

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Laboratorium Klinik

Laboratorium klinik adalah fasilitas kesehatan yang menyediakan layanan pemeriksaan spesimen klinis dengan mengutamakan keselamatan kerja. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi mengenai kesehatan individu, terutama dalam mendukung proses diagnosis penyakit dan pemulihan kesehatan. Layanan pemeriksaan spesimen klinis mencakup berbagai bidang, seperti: hematologi, kimia klinik, mikrobiologi, parasitologi dan imunologi (Indrawati, 2021).

Laboratorium klinik dilengkapi dengan berbagai peralatan instrumen, biomedis, bahan dan reagen kimia yang dibutuhkan untuk menjalankan berbagai jenis pemeriksaan laboratorium. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan spesimen biologis seperti *whole blood*, plasma, serum, tinja, urine, sputum dan lain sebagainya (Mardiana dan Rahayu, 2017).

2. Pengendalian Mutu Laboratorium

a. Pemantapan Mutu Internal (PMI)

Pemantapan mutu internal adalah serangkaian kegiatan pencegahan dan pengawasan yang dilakukan oleh setiap laboratorium secara berkelanjutan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kesalahan atau penyimpangan, sehingga memberikan

hasil pemeriksaan yang akurat. Proses ini melibatkan pengendalian hasil pemeriksaan laboratorium setiap hari dan identifikasi penyimpangan pada hasil laboratorium agar dapat segera diperbaiki.

Manfaat dari PMI yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- 1) Kualitas hasil laboratorium baik dari segi presisi maupun akurasi akan meningkat.
- 2) Kepercayaan dokter terhadap hasil yang diberikan oleh laboratorium akan bertambah.
- 3) Pimpinan laboratorium akan lebih mudah melakukan pengawasan.

Berikut adalah beberapa tujuan dari PMI, antara lain:

- 1) Pemantapan dan penyempurnaan metode pemeriksaan dengan memperhatikan aspek analitik dan klinis.
- 2) Menjamin bahwa semua proses mulai dari persiapan pasien, pengambilan, pengiriman, penyimpanan dan pengolahan spesimen sampai dengan pencatatan serta pelaporan telah dilakukan dengan benar.
- 3) Mendeteksi adanya penyimpangan dan mengetahui sumbernya.
- 4) Membantu meningkatkan pelayanan kepada pelanggan.

(Siregar dkk., 2018)

Pemantapan mutu internal dapat diklasifikasikan menjadi tiga tahap utama:

1) Pra Analitik

Tahap pra analitik adalah salah satu langkah yang paling penting dalam seluruh rangkaian kegiatan laboratorium sebelum pemeriksaan dilakukan. Tahap ini mencakup:

- a) Persiapan pasien (*patient preparation*)
- b) Pemberian identitas spesimen (*specimen identification*)
- c) Pengumpulan spesimen (*specimen collection*)
- d) Penanganan sampel (*sampling handling*)
- e) Pengiriman spesimen (*specimen transport*)

2) Analitik

Pemantapan mutu dalam proses analitik menghasilkan data analisis yang akurat, dipercaya dan valid. Kegiatannya meliputi:

- a) Reagen (*reagents*)
- b) Peralatan (*instrument*)
- c) Kontrol dan bakuan (*control and standard*)
- d) Metode analitik (*analytical method*)

3) Pasca Analitik

Tahap pasca analitik meliputi pencatatan dan pelaporan hasil. Kegiatannya antara lain:

- a) Perhitungan (*calculation*)
- b) Cara menilai (*method evaluation*)
- c) Penanganan informasi (*information handling*)

(Sulistyowatiningsih, 2022).

b. Pemantapan Mutu Eksternal (PME)

Pemantapan mutu eksternal adalah kegiatan yang dilakukan secara rutin oleh pihak luar laboratorium untuk memantau dan menilai kinerja laboratorium dalam pemeriksaan tertentu (Siregar dkk., 2018).

Kegiatan PME memberikan banyak keuntungan bagi laboratorium, karena hasil evaluasi yang didapat bisa menunjukkan seberapa baik kemampuan laboratorium dalam melakukan pemeriksaan yang telah ditentukan. Berikut beberapa manfaat dari PME, antara lain:

- 1) Staff laboratorium dapat mengetahui seberapa akurat setiap metode pemeriksaan yang mereka lakukan dengan membandingkannya dengan nilai target.
- 2) Staff laboratorium dapat membandingkan kualitas laboratorium mereka dengan laboratorium lain.
- 3) Perbedaan hasil pemeriksaan antara satu laboratorium klinik dan laboratorium klinik lainnya menjadi lebih kecil.
- 4) Program PME dapat membantu mengidentifikasi jenis alat, reagen atau metode yang memiliki kualitas terbaik dalam hal akurasi dan presisi (Kemenkes, 2023).

3. Sampel Pemeriksaan

Sampel adalah bahan yang diambil dari pasien untuk digunakan dalam diagnosis penyakit yang dideritanya. Sampel ini kemudian

diperiksa dengan menggunakan metode analisis atau kimia klinik yang sesuai (Fristiohady dan Ruslin, 2020).

a. Darah

Darah adalah cairan yang mengalir di tubuh manusia. Fungsi utama darah sangat penting bagi semua proses yang terjadi dalam tubuh. Darah bertugas membawa nutrisi ke seluruh bagian tubuh dan mengangkut hasil sisa metabolisme untuk dikeluarkan melalui organ ekskresi seperti paru-paru, ginjal dan kulit.

Sekitar 7-8% dari berat tubuh manusia terdiri dari volume darah yang terus mengalir melalui pembuluh darah, dipompa oleh jantung. Suhu normal darah adalah sekitar 38°C, dengan pH antara 7,3 hingga 7,4. Keseimbangan pH ini penting untuk menjaga kondisi asam-basa darah agar tetap stabil, yang berpengaruh pada fungsi tubuh.

Warna darah juga berbeda tergantung pada kadar oksigen, darah yang kaya oksigen berwarna merah cerah, sedangkan darah dengan kadar oksigen rendah berwarna merah gelap. Volume darah bervariasi antara pria dan wanita, pria dewasa memiliki sekitar 5-6 liter darah, sedangkan wanita dewasa memiliki sekitar 4-5 liter (Rosita dkk, 2019).

b. Serum

1) Pengertian Serum

Serum adalah bagian cair dari darah yang tidak mengandung sel-sel darah dan faktor pembekuan. Serum terdiri dari berbagai zat seperti protein, elektrolit dan hormon (Mardiana dan Rahayu, 2017). Serum diperoleh dengan membiarkan darah yang penuh selama beberapa waktu hingga terbentuk bekuan dan cairan yang tersisa setelah bekuan diambil. Komposisi serum mirip dengan plasma, tetapi tidak mengandung fibrinogen dan faktor-faktor pembekuan II, V, VIII dan XIII (Sulastri, 2018).

Pembekuan darah terjadi ketika fibrinogen diubah menjadi fibrin, sehingga serum tidak memiliki fibrinogen. Namun, zat-zat lain tetap ada di dalam serum (Adi dkk., 2019).

2) Pembuatan Serum

Centrifugasi adalah metode yang digunakan untuk membuat serum dengan cara memisahkan komponen darah. Proses ini dimulai dengan membiarkan darah yang tidak ditambahkan antikoagulan dan membeku selama 20-30 menit. Selanjutnya, darah tersebut disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 5 menit hingga 15 menit. Setelah proses ini, sel-sel darah akan mengendap di dasar tabung.

Tujuan dari pembuatan serum dengan membekukan darah terlebih dahulu adalah untuk mencegah hemolisis, yaitu

pencemaran eritrosit ke dalam serum yang dapat mempengaruhi kadar lemak dan menghasilkan hasil yang tinggi palsu (*false high*). Selain itu, proses ini memastikan bahwa semua cairan yang terbentuk setelah sentrifugasi terpisah dengan baik dari sel-sel darah, sehingga kadar lemak dapat terurai bersama serum (Adi dkk., 2019).

3) Penyimpanan Serum

Penyimpanan serum dilakukan untuk memastikan bahwa kualitas serum tetap terjaga agar dapat digunakan dengan baik untuk pemeriksaan. Pemisahan serum darah harus dilakukan dalam waktu 1-2 jam setelah pengambilan sampel, dengan cara membiarkan darah membeku pada suhu kamar selama 20-30 menit dan kemudian disentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 5-15 menit. Serum yang sudah dipisahkan dapat disimpan pada suhu 2-8°C dalam lemari es selama 5-7 hari untuk menjaga stabilitasnya. Jika perlu disimpan lebih lama, serum dapat disimpan pada suhu 4°C hingga 1-2 minggu, tetapi tidak boleh disimpan terlalu lama pada suhu ruang 20-25°C karena dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan. Serum yang akan disimpan harus dimasukkan ke dalam wadah bersih dan ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi (Pratiwi dkk., 2022).

4. *Aspartate Transaminase (AST)*

a. Pengertian AST

Aspartate Transaminase (AST) atau *Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)* adalah enzim dalam tubuh yang cepat terdeteksi dalam aliran darah jika terjadi trauma atau kerusakan pada jaringan (Qodriyati dkk., 2016). AST ditemukan di sel-sel jantung, hati, otot rangka, ginjal, otak, pankreas, limfe dan paru-paru. Nilai tertinggi AST terdapat di sel-sel jantung. Sekitar 30% AST terletak di sitoplasma sel hati, sedangkan 70% terletak di mitokondria sel hati. Peningkatan nilai AST berhubungan langsung dengan besarnya kerusakan pada jaringan yang mengandung enzim ini. Kerusakan sel akan menyebabkan peningkatan kadar AST dalam waktu 12 jam dan dapat tetap ada dalam darah selama 5 hari (Rosida, 2016).

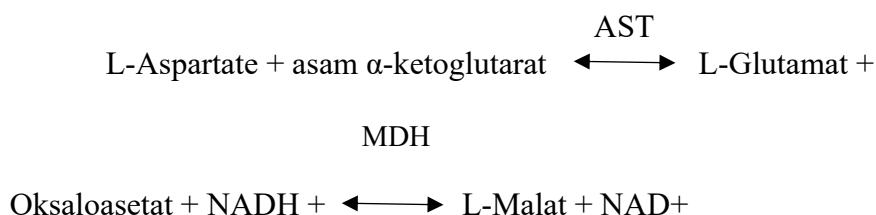
b. Pemeriksaan AST

Pemeriksaan AST adalah pemeriksaan *follow up* untuk mendeteksi pemeriksaan yang menilai fungsi hati. Biasanya tes ini mengarah pada perlukaan hepatoseluler atau inflamasi. Nilai AST dapat meningkat akibat berbagai kondisi yang mempengaruhi kesehatan hati dan organ lain, beberapa penyebabnya yaitu: penyakit hati yang bisa disebabkan oleh infeksi virus hepatitis A, B, C dan sirosis dapat menyebabkan kerusakan sel hati, sehingga enzim AST keluar ke dalam aliran darah, penggunaan obat-obatan seperti

asetaminofen dan obat-obatan tertentu dapat berkontribusi pada peningkatan nilai AST. Pemeriksaan AST ini dapat mengindikasikan adanya kerusakan sel-sel hepar dibandingkan dengan enzim hepar lainnya, karena enzim ini dapat meningkat terlebih dahulu dan dapat meningkat drastis bila dibandingkan dengan enzim-enzim lain. Ketika aktivitas AST melebihi nilai normal biasanya menunjukkan bahwa sel-sel yang mengandung enzim tersebut (AST) sedang mengalami kerusakan (Harahap dan Pranata, 2019).

Pengukuran dilakukan dengan metode enzimatik dengan mencampurkan sampel serum dan reagen. Serum darah dengan reagen AST dicampur pada temperatur ruangan (15-30°C). Serum darah diambil sebanyak 100 µl, kemudian ditambahkan monoreagen sebanyak 1000 µl dan dihomogenkan. Pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 340 nm (Nofita dkk., 2020).

Prinsip pemeriksaan ini melibatkan *aspartate aminotransferase* (AST atau GOT) yang mengkatalisis transfer gugus amino dari aspartate ke 2-oksoglutarat, menghasilkan oksaloasetat dan glutamate. Konsentrasi katalitik diukur berdasarkan laju penurunan NADH pada panjang gelombang 340 nm, dengan memanfaatkan reaksi yang dikombinasikan dengan malat dehidrogenase (MDH) 1, 2 dan 3.



Laju oksidasi NADH sebanding dengan aktivitas katalitik AST. Hal ini diukur dengan melihat penurunan absorbansi pada panjang gelombang 340 nm, yang terjadi akibat oksidasi NADH menjadi NAD⁺ (Kustianingsih dkk., 2019). Nilai rujukan untuk pemeriksaan nilai AST dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rujukan AST

Kategori	Nilai Rujukan
Laki-laki	10-40 U/L
Perempuan	9-25 U/L

(Sumber: Widyanti dkk., 2019)

c. Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim AST

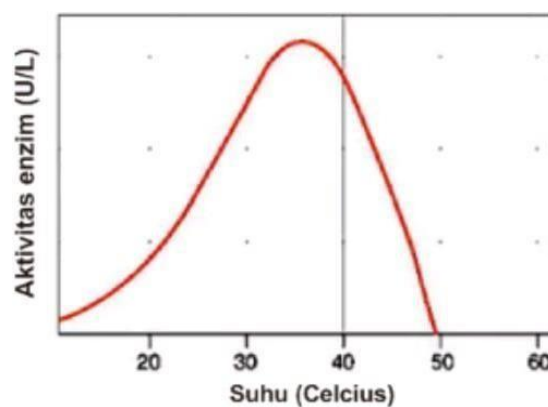
Aspartate Transaminase dipengaruhi oleh enzim-enzim yang membantu proses pemindahan gugus amino dari satu asam amino ke asam alfa-keto. Enzim-enzim ini dikenal sebagai aminotransferase atau transaminase (Sulastri, 2018). Aktivitas AST dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti:

1) Suhu

Jika suhu berada dibawah suhu optimal, aktivitas enzim akan menurun. Hal ini disebabkan oleh perubahan struktur tiga dimensi enzim yang mengakibatkan substrat tidak dapat berikatan dengan situs aktif enzim, sehingga proses katalisis

tidak dapat berlangsung dengan efisien. Penurunan atau peningkatan aktivitas enzim ini dapat berdampak pada hasil pemeriksaan laboratorium, yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan seperti suhu sangat mempengaruhi kinerja enzim dalam tubuh.

Suhu optimal bagi enzim AST biasanya berada di sekitar 37°C, yang merupakan suhu normal tubuh manusia. Oleh karena itu, menjaga suhu dalam batas optimal sangat penting untuk memastikan hasil pengujian yang akurat (Nurhayani, 2023). Dampak suhu terhadap aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 1.

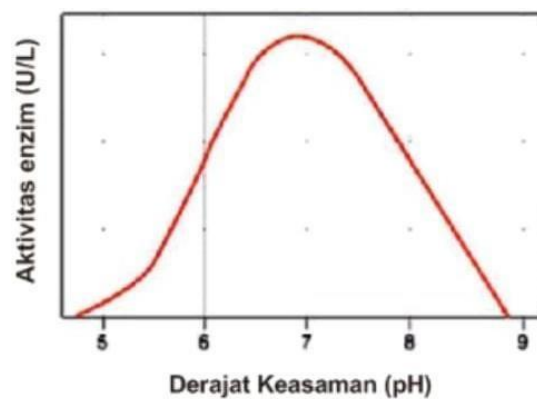


Gambar 1. Dampak Suhu terhadap Aktivitas Enzim
(Sumber: Santoso, 2023)

2) pH (*Potential Hydrogen*)

Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh pH lingkungan di sekitarnya. Enzim ini memiliki pH optimum sekitar 6,5 sampai 7,5 yaitu kondisi dimana enzim bekerja paling efektif dan aktivitasnya mencapai puncak. Jika pH turun menjadi lebih asam

atau naik menjadi lebih basa dari nilai optimum tersebut, struktur enzim akan mengalami perubahan, seperti denaturasi atau perubahan bentuk, yang menyebabkan situs aktif enzim tidak dapat berfungsi dengan baik. Akibatnya kemampuan enzim untuk mengikat substrat dan melakukan reaksi katalitik menurun, sehingga aktivitas AST juga menurun (Nurhayani, 2023). Dampak pH terhadap aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 2.

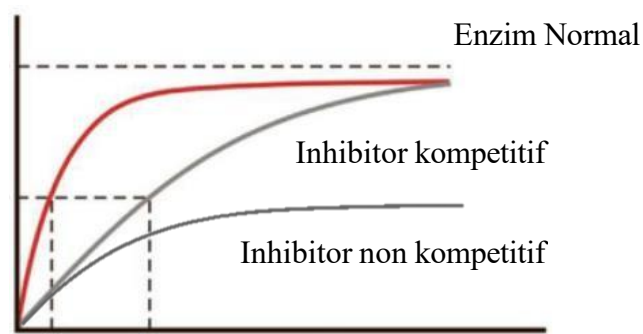


Gambar 2. Dampak pH terhadap Aktivitas Enzim
(Sumber: Santoso, 2023)

3) Inhibitor

Inhibitor adalah molekul atau zat yang dapat menghambat atau menurunkan kerja enzim dalam mempercepat reaksi kimia di dalam tubuh atau sistem biokimia lainnya. Enzim biasanya memiliki bagian khusus yang disebut situs aktif, tempat substrat (zat yang akan diubah oleh enzim) menempel untuk bereaksi. Inhibitor bekerja dengan cara mengganggu proses ini sehingga enzim tidak bisa bekerja secara normal. Inhibitor kompetitif ini

memiliki bentuk yang mirip dengan substrat, sehingga bersaing untuk menempati situs aktif enzim. Jika inhibitor ini sudah menempel, substrat tidak bisa masuk, sehingga reaksi terhambat. Namun, jika jumlah substrat ditambah banyak, bisa mengalahkan inhibitor ini dan enzim tetap bisa bekerja. Inhibitor nonkompetitif ini menempel di tempat lain pada enzim, bukan di situs aktif. Hal ini mengubah bentuk enzim sehingga substrat tidak bisa berikatan dengan baik, sehingga aktivitas enzim menurun. Penambahan substrat tidak bisa mengatasi penghambatan ini (Febriana dkk., 2023). Dampak inhibitor terhadap aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 3.

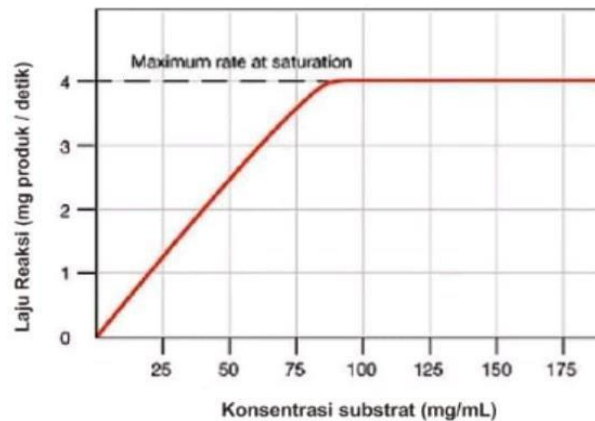


Gambar 3. Dampak Inhibitor
(Sumber: Santoso, 2023)

4) Konsentrasi Substrat

Ketika konsentrasi substrat meningkat, aktivitas enzim juga akan meningkat karena lebih banyak substrat yang tersedia untuk berikatan dengan enzim, sehingga reaksi berlangsung lebih cepat. Namun, peningkatan ini hanya terjadi sampai titik tertentu yang disebut titik jenuh. Pada titik jenuh, semua enzim sudah terisi substrat, sehingga meskipun konsentrasi substrat

bertambah, aktivitas enzim tidak akan naik lagi dan akan tetap stabil (Nurhayani, 2023). Dampak konsentrasi substrat terhadap aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 4.

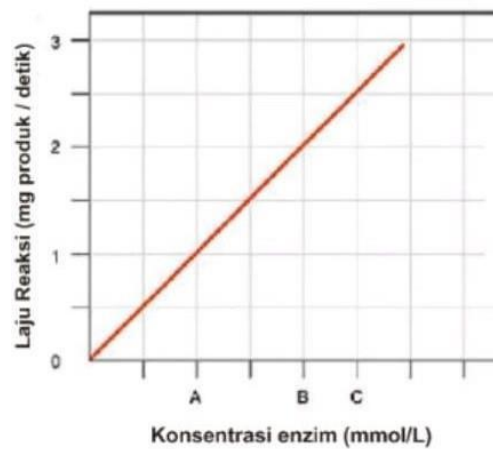


Gambar 4. Dampak Konsentrasi Substrat terhadap Aktivitas Enzim

(Sumber: Santoso, 2023)

5) Konsentrasi Enzim

Aktivitas enzim akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi enzim. Semakin banyak enzim yang tersedia, semakin banyak reaksi yang dapat terjadi, sehingga laju aktivitas enzim juga meningkat. Karena enzim berperan sebagai katalisator, peningkatan jumlah enzim secara langsung meningkatkan jumlah reaksi yang terjadi dalam waktu tertentu (Nurhayani, 2023). Dampak konsentrasi enzim terhadap aktivitas enzim dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Dampak Konsentrasi Enzim terhadap Aktivitas Enzim
(Sumber: Santoso, 2023)

5. Spektrofotometer

Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer berfungsi untuk menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu, sementara fotometer digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diserap atau ditransmisikan oleh sampel. Alat ini digunakan untuk mengukur seberapa banyak cahaya yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu sampel berdasarkan panjang gelombangnya (Irawan, 2019).

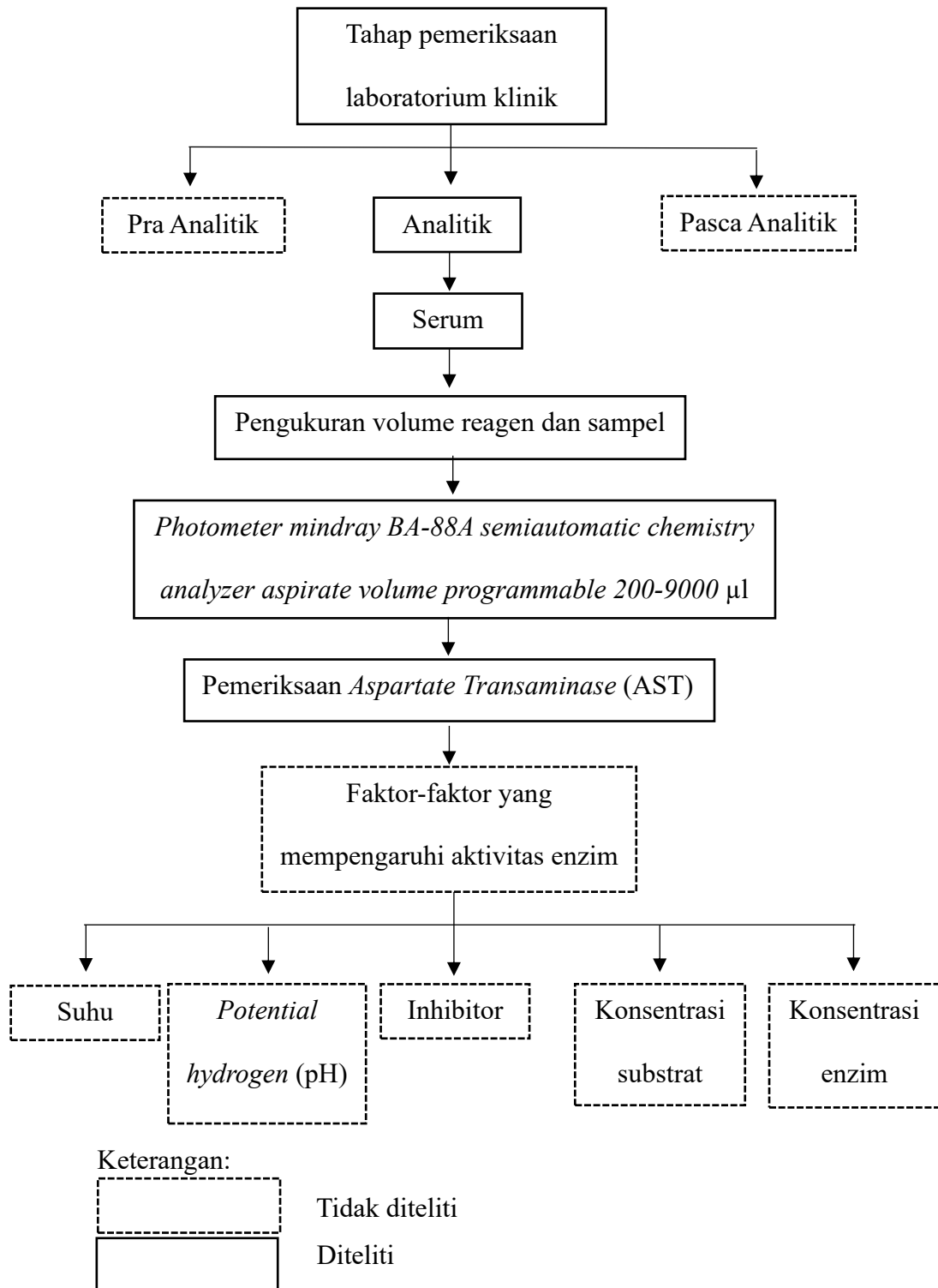
Spektrometer dibagi menjadi tiga gelombang, yaitu: Ultraviolet, cahaya tampak (*visible*) dan inframerah. Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200-400 nm, cahaya tampak (*visible*) panjang gelombang 400-800 nm, sedangkan pada inframerah terdapat rentang diatas 800 nm (Dachriyanus, 2004). Fotometer mempunyai panjang gelombang yang dipancarkan dalam larutan berkisar antara 240-750 nm.

Prinsip kerja spektrometer yaitu sampel yang telah diinkubasi kemudian disedotkan pada aspirator sehingga masuk ke dalam kuvet dan

dibaca oleh sinar cahaya kemudian sampel akan disedot kembali dengan pompa peristaltik menuju ke pembuangan. Sampel yang digunakan harus dimasukkan dalam inkubator. Hal ini agar reagen dalam sampel bekerja secara maksimal (Mursalim dkk., 2019).

Alat fotometer mindray BA-88A *semiautomatic chemistry analyzer* dapat melakukan berbagai metode pengujian, salah satu fitur pentingnya adalah aspirasi yang dapat di program antara 200-9000 μ l, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan volume sampel sesuai kebutuhan analisis. Dengan panjang gelombang yang bervariasi dari 340 hingga 670 nm dan kemampuan untuk memprogram hingga 200 tes, alat ini sangat efisien dalam memberikan hasil yang akurat dan cepat.

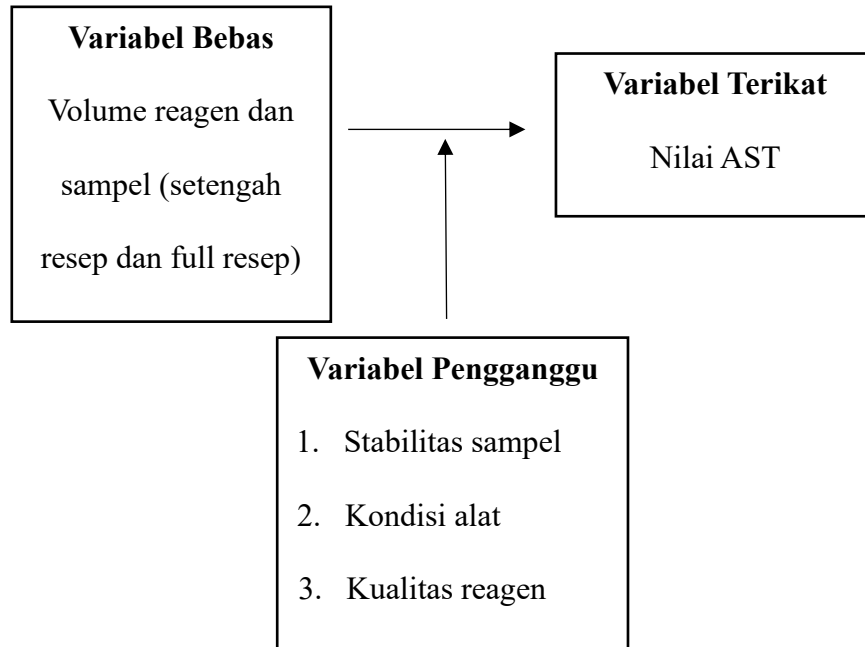
B. Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Ada perbedaan nilai AST pada penggunaan setengah resep dengan full resep reagen dan sampel.