).

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(Xn-x)^2}{n-1}}$$

Keterangan :

SD : Standar deviasi

Σ : Jumlah

Xn : Nilai individu dalam sampel

X : Mean

b. Mean

Rata-rata (mean) atau nilai tengah data merupakan ukuran pusat yang diperoleh dengan membagi jumlah seluruh nilai pengukuran oleh jumlah sampel. Dalam pemantauan mutu laboratorium menggunakan grafik Levey–Jennings, nilai mean diambil dari hasil pengujian kontrol harian dan menjadi pusat referensi untuk menetapkan batas atas dan batas bawah. Penetapan mean yang valid sangat penting sebagai landasan evaluasi presisi dan deteksi penyimpangan sistematis dalam pemeriksaan (Yudita *et al.*, 2023)

$$\text{Nilai Mean (X)} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

X : Mean

$\sum x$: Jumlah total nilai pemeriksaan

n : Jumlah sampel

c. Rentang (*range*)

Range adalah jarak antara batas maksimum atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas minimum atau *Lower Control Limit* (LCL). UCL dan LCL adalah dua batas yang digunakan dalam grafik *levey-jennings* untuk menunjukkan apakah hasil pengujian berada dalam jangkauan yang diinginkan. UCL dan LCL menggunakan $\pm 2SD$ untuk batas *warning* dan $\pm 3SD$ untuk batas *control*. Kedua batas ini dihitung menggunakan rumus yang melibatkan mean dan standar deviasi dari data kontrol yang ada. Rentang digunakan sebagai ukuran sederhana

untuk menilai sebaran data, rentang tidak dapat menggambarkan bentuk distribusi data (Unaradjan, 2019).

$$\text{Rentang} = X_t - X_r$$

Keterangan:

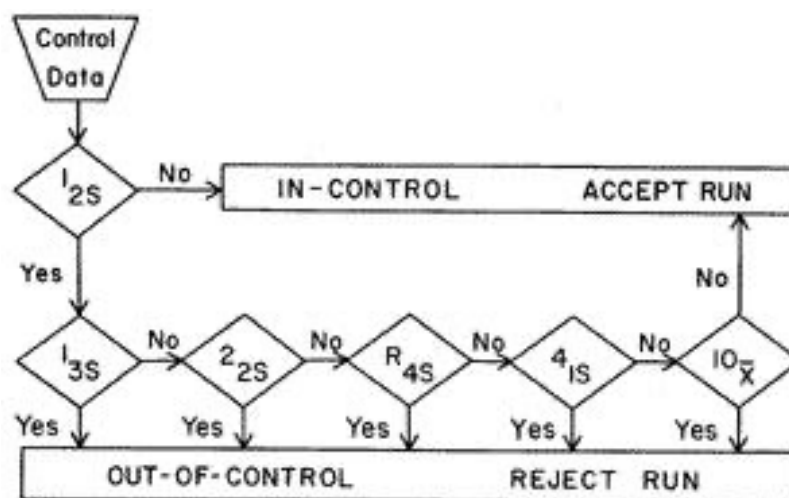
X_t : Nilai tertinggi

X_r : Nilai terendah

4. *Westgard Rules*

Westgard Rules merupakan metode statistik yang digunakan untuk pengendalian mutu hasil analisis laboratorium. Aturan ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya kesalahan sistematis dan acak dalam proses analisis, sehingga hasil yang diperoleh dapat diandalkan. *Westgard Rules* terdiri dari serangkaian aturan yang membantu laboratorium dalam menentukan apakah hasil pengujian berada dalam batas yang dapat diterima atau tidak (Rahmani *et al.*, 2024).

Westgard Rules bekerja berdasarkan prinsip bahwa hasil analisis laboratorium harus berada dalam batas yang ditentukan oleh standar deviasi (SD) dari nilai rata-rata. Jika hasil pengujian melanggar salah satu aturan, ini menunjukkan kemungkinan adanya kesalahan dalam proses analisis (Rahmani *et al.*, 2024).



Gambar 2. 2 Aturan Westgard
Sumber : Westgard, 2016

Tabel 2. 2 Aturan Kontrol Westgard

Aturan	Keterangan	Tipe Kesalahan
1_{2s}	1 nilai kontrol melewati $\pm 2SD$	Random-Peringatan
1_{3s}	1 nilai kontrol melewati $\pm 3SD$	Sistematik-Penolakan
2_{2s}	2 nilai kontrol berturut-turut diluar $\pm 2SD$ pada sisi yang sama	Sistematik-Penolakan
R_{4s}	1 bahan kontrol lebih dari $+2SD$ sedangkan bahan kontrol yang lain lebih dari $-2SD$	Sistematik-Penolakan
4_{1s}	4 nilai kontrol berturut-turut diluar $\pm 1SD$ pada sisi yang sama	Sistematik-Penolakan
10_x	10 nilai kontrol berturut-turut pada sisi yang sama	Sistematik-Penolakan

Sumber : Westgard, 2016

Kesalahan random/acak dapat terjadi akibat :

- Tegangan listrik. Tindak lanjutnya pastikan instalasi listrik di laboratorium terawat dengan baik.
- Kesalahan pipetasi. Tindak lanjutnya pastikan pipet yang digunakan dikalibrasi dengan benar dan sesuai dengan standar untuk memastikan akurasi volume yang diambil.
- Kontaminasi. Tindak lanjutnya pastikan penggunaan alat, wadah, dan tabung reaksi dalam kondisi steril dan bebas kontaminasi.

- d. Gelembung pada jarum alat. Tindak lanjutnya pastikan gelembung udara yang ada dalam alat (seperti jarum suntik atau pipet) dihilangkan sebelum pengujian dilakukan.
- e. Suhu ruangan. Tindak lanjutnya gunakan sistem pemanas atau pendingin yang dapat mengatur suhu ruangan atau tempat alat pengujian agar tetap stabil. (Kusmiati *et al.*, 2022)

Kesalahan sistematik dapat terjadi akibat :

- a. Alat ukur yang tidak dikalibrasi dengan benar dan terjadi perubahan nomor lot. Tindak lanjutnya melakukan kalibrasi alat secara berkala sesuai dengan SOP
- b. Perubahan suhu inkubator. Tindak lanjutnya lakukan pemeliharaan rutin pada inkubator, seperti membersihkan filter udara dan membersihkan bagian dalam inkubator
- c. Sumber cahaya. Tindak lanjutnya pastikan sumber cahaya yang digunakan untuk inkubator stabil dan sesuai dengan kebutuhan pengujian.
- d. Perubahan lot reagen. Tindak lanjutnya menyimpan catatan mengenai perubahan nomor lot atau model alat yang digunakan dan melakukan verifikasi setiap kali ada perubahan untuk memastikan alat berfungsi sesuai dengan spesifikasi
- e. Metode pengujian yang tidak tepat. Tindak lanjutnya lakukan pengujian ulang pada sampel kontrol untuk memastikan hasilnya tetap sesuai dengan standar (Kusmiati *et al.*, 2022).

5. Glukosa

Glukosa adalah bahan bakar utama dalam jaringan tubuh serta berfungsi untuk menghasilkan energi. Glukosa dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, baik sebagai gula bebas dalam darah maupun sebagai bagian dari disakarida (seperti sukrosa) dan polisakarida (seperti pati dan glikogen). Glukosa berperan penting dalam proses metabolisme, termasuk glikolisis, siklus asam sitrat, dan rantai transportasi elektron. Glukosa dihasilkan melalui proses pencernaan karbohidrat yang kita konsumsi. Karbohidrat kompleks, seperti pati, dipecah menjadi glukosa oleh enzim pencernaan di usus. Glukosa juga dapat diproduksi melalui proses glukoneogenesis, di mana tubuh memproduksi glukosa dari sumber non-karbohidrat, seperti asam amino dan gliserol, terutama saat tubuh kekurangan karbohidrat (Aisah *et al.*, 2020).

Kadar glukosa dalam darah diatur oleh hormon insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas. Insulin berperan menurunkan kadar glukosa dengan meningkatkan masuknya glukosa ke dalam sel, sedangkan glukagon bekerja sebaliknya dengan merangsang hati melepaskan glukosa dari cadangan glikogen. Keseimbangan antara kedua hormon ini penting untuk menjaga homeostasis glukosa dalam tubuh. Kadar glukosa darah berkaitan erat dengan penyakit Diabetes Melitus (DM). Diagnosis DM dapat ditegakkan jika kadar glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/dL disertai gejala klasik seperti poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak jelas penyebabnya (Amir *et al.*, 2015). Pengelolaan kadar glukosa

yang baik sangat penting untuk mencegah komplikasi kronis, seperti kerusakan saraf dan penyakit kardiovaskular (Sari & Hidayati., 2020).

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengukur kadar glukosa sebagai berikut :

a. Metode Kimiawi

Metode kimiawi adalah metode pemeriksaan glukosa dengan memanfaatkan sifat mereduksi glukosa yang non spesifik dengan bahan indikator yang berubah warna bila tereduksi. Metode ini sering kali menggunakan reagen kimia yang bereaksi dengan glukosa dalam sampel. Metode kimiawi diantaranya metode folin & wu dan metode furfural.

1) Metode Folin & Wu

Metode folin & wu didasarkan pada sifat pereduksi glukosa dalam larutan alkali panas. Protein diendapkan dengan asam tungstat dan dihilangkan dengan sentrifugasi. Filtrat plasma mengandung glukosa yang mempengaruhi ion tembaga dalam senyawa induk CuSO_4 , untuk membentuk oksida tembaga. Tembaga oksida mempengaruhi asam fosfomolibdat sehingga menghasilkan warna molibdenum biru berdasarkan pengukuran kalorimetri pada 430 nm (Yusuf, 2023).

2) Metode Furfural

Metode furfural salah satunya yaitu menggunakan pereaksi anthrone. Metode ini dapat digunakan untuk semua jenis bahan

makanan. Prinsip dari metode ini melibatkan reaksi antara glukosa dengan reagen furfural dalam suasana asam sehingga membentuk senyawa berwarna. Intensitas warna yang dihasilkan berkorelasi dengan kadar glukosa dalam sampel. Metode ini sudah jarang digunakan karena pereaksi yang digunakan dapat membahayakan analis, dapat merusak alat, serta memerlukan langkah pemeriksaan yang panjang dengan pemanasan (Sarjani *et al.*, 2021).

b. Metode Enzimatik

Metode enzimatik adalah metode dengan memanfaatkan sifat enzim glukosa sebagai katalisatornya. Pendekatan enzimatis untuk menilai kadar karbohidrat menjadi pilihan yang sangat tepat, terutama saat hendak mengidentifikasi jenis-jenis gula spesifik dalam campuran yang beraneka ragam. Penggunaan metode kimia dalam hal ini dapat menjadi kompleks karena sulitnya memisahkan masing-masing jenis gula dalam campuran tersebut. Pendekatan enzimatis ini, sebaliknya, mampu mengatasi kesulitan ini dengan memanfaatkan enzim yang memiliki spesifisitas terhadap jenis karbohidrat yang sedang dianalisis. Sebagai contoh, dalam analisis karbohidrat, metode seperti glukosa oksidase dan heksonikase mampu digunakan sebagai enzim yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi gula-gula tertentu secara spesifik. Adapun pemeriksaan glukosa darah metode enzimatik dapat dibagi menjadi 3 yaitu glukosa oksidase, heksokinase, dan dehidrogenase.

1) Metode *Glukosa Oksidase - Para Amino Phenazone* (GOD-PAP)

Enzim glukosa oksidase berfungsi untuk mengoksidasi glukosa (suatu aldehyd) menjadi asam glukonat (asam karboksilat). Prinsip pemeriksaan metode GOD-PAP adalah menggunakan glukosa oksidase atau peroksidase dengan indikator quinoneimine yang berwarna merah (Hilda *et al.*, 2017). Metode GOD-PAP memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari metode ini adalah memiliki akurasi yang tinggi, spesifik, waktu yang dibutuhkan dalam pengujian relatif singkat serta relatif bebas dari gangguan (kadar hematokrit, volume sampel, vitamin C, suhu dan lipid) (Nurjanah *et al.*, 2023). Kekurangan dari metode ini adalah sampel darah yang dibutuhkan lebih banyak, membutuhkan reagen khusus, memerlukan tempat khusus untuk menggunakan alat spektrofotometer serta membutuhkan biaya yang cukup mahal (Saputri *et al.*, 2023).

2) Metode Heksokinase

Metode heksokinase dianggap lebih akurat dalam pengujian glukosa darah karena memberikan hasil yang lebih spesifik untuk reaksi glukosa-6-fosfat dehidrogenase dan interferensi yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan metode *glukosa oksidase* (POD-GOD). Metode heksokinase jarang digunakan karena menggunakan alat yang otomatis. Kelebihan dari metode ini yaitu kemungkinan terjadi human error lebih kecil, waktu inkubasi

sedikit lebih cepat dan penggunaan reagen lebih sedikit dibandingkan dengan metode GOD-PAP (Rohman & Sumantri., 2018).

3) Metode *Point Care of Testing* (POCT)

POCT adalah metode dengan menggunakan enzim *glucose dehydrogenase* dalam penetapan kadar glukosa darah menggunakan sampel darah kapiler dengan prinsip pemeriksaan berdasarkan teknik deteksi elektrokimia. Prinsip pemeriksaan pada glukometer adalah enzim *glucose dehydrogenase* pada strip uji menkonversi glukosa di dalam sampel darah ke glukolakton. Reaksi ini menciptakan arus listrik yang terdeteksi oleh glukometer. Metode POCT memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari metode POCT yaitu tidak membutuhkan reagen dalam pemeriksaannya. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah akurasinya belum diketahui dan memiliki keterbatasan yang dapat dipengaruhi oleh kadar hematokrit (Kesuma *et al.*, 2021).

6. Kolesterol

Kolesterol tidak larut dalam air dan sebagian besar diangkut dalam darah oleh lipoprotein. Terdapat dua jenis utama lipoprotein yang membawa kolesterol dalam darah:

- a. LDL sering disebut sebagai "kolesterol jahat" karena kadar yang tinggi dapat menyebabkan penumpukan plak di arteri, meningkatkan risiko penyakit jantung koroner dan stroke.

- b. HDL dikenal sebagai "kolesterol baik" karena membantu mengangkut kolesterol dari arteri kembali ke hati untuk diekskresikan (Susanti *et al.*, 2024).

Kadar kolesterol yang tidak seimbang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Kadar LDL yang tinggi dan kadar HDL yang rendah dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, termasuk serangan jantung dan stroke. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar kolesterol dalam tubuh seperti :

- a. Makanan yang tinggi lemak jenuh dan trans dapat meningkatkan kadar LDL. Sebaliknya, makanan yang kaya serat, seperti buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian, dapat membantu menurunkan kadar kolesterol.
- b. Berolahraga secara teratur dapat meningkatkan kadar HDL dan menurunkan kadar LDL. Aktivitas fisik yang cukup juga membantu menjaga berat badan yang sehat.
- c. Faktor genetik juga berperan dalam kadar kolesterol. Beberapa orang memiliki predisposisi genetik untuk kadar kolesterol tinggi yang membuat mereka lebih rentan terhadap masalah kesehatan terkait kolesterol (Rahayu *et al.*, 2025).

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengukur kadar kolesterol sebagai berikut :

- a. Metode Enzimatik

Dalam pemeriksaan kolesterol, salah satu metode yang paling umum digunakan adalah CHOD-PAP (*Cholesterol Oxidase-4-*

Aminophenazone-Phenol). Cara kerja metode ini melibatkan enzim *Cholesterol Oxidase* yang mengubah kolesterol menjadi peroksida. Peroksida yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan 4-*aminoantipyrine*, menghasilkan senyawa warna merah muda yang disebut *quinoneimine*. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran. Alat ini sangat sensitif dan spesifik, sehingga dapat memberikan hasil yang akurat. Kekurangan dari alat ini adalah ketergantungan pada reagen yang memerlukan penyimpanan khusus dan biaya operasional yang cukup tinggi (Purbayanti, 2015).

b. Metode POCT

POCT adalah metode pemeriksaan yang lebih sederhana dan praktis. Metode ini hanya memerlukan sedikit sampel darah. Prinsip kerjanya adalah reaksi antara hidrogen peroksida yang terbentuk dalam darah dengan *phenol 4-Amino phenazon* di dalam strip pengujian. Ketika darah ditetaskan ke strip, terjadi reaksi kimia yang menghasilkan hasil yang dapat dibaca (Wulandari *et al.*, 2024).

c. Metode Kolorimetri dengan *Lieberman-Burchard*

Metode ini mengandalkan reaksi antara kolesterol dengan asam asetat anhidrat dan sulfat pekat, yang menghasilkan warna hijau kecoklatan. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm. Salah satu kelemahan dari metode ini adalah adanya variasi warna yang dapat muncul akibat reaksi dengan senyawa

lain, seperti steroid, hemoglobin, bilirubin, dan beberapa vitamin, yang dapat mempengaruhi interpretasi hasil (Manurung, 2018).

Meskipun kolesterol diperlukan untuk kesehatan, kadar yang tidak seimbang dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular. Oleh karena itu, pemantauan kadar kolesterol secara rutin sangat penting untuk mencegah dan mengelola risiko penyakit jantung.

7. *Chemistry Analyzer*

a. Pengertian *Chemistry Analyzer*

Chemistry analyzer adalah alat laboratorium yang dirancang untuk menganalisis komposisi kimia dari sampel biologis, termasuk darah, urin, dan cairan tubuh lainnya. Alat ini berfungsi untuk mengukur berbagai parameter biokimia, seperti elektrolit, enzim, hormon, dan metabolit, yang sangat penting dalam diagnosis dan pemantauan kesehatan pasien. *Chemistry analyzer* dapat digunakan di berbagai tempat, seperti rumah sakit, klinik, dan laboratorium diagnostik (Rahmawati., 2022).

b. Prinsip *Chemistry Analyzer*

Proses analisis dimulai dengan persiapan sampel, yang melibatkan sentrifugasi untuk memisahkan komponen cair dari sel-sel darah dan penambahan reagen kimia untuk memfasilitasi reaksi. Setelah sampel siap, reagen ditambahkan untuk bereaksi dengan analit dalam sampel, menghasilkan perubahan yang dapat diukur, seperti perubahan warna atau pH. Metode deteksi yang umum digunakan

termasuk fotometri, yang mengukur seberapa banyak cahaya yang diserap oleh sampel, serta fluorometri dan elektrokimia (Hidayati *et al.*, 2020).

Setelah pengukuran, data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak yang membandingkan hasil dengan kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi analit. Hasil analisis kemudian disajikan dalam laporan yang mencakup nilai konsentrasi dan interpretasi hasil, yang sangat berguna bagi tenaga medis dalam diagnosis dan pengelolaan pasien. Dengan kemampuan untuk melakukan analisis secara otomatis, chemistry analyzer membantu mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi laboratorium, sehingga sangat penting dalam praktik klinis (Nugroho & Sari., 2020).

Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur seberapa banyak cahaya yang diserap atau diteruskan oleh sampel pada panjang gelombang tertentu. Prinsip utama dari spektrofotometri adalah interaksi cahaya dengan materi, di mana cahaya yang melewati sampel bisa diserap, dipantulkan, atau diteruskan. Alat ini kemudian mengukur jumlah cahaya yang tersisa setelah melewati sampel, yang memberikan informasi tentang konsentrasi zat dalam sampel tersebut (Harris, 2019).

c. *Automatic chemistry analyzer Medical System tipe MS-380P*

Medical System tipe MS-380P adalah alat yang digunakan untuk pengujian dan analisis biokimia serum, urin, darah lengkap dan cairan

tubuh lainnya, seperti spektrum enzim miokard, glukosa darah, lipid darah, fungsi hati, fungsi ginjal, imunoglobulin dan item klinis lainnya (PT. Andaru Persada Mandiri, 2025).

Kelebihan dari alat ini adalah akurasi tinggi, dapat memproses hingga 450 sampel per jam, mampu menganalisis berbagai jenis sampel dan metode analisis, dan sistem otomatis dan antarmuka yang ramah pengguna memudahkan operasional bahkan bagi pengguna yang baru. Kekurangannya adalah memerlukan biaya pemeliharaan yang cukup tinggi untuk menjaga kinerja optimal termasuk kalibrasi dan penggantian komponen, memerlukan kalibrasi secara berkala untuk memastikan akurasi hasil, dan dimensi yang besar dan berat dapat menjadi kendala dalam penempatan di laboratorium kecil (PT. Andaru Persada Mandiri, 2025).



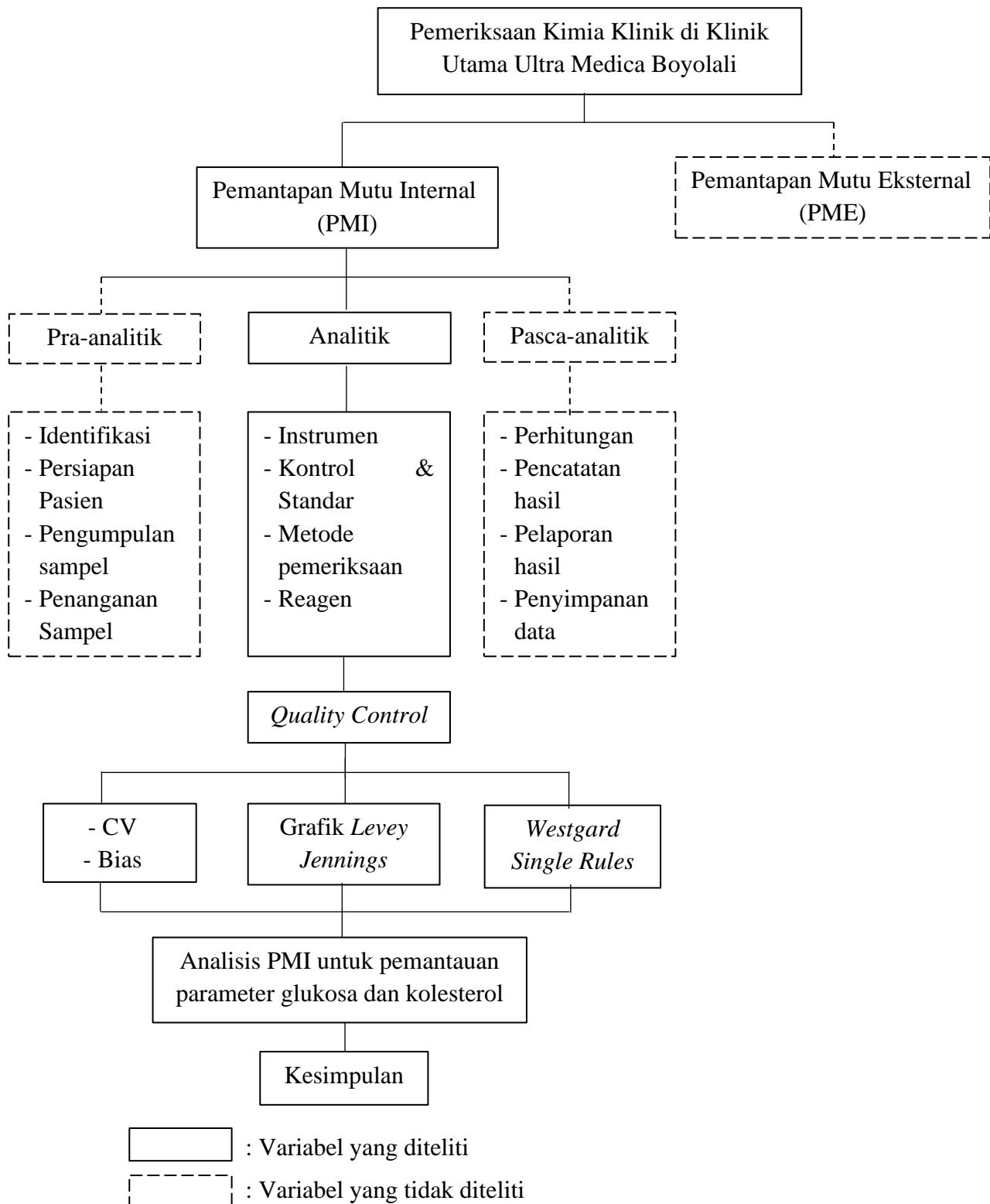
Gambar 2. 3 *Medical System* tipe MS-380P
Sumber : andarupm.co.id

Metode yang dipakai untuk pemeriksaan glukosa pada alat *Medical System* tipe *MS-380P* adalah metode GOD-PAP. Prinsip GOD-PAP adalah enzim glukosa oksidase yang mengubah glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida akan

bereaksi dengan bahan kimia lain, yaitu fenol dan para amino phenazone, untuk menghasilkan warna. Semakin banyak glukosa dalam sampel, semakin intens warna yang terbentuk.

Metode yang dipakai untuk pemeriksaan kolesterol pada alat *Medical System* tipe *MS-380P* adalah metode CHOD-PAP. Prinsip metode CHOD-PAP adalah kolesterol ester diubah menjadi kolesterol bebas menggunakan enzim kolesterol esterase, kemudian mengoksidasi kolesterol bebas menjadi hidrogen peroksida melalui enzim kolesterol oksidase. hidrogen peroksida yang dihasilkan bereaksi dengan fenol dan aminoantipirin untuk membentuk kompleks berwarna, yang intensitasnya diukur menggunakan spektrofotometer.

B. Kerangka Pikir



Gambar 2. 4 Kerangka Pikir