

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. *Pneumatic Tube System*(PTS)

a. Pengertian *Pneumatic Tube System* (PTS)

Pneumatic Tube System adalah sebuah metode pengiriman sampel melalui sebuah pipa dengan kecepatan tinggi dengan tekanan atau vakum, dari satu tempat ke tempat yang lain tanpa kerusakan. Metode ini banyak digunakan di beberapa rumah sakit, metode pengiriman menggunakan *pneumatic tube system* dapat mengurangi turn around time(waktu tunggu hasil), sehingga lebih efisien dan efektif dalam menghantarkan sampel laboratorium. Namun metode ini juga memiliki kekurangan yaitu terjadinya guncangan sampel selama penghantaran menggunakan *pneumatic tube* sehingga dapat menyebabkan sampel hemolisis karena perubahan kecepatan dan tekanan yang berubah-ubah saat penghantaransampel (Liong et al, 2015).

Penggunaan *Pneumatic tube system* (PTS) dapat mempengaruhi kualitas sampel darah karena beberapa faktor seperti kecepatan transportasi yang tinggi, panjang sistem, akselerasi/deslerasi mendadak, perubahan tekanan udara, pergerakan dan getaran sampel darah didalam tabung dan kurangnya bantalan dalam tabung.(Evliyaglou,et all.,2012). Tekanan yang tidak stabil dapat menyebabkan kesalahan pada tahap preanalitik dalam pemeriksaan laboratorium karena merusak sel eritrosit dan limfosit sehingga dapat menyebabkan terjadinya hemolisis.(Felder,2011). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa *Pneumatic tube system* (PTS) memiliki efek pada sampel gas darah,

hematologi dan parameter koagulasi, dan biokimia klinis analit. (Kara, et al., 2014).

Sampel yang dikirim dengan menggunakan PTS dapat terguncang karena kecepatan dan tekanan udara yang berubah-ubah, ditambah dengan jarak PTS dari satu tempat ke tempat lain yang bervariasi yang mempengaruhi lama sampel terpengaruh oleh tekanan dan guncangan di dalam PTS. Jarak PTS dan tekanan yang terjadi dapat menambah tekanan pada eritrosit yang mengakibatkan hemolisis. (Setiyaji, et., 2022)

b. Komponen *Pneumatic Tube System* (PTS)

1) *Station*

Station adalah tempat pemberhentian tube, berfungsi untuk menerima tube dan mengirim tube ke *station* lain.

2) *Tube*

Terdiri dari pipa-pipa panjang yang akan menyalurkan *carriers* dari satu tempat ke tempat yang lain.

3) *Carriers*

Tabung berbentuk silinder transparan berukuran 60 mm- 300 mm, dimana sampel/barang diletakkan di tabung tersebut.

4) *Diverter*

Katup pneumatic yang terdapat pada *station* berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan pergerakan *carrier* dengan tujuan yang diinginkan (Parsian Medical, 2018)

c. Prinsip Kerja *Pneumatic Tube System*

Pertama udara disedot oleh kompresor dan disimpan di reservoir air atau tabung udara sampai mencapai tekanan kira-kira sekitar 6-9 bar. Tekanan 6-9 bar bertujuan supaya tidak menurunkan daya mekanik dari silinder kerja pneumatic dan tekanan tidak melebihi 9 bar supaya tidak berbahaya pada sistem perpipaan atau compressor. Selanjutnya udara bertekanan akan disalurkan ke pipa jalur pneumatic, sebelum masuk ke

pipa jalur pneumatic udara bertekanan tersebut harus melewati air dryer atau pengering udara untuk menghilangkan kandungan air dalam udara.

Setelah itu menuju ke shut up valve atau katup udara, regulator, solenoid valve dan menuju ke silinder kerja. Gerakan air silinder tersebut berasal dari solenoid. Ketika solenoid valve menyalurkan udara bertekanan menuju ke outlet dari air silinder maka piston akan bergerak mundur (Heri,2017)

2. Tahap Praanalitik

Kontribusi kesalahan terbesar di laboratorium klinik yaitu pada tahap pra analitik sebesar 62%, sedangkan tahap analitik dan pasca analitik yaitu 15 % dan 23% (R Mengko, 2013). Kualitas hasil laboratorium tergantung pada penanganan yang tepat dari spesimen dalam fase pra analitik, yang mencakup semua langkah yang dilakukan sebelum pemeriksaan spesimen yang sebenarnya (Riswanto, 2013). Faktor – faktor pra analitik yang mempengaruhi hasil pemeriksaan hemostasis diantaranya adalah :

a. Persiapan Pasien

Mempersiapkan pasien penting dilakukan untuk meminimalkan faktor fisiologis yang berhubungan dengan kegiatan yang mungkin mempengaruhi hasil uji laboratorium (Kiswari, 2014). Sebaiknya sebelum melakukan pengambilan spesimen darah, pasien diberi penjelasan macam tindakan yang akan dilakukan untuk pengambilan darah dan persiapan apa yang perlu dilakukan sebelum pengambilan darah (Riswanto, 2013). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan diantaranya umur, ketinggian, dehidrasi, diet, variasi diurnal, terapi obat, olahraga, demam, jenis kelamin,

ikterus, posisi, kehamilan, merokok, stress, suhu dan kelembapan, dan lain-lain (Kiswari, 2014).

b. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel darah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah penggunaan jarum suntik, penarikan plunger jarum suntik, penyemprotan sampel darah ke dalam tabung, pengocokan atau homogenisasi sampel darah, serta pengumpulan sampel darah dilakukan sebelum alkohol kering. Selain itu, pengaplikasian tourniquet dan volume pencampuran sampel darah dengan antikoagulan pada tabung koleksi darah juga dapat mempengaruhi koleksi sampel darah. Jika jarum suntik yang digunakan terlalu kecil, penarikan plunger jarum suntik terlalu cepat, dilakukan penyemprotan spesimen darah ke dalam tabung, pengocokan atau homogenisasi spesimen terlalu kuat, serta pengumpulan spesimen darah dilakukan sebelum alkohol di daerah koleksi spesimen kering dapat menyebabkan hemolisis. Pengaplikasian tourniquet yang lama dapat menyebabkan hemokonsentrasi dan kesalahan volume pencampuran darah dengan antikoagulan dapat mengakibatkan kegagalan untuk mencegah pembekuan darah sehingga bekuan kecil terbentuk dan menutup jalan atau mengganggu analisis otomatis (Kiswari, 2014).

c. Antikoagulan

Antikoagulan merupakan zat untuk mencegah proses pembekuan darah dengan cara mengendapkan dan mengikat kalsium atau dengan menghambat trombin yang digunakan untuk mengubah fibrinogen menjadi

fibrin dalam proses pembekuan. Apabila tes pemeriksaan menggunakan whole blood atau plasma, maka spesimen harus ditampung dalam tabung yang berisi antikoagulan. Sampel yang telah ditambahkan dengan antikoagulan harus segera dicampur untuk menghindari pembentukan bekuan. Pencampuran dilakukan secara lembut untuk mencegah hemolisis (Riswanto, 2013).

Jenis- jenis antikoagulan di antaranya adalah kalium etilen diamin tetraasetat (K₃EDTA), natrium sitrat (*sodium citrate*), oksalat, heparin, asam sitrat dekstrosa (ACD), serta natrium polianetol sulfonate (SPS). Menurut *International Committee for Standardization in Hematology* (ICSH) dan *International Society for Thrombosis and Hematology*, antikoagulan yang direkomendasikan untuk pemeriksaan koagulasi adalah antikoagulan natrium sitrat dengan konsentrasi 3,2%. Cara kerja antikoagulan ini yaitu dengan mengendapkan ion kalsium sehingga menjadi bentuk yang tidak aktif (Kiswari, 2014).

Antikoagulan ini biasanya digunakan dalam menguji pembekuan darah, hal ini dikarenakan sitrat baik untuk memelihara faktor pembekuan darah dan mengembalikan kalsium ke dalam spesimen selama proses pemeriksaan serta dapat dengan mudah mengembalikan efek pengikatan (Riswanto, 2013).

Sampel yang telah ditambahkan dengan antikoagulan natrium sitrat harus segera dicampur untuk mencegah pengaktifan proses koagulasi dan pembentukan bekuan yang menyebabkan hasil tidak valid. Pencampuran

harus dilakukan secara lembut agar tidak terjadi pengaktifan pembekuan platelet dan mempersingkat waktu pengujian. Penggunaan antikoagulan natrium sitrat 3,2% (0,109 M) untuk pemeriksaan koagulasi darah adalah 1 bagian antikoagulan natrium sitrat dengan 9 bagian darah. Tabung natrium sitrat dijumpai dalam bentuk tabung hampa udara dengan tutup berwarna biru terang (Riswanto, 2013).



Gambar 1. Tabung Natrium Sitrat

Sumber: Hanggara, 2018.

d. Pengiriman Sampel

Pengiriman sampel berupa darah, urin, cairan tubuh dan spesimen jaringan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan. Perlakuan terhadap sampel darah harus diperhatikan untuk menghindari hemolisis. Sampel harus dilindungi dari paparan atau kontak cahaya secara langsung yang dapat menyebabkan kerusakan analit tertentu. Stabilitas konstituen harus diketahui sebelum sampel diangkut. Sampel juga membutuhkan wadah yang terisolasi apabila akan diangkut (Kiswari, 2014).

e. Pengolahan dan Penyimpanan Sampel

Pengolahan sampel terdiri dari tiga cakupan, yaitu prasentrifugasi, sentrifugasi dan pascasentrifugasi. Idealnya, seluruh pengujian sampel dilakukan dalam waktu 45 menit sampai dengan 1 jam setelah sampel dikumpulkan. Jika pengujian harus tertunda selama lebih dari 4 jam, maka serum atau plasma harus disimpan pada suhu 4-6°C. Sampel darah yang telah dikumpulkan harus disentrifugasi setelah 1 jam pengumpulan. Pemilihan mesin sentrifuge harus memperhatikan kekuatan sentrifugal yang tertinggi, bukan kecepatan rotasi. Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan pada sentrifugasi atau sampel adalah penempatan posisi tabung sampel dan keseimbangan tabung sampel (Kiswari, 2014).

f. Penolakan Spesimen

Kegagalan dalam melakukan prosedur tertentu dapat mengakibatkan penolakan spesimen. Jenis spesimen yang tidak tepat, pengawet yang salah, hemolisis, lipemia, pembekuan, dan lain-lain, adalah beberapa alasan ditolaknya spesimen. Oleh karena itu, penting untuk benar-benar memperhatikan di semua aspek identifikasi pasien, pengumpulan spesimen, transportasi, dan pengolahannya.

3. Hemostasis

a. Pengertian Hemostasis

Hemostasis berasal dari Bahasa Yunani “haeme” berarti darah dan “stasis” berarti menghentikan (Palta, dkk., 2014). Hemostasis merupakan sistem kompleks untuk menghentikan perdarahan secara spontan dari

pembuluh darah yang mengalami perlukaan (Durachim dan Astuti, 2018). Pemeriksaan hemostasis adalah pemeriksaan yang bertujuan untuk pasien preoperasi, menetapkan diagnosis, menguji fungsi hemostasis, dan pemantauan pengobatan bagi pasien dengan riwayat gangguan hemostasis. Pemeriksaan hemostasis dilakukan kepada penderita dengan kelainan fungsi hemostasis dan penderita dengan penyakit umum yang mempunyai komplikasi perdarahan (Riswanto, 2013).

b. Mekanisme Hemostasis

Hemostasis bertujuan untuk mencegah perdarahan yang tergantung pada beberapa komponen yaitu sistem vaskular, trombosit, faktor pembekuan darah, fibrinolisis dan perbaikan jaringan. Secara fungsional beberapa proses yang terlibat dalam hemostasis akibat cedera pembuluh darah kecil adalah konstriksi pembuluh darah (vasokonstriksi), pembentukan plug (sumbat) trombosit, kontak antara pembuluh darah yang rusak, keping darah, dan faktor koagulasi, perkembangan bekuan darah di sekitar cedera, dan fibrinolitik yaitu menghilangkan kelebihan bahan hemostatik selama membangun kembali keutuhan pembuluh darah (Kiswari, 2014). Hemostasis adalah mekanisme tubuh untuk menghentikan perdarahan secara spontan. Proses hemostasis berupa vasokonstriksi pembuluh darah, reaksi seluler berupa pembentukan sumbat trombosit dan reaksi biokimiawi berupa pembentukan fibrin (Setiabudy, 2007). Tiga reaksi tersebut dijelaskan lebih rinci dalam tiga sistem dibawah ini: meliputi tiga reaksi yaitu reaksi vaskuler

1. Sistem vaskuler

Sistem vaskuler berperan dalam mencegah perdarahan meliputi proses kontraksi pembuluh darah (vasokonstriksi) serta mengaktifkan trombosit dan pembekuan darah (Setiabudy, 2007).

2. Sistem trombosit

Trombosit adalah bagian sel-sel yang terbesar berada di sumsum tulang dan memiliki hidup sekitar 10 hari. Jumlah trombosit 150-400 x 10⁹/liter atau 150.000-400.000/ μ l). Trombosit berbentuk oval atau bulat, bikonveks, lempeng yang tidak berinti. Trombosit berfungsi untuk mempertahankan integritas endothelium untuk mengatasi perdarahan. Sekitar 30-40% jumlah trombosit disimpan dalam limpa dan sisanya bersirkulasi dalam darah (Gibson, 1995).

Trombosit dalam hemostasis memiliki peran yaitu pembentukan dan stabilisasi sumbat trombosit. Pembentukan sumbat trombosit terdiri dari adesi trombosit, agregasi trombosit dan reaksi pelepasan. Adesi trombosit adalah proses trombosit melekat pada permukaan asing terutama serat kolagen. Apabila pembuluh darah luka, maka sel endotel akan rusak dan jaringan ikat di bawah endotel akan terbuka. Proses ini mencetuskan adesi trombosit. Setelah proses adesi, trombosit akan melekat pada trombosit lain yang disebut dengan agregasi trombosit. Agregasi trombosit dicetuskan oleh ADP yang dikeluarkan oleh trombosit yang melekat pada serat subendotel. Agregasi yang terbentuk disebut agregasi trombosit primer dan

bersifat reversibel. Trombosit pada agregasi primer mengeluarkan ADP sehingga terjadi agregasi sekunder yang bersifat irreversibel. Agregasi trombosit selain membutuhkan ADP juga membutuhkan ion kalsium dan fibrinogen. Agregasi trombosit terbentuk karena adanya ikatan antara fibrinogen yang melekat pada dinding trombosit dengan perantara ion kalsium. Proses agregasi menyebabkan terjadi perubahan bentuk trombosit dari cakram menjadi bulat disertai pseudopodi. Akibat dari perubahan bentuk trombosit maka granula trombosit akan terkumpul di tengah dan melepaskan isinya. Proses ini disebut dengan reaksi pelepasan (Setiabudy, 2007).

3. Sistem pembekuan darah

Proses pembekuan darah merupakan reaksi enzimatik melibatkan protein plasma yang disebut faktor pembekuan darah, fosfolipid dan ion kalsium. Faktor pembekuan darah dinyatakan dalam angka romawi yang sesuai dengan urutan ditemukannya (Setiabudy, 2007). Bentuk aktif dari faktor enzimatik tersebut ditandai dengan angka romawi yang diikuti akhiran-a. Penunjukkan angka romawi tidak menunjukkan urutan reaksi dalam proses pembekuan (Kiswari, 2014). Faktor pembekuan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Nomenklatur Faktor Pembekuan Darah

Faktor	Nama	Sinonim
I	Fibrinogen	-
II	Protrombin	-
III	<i>Tissue factor</i>	<i>Tissue thromboplastin</i>
IV	Ion kalsium	-

V	<i>Proaccelerin</i>	<i>Labile factor</i>
VI	-	-
VII	<i>Proconvertin</i>	<i>Stable factor</i>
VIII	<i>Antihemophilic Factor (AHF)</i>	<i>Antihemophilic Globulin (AHG)</i>
IX	<i>Plasma Thromboplastin Component (PTC)</i>	<i>Christmas factor</i>
X	<i>Stuart factor</i>	<i>Prower factor</i>
XI	<i>Plasma Thromboplastin Antecedent (PTA)</i>	<i>Antihemophilic factor C</i>
XII	<i>Hageman factor</i>	<i>Contact factor</i>
XIII	<i>Fibrin Stabilizing Factor (FSF)</i>	Fibrinase
-	<i>High Molecular Weight Kininogen (HMWK)</i>	<i>Fitzgerald factor</i>
-	<i>Pre Kallikerin (PK)</i>	<i>Fletcher factor</i>

Sumber: Setiabudy, 2007.

Teori *cascade* atau *waterfall* yang dikemukakan oleh Mac Farlane, Davie dan Ratnoff merupakan teori yang banyak dianut untuk menerangkan proses pembekuan darah. Teori ini menjelaskan bahwa tiap faktor pembekuan darah diubah menjadi bentuk aktif oleh faktor sebelumnya dalam rangkaian reaksi enzimatik. Faktor pembekuan darah beredar dalam darah sebagai prekursor yang akan diubah selanjutnya menjadi enzim, sehingga faktor pembekuan mulanya bertindak sebagai substrat dan kemudian bertindak sebagai enzim (Setiabudy, 2007).

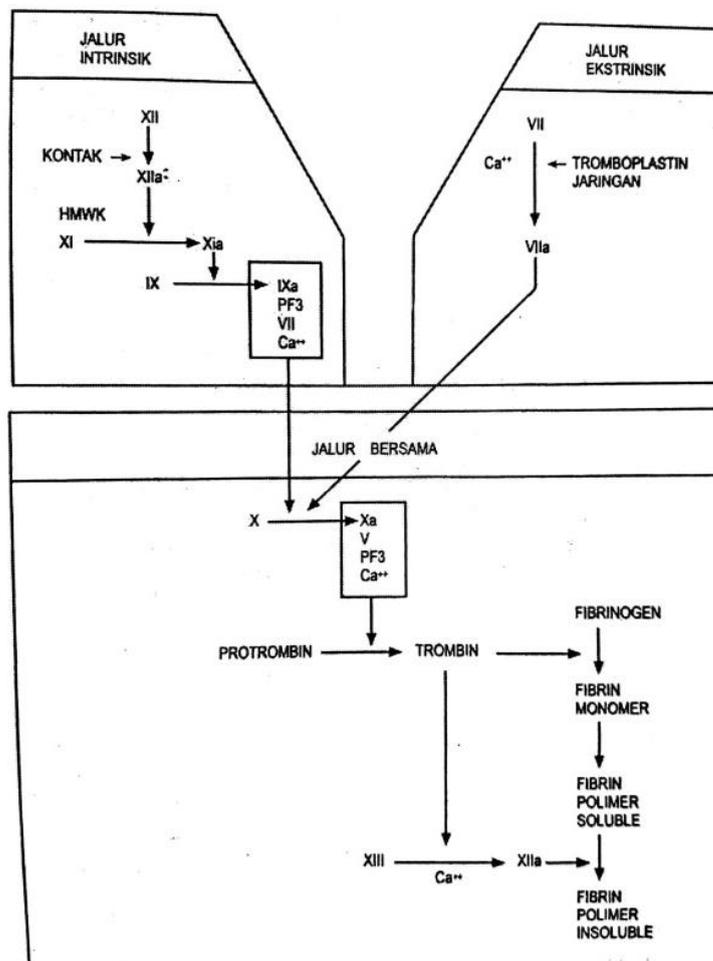
Rangkaian proses pembekuan darah dimulai melalui dua jalur, yaitu jalur intrinsik dan jalur ekstrinsik. Jalur instrinsik meliputi fase kontak dan pembentukan kompleks aktivator faktor X. Adanya kontak faktor XII dengan permukaan asing akan mengaktivasi faktor XII menjadi faktor XIIa. Adanya kofaktor HMWK menyebabkan

faktor XIIa mengubah prekalikrein menjadi kalikrein yang akan meningkatkan aktivasi faktor XII selanjutnya dengan adanya kofaktor HMWK. Kalikrein akan mengaktifkan faktor VII menjadi faktor VIIa pada jalur ekstrinsik, mengaktifkan plasminogen menjadi plasmin pada sistem fibrinolitik, serta mengubah kininogen menjadi kinin yang berperan dalam reaksi inflamasi. Reaksi jalur intrinsik dilanjutkan dengan teraktivasinya faktor XI menjadi faktor XIa oleh faktor XIIa dengan HMWK sebagai kofaktor. Faktor XIa dengan adanya ion kalsium akan mengubah faktor IX menjadi faktor IXa. Reaksi terakhir pada jalur instrinsik adalah interaksi nonenzimatik antara faktor IXa, *platelet factor 3*, faktor VIII dan ion kalsium membentuk kompleks yang mengaktifkan faktor X lebih cepat (Setiabudy, 2007).

Jalur ekstrinsik terdiri dari reaksi tunggal dimana faktor VII diaktifkan menjadi faktor VIIa dengan adanya ion kalsium dan tromboplastin jaringan yang dikeluarkan dari pembuluh darah yang luka. Aktivasi faktor VII menjadi faktor VIIa juga dapat terjadi dengan adanya kalikrein yang membuktikan hubungan jalur intrinsik dan jalur ekstrinsik. Faktor VIIa yang terbentuk akan mengaktifkan faktor X menjadi faktor Xa (Setiabudy, 2007).

Jalur bersama meliputi pembentukan *prothrombin converting complex* (protrombinase), aktivasi protrombin dan pembentukan fibrin. Reaksi pertama pada jalur bersama adalah perubahan faktor X menjadi faktor Xa oleh adanya kompleks yang terbentuk dari jalur

intrinsik dan/atau faktor VIIa dari jalur ekstrinsik. Faktor Xa bersama faktor V, *platelet factor 3* dan ion kalsium membentuk *prothrombin converting complex* (protrombinase) yang akan mengubah protrombin menjadi trombin. Trombin merupakan enzim proteolitik yang berfungsi mengubah fibrinogen menjadi fibrin, mengubah faktor XIII menjadi faktor XIIIa, meningkatkan aktivasi faktor V dan faktor VIII, merangsang reaksi pelepasan dan agregasi trombosit. Pada reaksi berikutnya, trombin akan mengubah fibrinogen menjadi fibrin monomer dengan cara trombin memecah rantai alfa dan beta dari 3 pasang rantai polipeptida fibrinogen (meliputi 2 rantai alfa, 2 rantai beta dan 2 rantai gama) menjadi fibrinopeptida A, B dan fibrin monomer. Fibrin monomer akan mengalami polimerasi untuk membentuk fibrin polimer yang bersifat tidak stabil atau fibrin polimer *soluble* karena bersifat mudah larut oleh adanya zat tertentu seperti urea. Adanya faktor XIIIa dan ion kalsium mengubah fibrin polimer *soluble* menjadi fibrin polimer *insoluble* karena terbentuk ikatan silang antara 2 rantai gama dari fibrin monomer yang bersebelahan. Aktivasi faktor XIII menjadi faktor XIIIa terjadi dengan adanya trombin (Setiabudy, 2007).



Gambar 2. Proses Pembekuan Darah

Sumber : Setiabudy, 2007.

4. *Plasma Protombine Time (PPT)*

a. *Pengertian Plasma Protombine Time*

Plasma Prothrombin Time (PPT) merupakan salah satu pemeriksaan penyaring hemostasis yang bertujuan untuk mendeteksi kelainan pada sistem koagulasi jalur ekstrinsik dan jalur bersama yang meliputi beberapa faktor koagulasi sebagai berikut, yaitu faktor I berupa fibrinogen, faktor II berupa protrombin, faktor V berupa proakselerin, faktor VII berupa prokonvertin dan faktor X berupa faktor Stuart. (Riswanto, 2013).

b. *Pemeriksaan Plasma Protombine Time*

Waktu protrombin plasma atau *Plasma Prothrombin Time (PPT)* merupakan salah satu pemeriksaan penyaring hemostasis yang bertujuan untuk mendeteksi kelainan pada sistem koagulasi jalur ekstrinsik dan jalur bersama yang meliputi beberapa faktor koagulasi sebagai berikut, yaitu faktor I berupa fibrinogen, faktor II berupa protrombin, faktor V berupa proakselerin, faktor VII berupa prokonvertin dan faktor X berupa faktor Stuart. Reagen yang digunakan untuk pemeriksaan ini adalah tromboplastin jaringan dan kalsium terionisasi yang jika ditambahkan ke plasma sitrat maka reagen-reagen tersebut dapat menggantikan tromboplastin jaringan yang berfungsi mengaktifkan faktor X dengan keberadaan faktor VII tanpa melibatkan trombosit atau prokoagulan jalur intrinsik (Riswanto, 2013).

Hasil pemeriksaan yang memanjang dapat disebabkan oleh penyakit hati (sirosis hati, hepatitis, abses hati, kanker hati, jaundice), afibrinogenemia, defisiensi faktor koagulasi II, V, VII dan X, Disseminated Intravascular Coagulation (DIC), fibrinolisis, Hemorrhagic Disease of the Newborn (HDN), gangguan reabsorpsi usus bahkan akibat pengaruh obat-obatan tertentu seperti terapi vitamin K antagonis, antibiotik, (penisilin, streptomisin, karbenisilin, kloramfenikol, kanamisin, neomisin, tetrasiklin), antikoagulan oral (warfarin, dikumarol), klorpromazin (thorazine), klordiazepoksid (librium), defenilhidantoin (dilantin), heparin, metildopa (aldomet), mitramisin, reserpin (serpasil), fenilbutazon (butazolidin), quinidin, salisilat (aspirin), sulfonamide. Hasil pemeriksaan yang memendek dapat disebabkan oleh tromboflebitis, infark miokardial, embolisme paru dan pengaruh beberapa obat tertentu seperti barbiturat, digitalis, diuretika, difenhidramin, (benadryl), kontrasepsi oral, rifampin, metaproterenol (alupent, metaprel) (Riswanto, 2013).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemeriksaan waktu protrombin plasma atau *Plasma Prothrombin Time* (PPT), yaitu (Riswanto, 2013):

1. Sampel darah membeku akibat pengambilan tidak sekali tusuk kena, lambat bekerja atau pencampuran sampel dengan antikoagulan kurang sempurna.
2. Salah penggunaan antikoagulan, misal penggunaan antikoagulan

Ethylene Diamine Tetra-Acetat (EDTA)

3. Perbandingan darah dengan antikoagulan tidak sesuai, misal antikoagulan natrium sitrat berlebih atau darahnya kurang.
4. Sampel darah sitrat melebihi batas waktu penyimpanan maksimal yang dianjurkan.
5. Kesalahan teknis seperti suhu dan pemipetan tidak tepat.
6. Transport dalam pengiriman spesimen.

c. Metode Pemeriksaan Plasma protombine Time

Pemeriksaan PPT dapat dilakukan dengan dua cara yaitu manual dan elektronik. Cara manual dikerjakan dengan teknik tilt tube dan cara elektronik dikerjakan menggunakan alat koagulometer yang bersifat semi otomatis atau full otomatis (Riswanto, 2013).

Koagulometer atau *coagulation analyzer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuantitas faktor-faktor koagulasi yang berperan dalam proses hemostasis atau pembekuan darah. Koagulometer biasa digunakan untuk mendeteksi kelainan pada pembekuan darah dan juga untuk mengamati efek obat serta mengamati efek terapi komponen darah. Metode pengukuran alat ini adalah metode deteksi mekanik atau kimia dengan prinsip plasma darah diinkubasi dalam jumlah dan waktu tertentu, kemudian dicampur dengan reagen tertentu sehingga terjadi proses pembekuan yang dideteksi melalui terbentuknya fibrin (Mengko, 2013)

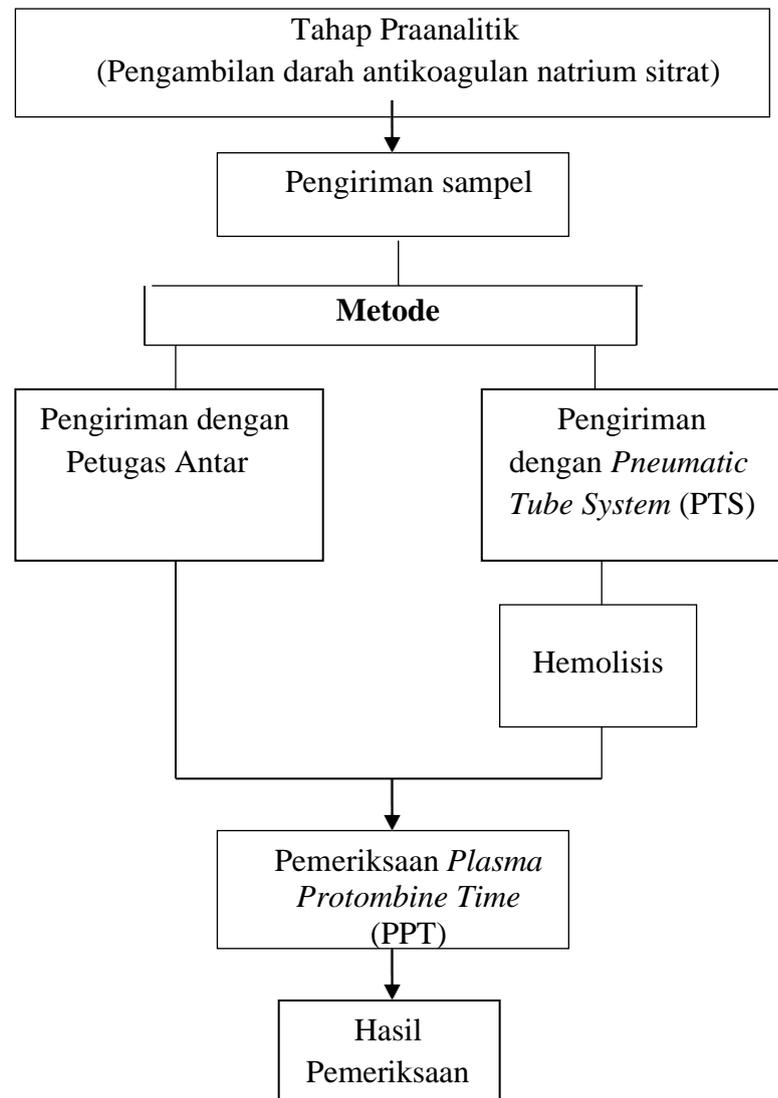
Prinsip pemeriksaan waktu protrombin plasma atau *Plasma Prothrombin Time (PPT)* adalah ion kalsium di dalam darah diikat dengan antikoagulan natrium sitrat untuk mencegah terjadinya

pembekuan darah. Plasma sitrat yang terbentuk mengandung faktor-faktor koagulasi ekstrinsik kecuali kalsium. Saat tromboplastin jaringan ditambahkan ke plasma sitrat yang telah diinkubasi, maka akan terbentuk bekuan fibrin. Waktu yang diperlukan untuk terbentuknya bekuan dicatat sebagai waktu protrombin plasma atau *Plasma Prothrombin Time* (PPT) (Riswanto, 2013).

d. Nilai Rujukan Plasma Protombine Time

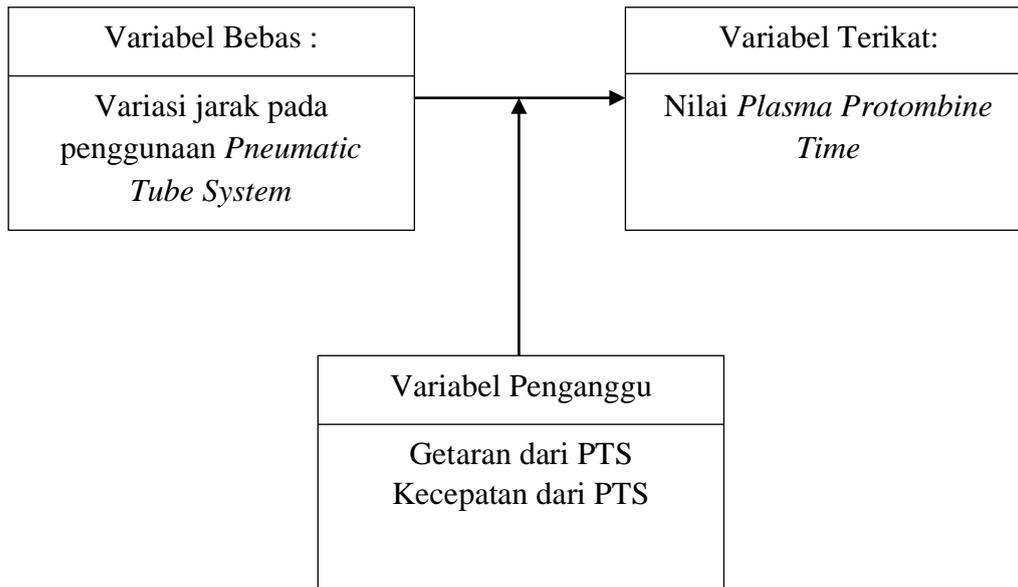
Nilai normal pembekuan jalur ekstrinsik(PPT) adalah 11 – 14 detik. Masa pembekuan memanjang pada PPT terjadi karena defisiensi faktor koagulasi ekstrinsik dan bersama apabila kadarnya <30%. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan PPT yaitu pengambilan spesimen, adanya bekuan, transport spesimen, ketepatan pemipetan, adanya kontaminasi dan salah menuliskan hasil (Riswanto, 2013).

B.Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 4. Kerangka konsep

D. Hipotesis

Ada perbedaan nilai *Plasma Protombine Time* (PPT) yang dikirim melalui *Pneumatic Tube System* (PTS) dan diantar petugas pada jarak 100 meter dan 450 meter.