

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendekatan Saintifik**

Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal, memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah. Informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, dan tidak bergantung pada informasi searah dari guru. Oleh karena itu, kondisi pembelajaran yang diharapkan tercipta diarahkan untuk mendorong peserta didik dalam mencari dari berbagai sumber melalui observasi, dan bukan hanya diberi tahu (Kurniasih dan Berlin Sani, 2014).

Menurut Kemendikbud (2013), pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengkonstruksi konsep, hukum, atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengkomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”

##### **2.1.1 Aktivitas dalam Pembelajaran Saintifik**

Pendekatan saintifik berkaitan erat dengan metode saintifik. Metode saintifik (ilmiah) pada umumnya melibatkan kegiatan pengamatan atau observasi yang dibutuhkan untuk perumusan hipotesis atau mengumpulkan data (Sani, 2014). Aktivitas yang dilakukan dalam pembelajaran saintifik meliputi :

1. Melakukan pengamatan atau observasi

Observasi adalah menggunakan panca indra untuk memperoleh informasi. Pengamatan yang cermat sangat dibutuhkan untuk dapat menganalisis suatu permasalahan atau fenomena. Metode mengamati mengutamakan kebermaknaan proses pembelajaran (*meaningfull learning*). Metode ini memiliki keunggulan tertentu, seperti menyajikan media obyek secara nyata, peserta didik senang dan tertantang, dan mudah pelaksanaannya.

2. Mengajukan pertanyaan

Siswa perlu dilatih untuk merumuskan pertanyaan terkait dengan topik yang akan dipelajari. Aktivitas belajar sangat penting untuk meningkatkan keingintahuan dalam diri siswa dan mengembangkan kemampuan mereka untuk belajar sepanjang hayat. Guru perlu mengajukan pertanyaan dalam upaya memotivasi siswa untuk mengajukan pertanyaan yang dapat mengembangkan ide mereka dan membantu siswa berpikir secara mendalam. Salah satu cara untuk melatih siswa dalam mengajukan pertanyaan adalah menggunakan metode inkuiri.

3. Melakukan eksperimen/percobaan atau memperoleh informasi

Belajar menggunakan pendekatan ilmiah akan melibatkan siswa dalam melakukan aktivitas menyelidiki fenomena dalam upaya menjawab suatu permasalahan. Guru juga dapat menugaskan siswa untuk mengumpulkan data atau informasi dari berbagai sumber. Guru perlu mengarahkan siswa dalam merencanakan aktivitas, melaksanakan aktivitas, dan melaporkan aktivitas yang telah dilakukan.

#### 4. Mengasosiasikan/menalar

Istilah “menalar” dalam kerangka proses pembelajaran dengan pendekatan ilmiah yang dianut dalam Kurikulum 2013 untuk menggambarkan bahwa guru dan peserta didik merupakan pelaku aktif. Titik tekannya tentu dalam banyak hal dan situasi peserta didik harus lebih aktif daripada guru. Penalaran adalah proses berpikir yang logis dan sistematis atas fakta-kata empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan. Penalaran dimaksud merupakan penalaran ilmiah, meski penakaran nonilmiah tidak selalu tidak bermanfaat.

#### 5. Membangun atau mengembangkan jaringan dan komunikasi

Kemampuan untuk membangun jaringan dan berkomunikasi perlu dimiliki oleh siswa karena kompetensi tersebut sama pentingnya dengan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman. Bekerjasama dalam sebuah kelompok merupakan salah satu cara membentuk kemampuan siswa untuk dapat membangun jaringan dan berkomunikasi. Setiap siswa perlu diberi kesempatan untuk berbicara dengan orang lain, menjalin persahabatan yang potensial, mengenal orang yang dapat memberi nasihat atau informasi, dan dikenal oleh orang lain.

### **2.1.2 Teori Belajar Pendekatan Saintifik**

Menurut Kemendikbud (2013), pendekatan saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky.

## 1. Teori Belajar Bruner

Teori belajar Bruner disebut juga teori belajar penemuan. Pedagogi kurikulum berdasarkan kegiatan yang memberi kesempatan kepada siswa menggunakan pengalaman-pengalaman dan pengamatan-pengamatan langsung mereka untuk mendapatkan informasi dan untuk memecahkan masalah-masalah ilmiah. Guru didorong lebih menjadi fasilitator dan penanya daripada penyaji dan pendemo informasi (Nur, 2011). Tujuan pendidikan tidak hanya meningkatkan banyaknya basis pengetahuan siswa, tetapi juga menciptakan peluang bagi penemuan dan daya cipta siswa. Ketika pembelajaran penemuan diterapkan dalam sains dan ilmu-ilmu sosial, pembelajaran penemuan itu menekankan pada ciri penalaran induktif dan proses-proses inkuiri metode ilmiah (Nur, 2011). Bruner menganggap bahwa belajar penemuan sesuai dengan pencarian pengetahuan secara aktif oleh manusia, dan dengan sendirinya memberi hasil yang paling baik.

Ada empat hal pokok berkaitan dengan teori belajar Bruner (dalam Kemdikbud Carin & Sund, 1975). Pertama, individu hanya belajar dan mengembangkan pikirannya apabila ia menggunakan pikirannya. Kedua, dengan melakukan proses-proses kognitif dalam proses penemuan, peserta didik akan memperoleh sensasi dan kepuasan intelektual yang merupakan suatu penghargaan intrinsik. Ketiga, satu-satunya cara agar seseorang dapat mempelajari teknik-teknik dalam melakukan penemuan adalah ia memiliki kesempatan untuk melakukan penemuan. Keempat, dengan melakukan penemuan maka akan memperkuat retensi ingatan. Keempat hal di atas adalah bersesuaian dengan proses kognitif yang diperlukan dalam pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik.

## 2. Teori Belajar Piaget

Teori Piaget dalam Kemdikbud (2013) menyatakan bahwa belajar berkaitan dengan pembentukan dan perkembangan skema (jamak skema). Skema adalah suatu struktur mental atau struktur kognitif yang dengannya seseorang secara intelektual beradaptasi dan mengkoordinasi lingkungan sekitarnya. Skema tidak pernah berhenti berubah, skemata seorang anak akan berkembang menjadi skemata orang dewasa. Proses terbentuknya adaptasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses kognitif yang dengannya seseorang mengintegrasikan stimulus yang dapat berupa persepsi, kosep, hukum, prinsip ataupun pengalaman baru ke dalam skema yang sudah ada didalam pikirannya. Asimilasi terjadi jika ciri-ciri stimulus tersebut cocok dengan ciri-ciri skema yang telah ada. Apabila ciri-ciri stimulus tidak cocok dengan ciri-ciri skema yang telah ada maka seseorang akan melakukan akomodasi.

Akomodasi dapat berupa pembentukan skema baru yang dapat cocok dengan ciri-ciri rangsangan yang ada atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan ciri-ciri stimulus yang ada. Dalam pembelajaran diperlukan adanya penyeimbangan atau ekulibrasi antara asimilasi dan akomodasi. Bila pada seseorang akomodasi lebih dominan dibandingkan asimilasi, maka ia akan memiliki skemata yang banyak tetapi kualitasnya cenderung rendah. Sebaliknya, bila asimilasi lebih dominan dibandingkan akomodasi maka seseorang akan memiliki skemata yang tidak banyak tapi cenderung memiliki kualitas yang tinggi. Keseimbangan atau ekulibrasi antara

asimilasi dan akomodasi diperlukan untuk perkembangan intelek seseorang menuju ke tingkat yang lebih tinggi.

Menurut Piaget (dalam Trianto, 2011) setiap individu pada saat tumbuh mulai dari bayi yang baru dilahirkan sampai menginjak usia dewasa mengalami empat tingkat perkembangan kognitif yaitu:

- Sensorimotorik (sejak lahir sampai 2 tahun)

Anak mengalami kemajuan dalam operasi-operasi reflek dan belum mampu membedakan apa yang ada disekitarnya hingga ke aktifitas sensorimotorik yang kompleks, sehingga terjadi formulasi baru terhadap organisasi pola-pola lingkungan.

- Praoperasional (2 sampai 7 tahun)

Pada tahap ini objek-objek dan peristiwa mulai menerima arti secara simbolis. Anak menyadari bahwa kemampuannya untuk belajar tentang konsep-konsep yang lebih kompleks meningkat bila dia diberi contoh-contoh yang nyata atau yang familiar (telah dikenal).

- Operasi kongkrit (7 sampai 11 tahun)

Anak mulai mengatur data ke dalam hubungan-hubungan logis dan mendapatkan kemudahan dalam memanipulasi data dalam situasi pemecahan masalah. Anak mampu membuat keputusan tentang hubungan-hubungan timbal balik dan yang berkebalikan.

- Operasi formal (11 sampai dewasa)

Tahap ini ditandai oleh perkembangan kegiatan-kegiatan (operasi) berpikir formal dan abstrak. Individu mampu menganalisis ide-ide, memahami tentang ruang dan hubungan-hubungan yang bersifat sementara. Orang muda mampu

berpikir logis tentang data yang abstrak; mampu menilai data menurut kriteria yang diterima; mampu menyusun hipotesis dan mencari akibat-akibat yang mungkin bisa terjadi dari hipotesis tersebut; mampu membangun teori-teori dan memperoleh simpulan logis tanpa pernah memiliki pengalaman langsung.

### 3. Teori Vygotsky

Seperti halnya Piaget, Vygotsky percaya bahwa intelektual berkembang ketika individu menghadapi pengalaman baru dan penuh rasa ingin tahu dan ketika mereka berupaya keras mengatasi tantangan yang dimunculkan oleh pengalaman-pengalaman ini. Dalam upaya memahami pengalaman baru itu, individu mengkaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan awal dan membangun makna baru. Namun, keyakinan Vygotsky berbeda dengan keyakinan Piaget dalam beberapa hal penting. Sementara Piaget berfokus pada tahap-tahap perkembangan intelektual, yaitu tahap-tahap yang harus dilewati seluruh individu dan tidak memandang konteks sosial dan budaya, Vygotsky menempatkan peran lebih penting pada aspek sosial dengan orang lain memacu pembangunan ide-ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual siswa (Nur, 2011)

## **2.2 Model Pembelajaran Inkuiri**

### **2.2.1 Pengertian Pembelajaran Inkuiri**

Inkuiri berasal dari bahasa Inggris "*inquiry*" berarti pertanyaan, atau pemeriksaan, penyelidikan. Dapat diartikan bahwa inkuiri sebagai proses bertanya dan mencari tahu jawaban terhadap pertanyaan ilmiah yang diajukan. Menurut Sanjaya (2014) pembelajaran inkuiri adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari

dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan. Proses berpikir itu sendiri biasanya dilakukan melalui tanya jawab antara guru dan siswa. Strategi pembelajaran ini sering juga dinamakan strategi *heuristic*, yang berasal dari bahasa Yunani, yaitu *heuristic* yang berarti saya menemukan.

Hal ini sejalan dengan pendapat Gulo, 2002 (dalam Trianto, 2011) menyatakan strategi inkuiri berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri. Selain itu, juga menyatakan bahwa inkuiri tidak hanya mengembangkan kemampuan intelektual tetapi seluruh potensi yang ada, termasuk pengembangan emosional dan keterampilan inkuiri merupakan suatu proses yang bermula dari merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis data, dan membuat kesimpulan. Menurut Sani (2014) pembelajaran berbasis inkuiri adalah pembelajaran yang melibatkan siswa dalam merumuskan pertanyaan yang mengarahkan untuk melakukan investigasi dalam upaya membangun pengetahuan dan makna baru.

Inkuiri merupakan perluasan proses *discovery* (penemuan). Belajar penemuan (*Discovery Learning*) merupakan model instruksional kognitif dari Jerome Bruner. Bruner menganggap bahwa dengan usaha sendiri untuk mencari pemecahan masalah serta pengetahuan yang menyertainya, menghasilkan pengetahuan yang benar-benar bermakna (Dahar, 1998). Bruner menyarankan agar siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran dengan melakukan eksperimen untuk memperoleh pengetahuan yang bermakna (Trianto, 2011)

Metode pembelajaran inkuiri dibedakan menjadi 3 oleh Hanafiah dan Cucu Suhana (2010); yaitu inkuiri terbimbing, inkuiri bebas, dan inkuiri bebas yang dimodifikasi. Perbedaan diantara ketiganya terletak pada siapa yang mengajukan pertanyaan dan apa tujuan dari kegiatannya. Pada inkuiri terbimbing dimulai dari pertanyaan inti, guru mengajukan berbagai pertanyaan yang melacak, dengan tujuan untuk mengarahkan peserta didik ke titik kesimpulan yang diharapkan. Selanjutnya, siswa melakukan percobaan untuk membuktikan pendapat yang dikemukakannya. Inkuiri bebas, peserta didik melakukan penyelidikan bebas sebagaimana seorang ilmuwan, antara lain masalah dirumuskan sendiri, penyelidikan dirumuskan sendiri, dan kesimpulan diperoleh sendiri. Sedang inkuiri bebas yang dimodifikasi, yaitu masalah diajukan guru didasarkan teori yang sudah dipahami peserta didik. Tujuannya untuk melakukan penyelidikan dalam rangka membuktikan kebenarannya.

Sedangkan menurut Mulyani (2014) model inkuiri terbimbing yaitu model inkuiri di mana guru membimbing siswa melakukan kegiatan dengan memberikan pertanyaan awal dan mengarahkan pada suatu diskusi. Guru mempunyai peran aktif dalam menentukan permasalahan dan tahap-tahap pemecahannya. Peserta didik memperoleh pedoman sesuai pertanyaan-pertanyaan yang membimbing. Pendekatan ini digunakan terutama bagi peserta didik yang belum berpengalaman, guru memberikan bimbingan dan pengarahan yang cukup luas.

Menurut Suryosubroto, 1996 (dalam Rahmawati, 2009) istilah inkuiri dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Diawali dengan kegiatan pengamatan dalam rangka untuk memahami konsep.

2. Siklus yang terdiri dari kegiatan mengamati, bertanya, menyelidiki, menganalisa dan merumuskan teori, baik secara individu maupun bersama-sama dengan teman lainnya.
3. Mengembangkan dan sekaligus menggunakan keterampilan berpikir kritis.

Adapun tujuan utama pembelajaran inkuiri menurut Suyadi (2013) adalah menolong peserta didik untuk dapat mengembangkan disiplin intelektual dan keterampilan berpikir dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang mendapatkan jawaban atas dasar rasa ingin tahu mereka. Selain itu inkuiri juga dapat mengembangkan nilai dan sikap yang sangat dibutuhkan peserta didik agar mampu berpikir ilmiah seperti:

1. Keterampilan melakukan pengamatan, mengumpulkan dan pengorganisasian data, termasuk merumuskan hipotesis serta menjelaskan fenomena.
2. Kemandirian belajar, baik individu maupun kolektif.
3. Kemampuan mengekspresikan rasa ingin tahu secara verbal.
4. Kemampuan berpikir kritis, logis dan analitis.
5. Kesedaran ilmiah bahwa ilmu bersifat dinamis dan tentatif (sementara).

Berdasarkan penjelasan diatas, pengertian metode pembelajaran inkuiri dalam penelitian disini adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa dan memberi kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran dan guru sebagai fasilitator, sehingga melatih siswa berpikir kritis untuk menemukan sendiri suatu pengetahuan yang pada akhirnya mampu menggunakan pengetahuannya tersebut dalam memecahkan masalah yang dihadapi.

### **2.2.2 Karakteristik Model Pembelajaran Inkuiri**

Pembelajaran inkuiri banyak dipengaruhi oleh aliran belajar kognitif. Menurut aliran ini belajar pada hakekatnya adalah proses mental dan proses berpikir dengan memanfaatkan segala potensi yang dimiliki setiap individu secara optimal. Belajar lebih dari sekedar proses menghafal dan menumpuk ilmu pengetahuan, tetapi bagaimana pengetahuan yang diperolehnya bermakna untuk siswa melalui keterampilan berpikir. Teori belajar lain yang mendasari pembelajaran inkuiri adalah teori belajar konstruktivistik. Teori ini dikembangkan oleh Piaget. Menurut Piaget pengetahuan itu akan bermakna manakala dicari dan ditemukan oleh siswa sendiri. Sejak kecil setiap individu berusaha dan mampu mengembangkan pengetahuannya sendiri melalui skema yang ada dalam struktur kognitif. Skema itu secara terus menerus diperbaharui dan diubah melalui proses asimilasi dan akomodasi (Sanjaya, 2014)

Pembelajaran inkuiri mempunyai karakteristik dalam penerapannya. Menurut Sanjaya (2014). Ada beberapa hal yang menjadi karakteristik utama dalam model pembelajaran inkuiri, yaitu:

1. Pembelajaran inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan, artinya strategi inkuiri menempatkan siswa sebagai subjek belajar. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima pelajaran melalui penjelasan guru secara verbal, tetapi mereka berperan untuk menemukan sendiri inti dari materi pelajaran itu sendiri.
2. Seluruh aktivitas yang dilakukan siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan, sehingga

diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self belief*). Dengan demikian, strategi pembelajaran inkuiri menempatkan guru bukan sebagai sumber belajar, akan tetapi sebagai fasilitator dan motivator belajar siswa.

3. Tujuan dari penggunaan strategi pembelajaran inkuiri adalah mengembangkan kemampuan berpikir secara sistematis, logis, dan kritis, atau mengembangkan kemampuan intelektual sebagai bagian dari proses mental. Dengan demikian, dalam strategi pembelajaran inkuiri siswa tak hanya dituntut agar menguasai materi pelajaran, akan tetapi bagaimana mereka dapat menggunakan potensi yang dimilikinya. Manusia yang hanya menguasai materi pelajaran belum tentu dapat mengembangkan kemampuan berpikir secara optimal; namun sebaliknya, siswa akan dapat mengembangkan kemampuan berpikirnya manakala ia bisa menguasai materi pelajaran.

Carol dalam Susanti (2014) membagi inkuiri terbimbing ke dalam 6 karakteristik, yaitu:

- a. Siswa belajar aktif dan terefleksikan pada pengalaman
- b. Siswa belajar berdasarkan pada apa yang mereka tahu
- c. Siswa mengembangkan rangkaian dalam proses pembelajaran melalui bimbingan
- d. Perkembangan siswa terjadi secara bertahap
- e. Siswa mempunyai cara yang berbeda dalam pembelajaran
- f. Siswa belajar melalui interaksi sosial dengan orang lain

Guru menciptakan kondisi-kondisi yang mendukung terciptanya pembelajaran inkuiri. Kondisi-kondisi umum yang merupakan syarat bagi timbulnya kegiatan inkuiri bagi siswa, menurut Trianto (2011) adalah:

- a. Aspek sosial di kelas dan suasana terbuka yang mengundang siswa berdiskusi
- b. Inkuiri berfokus pada hipotesis
- c. Penggunaan fakta sebagai evidensi (informasi, fakta)

Adapun untuk menciptakan kondisi seperti itu, peranan guru adalah sebagai berikut:

- a. Motivator, memberi rangsangan agar siswa aktif dan bergairah berpikir.
- b. Fasilitator, menunjukkan jalan keluar jika siswa mengalami kesulitan.
- c. Penanya, menyadarkan siswa dari kekeliruan yang mereka buat.
- d. Administrator, bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan kelas.
- e. Pengarah, memimpin kegiatan siswa untuk mencapai tujuan yang diharapkan.
- f. Manajer, mengelolah sumber belajar, waktu, dan organisasi kelas.
- g. Rewarder, memberi penghargaan pada prestasi yang dicapai siswa.

Menurut Sanjaya (2014), pembelajaran inkuiri akan efektif manakala:

- a. Guru mengharapkan siswa dapat menemukan sendiri jawaban dari suatu permasalahan yang ingin dipecahkan.
- b. Jika bahan pelajaran yang akan diajarkan tidak berbentuk fakta atau konsep yang sudah jadi, akan tetapi sebuah kesimpulan yang perlu pembuktian.
- c. Jika proses pembelajaran berangkat dari rasa ingin tahu siswa terhadap sesuatu.
- d. Jika guru akan mengajar pada sekelompok siswa yang rata-rata memiliki kemauan dan kemampuan berpikir.

- e. Jika jumlah siswa yang belajar tak terlalu banyak, sehingga bisa dikendalikan oleh guru.
- f. Jika guru memiliki waktu yang cukup untuk menggunakan pendekatan yang berpusat pada siswa.

### **2.2.3 Prinsip-prinsip Pembelajaran Inkuiri**

Pembelajaran inkuiri juga mempunyai prinsip-prinsip dalam pembelajaran. Menurut Sanjaya (2014) pembelajaran inkuiri mengacu pada prinsip-prinsip yang harus diperhatikan oleh setiap guru, yaitu:

- a. Berorientasi pada pengembangan intelektual.

Tujuan utama dari pembelajaran inkuiri adalah pengembangan kemampuan berpikir. Dengan demikian, pembelajaran ini selain berorientasi kepada hasil belajar juga berorientasi pada proses belajar.

- b. Prinsip interaksi.

Proses pembelajaran pada dasarnya adalah proses interaksi, baik interaksi antara siswa maupun interaksi siswa dengan guru, bahkan interaksi antara siswa dengan lingkungan. Pembelajaran sebagai proses interaksi berarti menempatkan guru bukan sebagai sumber belajar, tetapi sebagai pengatur lingkungan atau pengatur interaksi itu sendiri.

- c. Prinsip bertanya

Peran guru yang harus dilakukan dalam menggunakan pembelajaran ini adalah guru sebagai penanya. Sebab, kemampuan siswa untuk menjawab setiap pertanyaan pada dasarnya sudah merupakan sebagian dari proses berpikir. Dalam hal ini, kemampuan guru untuk bertanya dalam setiap

langkah inkuiri sangat diperlukan. Pembelajaran ini juga perlu dikembangkan sikap kritis siswa dengan selalu bertanya dan mempertanyakan berbagai fenomena yang sedang dipelajarinya.

d. Prinsip belajar untuk berpikir

Belajar bukan hanya mengingat sejumlah fakta, akan tetapi belajar adalah proses berpikir (*learning how to think*), yakni proses mengembangkan potensi seluruh otak. Pembelajaran berpikir adalah pemanfaatan dan penggunaan otak secara maksimal.

e. Prinsip keterbukaan

Pembelajaran yang bermakna adalah pembelajaran yang menyediakan berbagai kemungkinan sebagai hipotesis yang harus dibuktikan kebenarannya. Tugas guru adalah menyediakan ruang untuk memberikan kesempatan kepada siswa mengembangkan hipotesis dan secara terbuka membuktikan kebenaran hipotesis yang diajukannya.

Pembelajaran inkuiri merupakan strategi yang menekankan kepada pengembangan intelektual anak. Perkembangan mental (intelektual) itu menurut Piaget dalam Sanjaya (2014) dipengaruhi oleh 4 faktor, yaitu *maturation, physical experience, social experience, dan equilibration*.

a. *Maturation* atau kematangan adalah proses perubahan fisiologis dan anatomis, yaitu proses pertumbuhan fisik, yang meliputi pertumbuhan tubuh, pertumbuhan otak, dan pertumbuhan sistem saraf.

b. *Physical experience* adalah tindakan-tindakan fisik yang dilakukan individu terhadap benda-benda yang ada di lingkungan sekitarnya. Aksi atau tindakan

fisik yang dilakukan individu memungkinkan dapat mengembangkan aktivitas/daya pikir.

- c. *Social experience* adalah aktivitas dalam berhubungan dengan orang lain. Melalui pengalaman sosial, anak bukan hanya dituntut untuk mempertimbangkan atau mendengarkan pandangan orang lain.
- d. *Equilibration* adalah proses penyesuaian antara pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan baru yang ditemukannya. Ada kalanya anak dituntut untuk memperbarui pengetahuan yang sudah terbentuk setelah ia menemukan informasi baru yang tidak sesuai.

#### 2.2.4 Sintak Pembelajaran Inkuiri

Sintak inkuiri dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Sintak Pembelajaran Inkuiri

| <b>Fase</b>                 | <b>Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri</b>  |
|-----------------------------|--|
| <b>Orientasi</b>            | Siswa melakukan persiapan sebelum melakukan pembelajaran. Guru menjelaskan topik, tujuan, dan hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai oleh siswa. Guru menjelaskan pokok-pokok kegiatan yang harus dilakukan oleh siswa untuk mencapai tujuan. Guru menjelaskan pentingnya topik dan kegiatan belajar.   |
| <b>Merumuskan masalah</b>   | Siswa merumuskan masalah berdasarkan fakta-fakta atau fenomena yang terjadi dan didorong untuk mencari jawaban yang tepat.   |
| <b>Merumuskan hipotesis</b> | Siswa mengingat materi yang berhubungan dengan fakta-fakta atau fenomena yang terjadi. Selanjutnya siswa membuat membuat hipotesis sementara tentang permasalahan yang muncul, dari situ siswa menemukan informasi yang terjadi sebagai jawaban sementara atau dapat merumuskan berbagai perkiraan kemungkinan jawaban dari suatu permasalahan yang dikaji |
| <b>Mengumpulkan data</b>    | Siswa mengumpulkan data dengan melakukan penyelidikan sesuai dengan LKS yang diberikan oleh guru. Dalam LKS guru menjelaskan langkah-langkah penyelidikan secara rinci. Guru memberikan bimbingan secukupnya bagaimana menuliskan hasil pengumpulan data.  |
| <b>Menguji hipotesis</b>    | Siswa menentukan jawaban atau pertanyaan-pertanyaan dari guru yang dianggap sesuai dengan atau informasi yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data   |

Lanjutan Tabel 2.1

| Fase                         | Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri   |
|------------------------------|--|
| <b>Merumuskan kesimpulan</b> | Siswa membuat kesimpulan tentang penyelidikan yang telah dilakukan. Guru mampu menunjukkan pada siswa data mana yang relevan |

Sumber: Dimodifikasi dari Sanjaya, 2014

### 2.2.5 Keunggulan dan Kelemahan Model Pembelajaran Inkuiri

Seperti model-model pembelajaran lainnya pada setiap model pembelajaran inkuiri memiliki keunggulan dan kelemahan. Menurut Sanjaya (2014)

#### 1. Keunggulan

Keunggulan dari model pembelajaran inkuiri adalah:

- a. Model pembelajaran inkuiri merupakan strategi pembelajaran yang menekankan kepada perkembangan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor secara seimbang, sehingga pembelajaran melalui strategi ini lebih bermakna.
- b. Model pembelajaran inkuiri dapat memberikan ruang kepada siswa untuk belajar sesuai dengan gaya belajar mereka.
- c. Model pembelajaran inkuiri merupakan strategi yang dianggap sesuai dengan perkembangan psikologi belajar modern yang menganggap belajar adalah proses perubahan tingkah laku berkat adanya pengalaman.
- d. Keuntungan lain adalah strategi pembelajaran ini dapat melayani kebutuhan siswa yang memiliki kemampuan di atas rata-rata. Artinya, siswa yang memiliki kemampuan belajar bagus tidak akan terhambat oleh siswa yang lemah dalam belajar.

#### 2. Kelemahan

Kelemahan dari model pembelajaran inkuiri adalah:

- a. Jika model pembelajaran inkuiri digunakan sebagai strategi pembelajaran, maka akan sulit mengontrol kegiatan dan keberhasilan siswa.
- b. Strategi ini sulit dalam merencanakan pembelajaran oleh karena terbentur dengan kebiasaan siswa dalam belajar.
- c. Kadang-kadang dalam mengimplementasikannya, memerlukan waktu yang panjang sehingga sering guru sulit menyesuaikannya dengan waktu yang telah ditentukan.
- d. Selama kriteria keberhasilan belajar ditentukan oleh kemampuan siswa menguasai materi pelajaran, maka model pembelajaran inkuiri akan sulit diimplementasikan oleh setiap guru.

### **2.3 Keterampilan Berpikir Kritis**

#### **2.3.1 Definisi Keterampilan Berpikir**

Keterampilan berpikir dapat didefinisikan sebagai proses kognitif yang dipecah-pecah kedalam langkah-langkah nyata yang kemudian digunakan sebagai pedoman berpikir. Keterampilan berpikir sejalan dengan wacana meningkatkan mutu pendidikan melalui proses pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pencapaian tujuan dan potensi peserta belajar (Kuswana, 2011). Johnson (2002), Krulik dan Rudnick (1996) dalam Arnyana (2006), menyatakan berpikir tingkat tinggi dibedakan menjadi berpikir kritis dan berpikir kreatif.

Menurut Sanjaya (2014) belajar adalah proses berpikir. Belajar berpikir menekankan kepada proses mencari dan menemukan pengetahuan melalui interaksi antar individu dengan lingkungan. Dalam pembelajaran berpikir proses pendidikan di sekolah tidak hanya menekankan kepada akumulasi pengetahuan

materi pelajaran, tetapi yang diutamakan adalah kemampuan siswa untuk memperoleh pengetahuannya sendiri. Proses pembelajaran di sekolah juga sangat berperan dalam membantu siswa untuk berkembang menjadi pemikir yang kritis dan kreatif terutama jika guru dapat memfasilitasinya melalui kegiatan belajar yang efektif. La Costa (1985) dalam Sanjaya (2014) mengklasifikasikan mengajar berpikir menjadi tiga, yaitu *teaching of thinking*, *teaching for thinking*, dan *teaching about thinking*.

*Teaching of thinking* adalah proses pembelajaran yang diarahkan untuk pembentukan keterampilan mental tertentu, seperti misalnya keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan sebagainya. *Teaching for thinking* adalah proses pembelajaran yang diarahkan pada usaha menciptakan lingkungan belajar yang dapat mendorong terhadap pengembangan kognitif. *Teaching about thinking* adalah pembelajaran yang diarahkan pada upaya untuk membantu agar siswa lebih sadar terhadap proses berpikirnya (Sanjaya, 2014).

### **2.3.2 Berpikir Kritis**

Berpikir kritis adalah kemampuan dan kecenderungan seseorang untuk membuat dan melakukan asesmen terhadap kesimpulan berdasarkan bukti (Eggen, 2012). Berpikir kritis menurut Ennis (1985) dalam Kuswana (2011) adalah suatu proses yang bertujuan untuk membuat keputusan-keputusan yang masuk akal tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Sedangkan berpikir kritis menurut Johnson (2002) Krulik dan Rudnick (1996) dalam Arnyana (2006) merupakan proses mental yang terorganisasi dengan baik dan berperan dalam

proses mengambil keputusan untuk memecahkan masalah dengan menganalisis dan menginterpretasi data dalam kegiatan inkuiri ilmiah.

Dewey (dalam Fisher, 2008) keterampilan berpikir merupakan suatu keterampilan seseorang dalam melibatkan operasi-operasi mentalnya dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang dihadapi. Pertimbangan yang aktif, *persistent* (terus-menerus), dan teliti mengenai sebuah keyakinan atau bentuk pengetahuan yang diterima begitu saja dipandang dari sudut alasan-alasan yang mendukungnya dan kesimpulan-kesimpulan lanjutan yang menjadi kecenderungannya. Menurut Browne & Keely, 2012 (dalam Sunarti, 2014) berpikir kritis merujuk pada poin berikut:

- a. Pengetahuan akan serangkaian pertanyaan kritis yang saling terkait.
- b. Kemampuan melontarkan dan menjawab pertanyaan kritis pada saat yang tepat.
- c. Kemauan untuk menggunakan pertanyaan kritis tersebut secara aktif.

### **2.3.3 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis**

Edward Glaser, 1944 (dalam Fisher, 2008) mengemukakan tentang landasan untuk berpikir kritis adalah sebagai berikut:

- a. Mengenal masalah,
- b. Menemukan cara-cara yang dapat dipakai untuk menangani masalah-masalah itu,
- c. Mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan,
- d. Mengenal asumsi-asumsi dan nilai-nilai yang tidak dinyatakan,
- e. Memahami dan menggunakan bahasa yang tepat, jelas, dan khas,

- f. Menganalisis data,
- g. Menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan-pernyataan,
- h. Mengenal adanya hubungan yang logis antara masalah-masalah,
- i. Menarik kesimpulan-kesimpulan dan kesamaan-kesamaan yang diperlukan,
- j. Menguji kesamaan-kesamaan dan kesimpulan-kesimpulan yang seseorang ambil,
- k. Menyusun kembali pola-pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman yang lebih luas,
- l. Membuat penilaian yang tepat tentang hal-hal dan kualitas-kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari.

Penelitian ini menetapkan enam indikator berpikir kritis yang diadaptasi dari Ennis, 2000 (dalam Sunarti, 2014) yaitu:

1. Merumuskan masalah
2. Memberikan argumen
3. Melakukan deduksi
4. Melakukan induksi
5. Melakukan evaluasi
6. Mengambil keputusan dan tindakan

Keterampilan berpikir kritis yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah proses mental yang mencakup kemampuan merumuskan masalah, memberikan argumen, melakukan analisis dan memberikan evaluasi. Oleh karena itu, keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk diimplementasikan, dengan berpikir kritis siswa dapat membuat keputusan terhadap permasalahan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari mereka. Siswa dapat memecahkan masalah

yang dihadapinya melalui peningkatan kemampuan berpikir kritis, selain itu juga menunjukkan bahwa siswa tersebut memahami dan mengingat materi dengan baik.

## **2.4 Materi Sistem Pertahanan Tubuh di Sekolah (SMA)**

### **A. Pengertian**

Sistem pertahanan tubuh (sistem imunitas) adalah sistem pertahanan yang berperan sel abnormal yang berpotensi merugikan bagi tubuh. Kemampuan tubuh untuk menahan atau menghilangkan benda asing serta sel-sel abnormal disebut **imunitas (kekebalan)**.

### **B. Fungsi Sistem Pertahanan Tubuh**

Sistem pertahanan tubuh memiliki beberapa fungsi, yaitu

- a. Mempertahankan tubuh dari patogen invasif (dapat masuk ke dalam sel inang), misalnya virus dan bakteri.
- b. Melindungi tubuh terhadap suatu agen dari lingkungan eksternal yang berasal dari tumbuhan dan hewan (makanan tertentu, serbuk sari, dan rambut bintang) serta zat kimia (obat-obatan dan polutan).
- c. Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat suatu penyakit atau cedera, sehingga memudahkan penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.
- d. Mengendali dan menghancurkan sel abnormal (mutan) seperti kanker.

### **C. Mekanisme Pertahanan Tubuh**

Tubuh memiliki dua macam mekanisme pertahanan tubuh, yaitu **pertahanan nonspesifik (alamiah) dan pertahanan spesifik (adaptif)**. Gambaran umum

tentang pertahanan tubuh nonspesifik dan spesifik dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Mekanisme Pertahanan Tubuh Nonspesifik dan Spesifik

| <b>Mekanisme pertahanan nonspesifik</b>  |   | <b>Mekanisme spesifik</b>  |
|--|---|--|
| <b>Pertahanan pertama</b>  | <b>Pertahanan ke-2</b>  | <b>Pertahanan ke-3</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulit</li> <li>• Membran mukosa</li> <li>• Rambut hidung dan silia</li> <li>• Cairan sekresi dari kulit dan membran mukosa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamasi</li> <li>• Sel-sel fagosit</li> <li>• Protein antimikroba</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limfosit</li> <li>• Antibodi</li> </ul> |

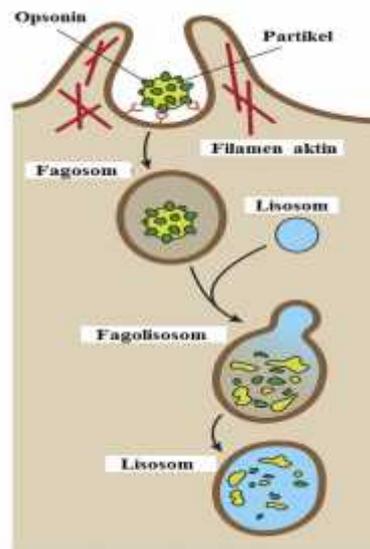
## 1. Pertahanan Nonspesifik

**Pertahanan nonspesifik** merupakan imunitas bawaan sejak lahir, berupa komponen normal tubuh yang selalu ditemukan pada individu sehat, dan siap mencegah serta menyingkirkan dengan cepat antigen yang masuk kedalam tubuh. Pertahanan ini disebut nonspesifik karena tidak ditujukan untuk melawan antigen tertentu, tetapi dapat memberikan respon langsung terhadap berbagai antigen untuk melindungi tubuh. Jumlah komponennya dapat meningkat oleh infeksi, misalnya jumlah sel darah putih akan meningkat jika terjadi infeksi.

Pertahanan nonspesifik meliputi pertahanan fisik, kimia, dan mekanis terhadap agen infeksi; fagositosis; inflamasi; serta zat antimikroba nonspesifik yang diproduksi tubuh.

### a. Fagositosis

Fagositosis merupakan garis pertahanan ke-2 bagi tubuh terhadap agen infeksi. Fagositosis meliputi proses penelanan dan pencernaan mikroorganisme dan toksin yang berhasil masuk ke dalam tubuh.



Gambar 2.1  
Fagositosis Bakteri oleh Makrofag

**b. Inflamasi (peradangan)**

Inflamasi adalah reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera. Penyebabnya antara lain terbakar, toksin, produk bakteri, gugutan serangga, atau pukulan keras. Inflamasi dapat bersifat akut (jangka pendek) atau kronik (berlangsung lama). Tanda-tanda lokal respons inflamasi, yaitu kemerahan, panas, pembengkakan, nyeri, atau kehilangan fungsi. Efek inflamasi menyebabkan demam (suhu tinggi abnormal) hingga infeksi teratasi, dan leukositosis (peningkatan jumlah leukosit dalam darah) karena produksi leukosit dalam sumsum tulang meningkat.

Tujuan akhir dari inflamasi adalah membawa fagosit dan protein plasma ke jaringan yang terinfeksi/rusak untuk mengisolasi, menghancurkan, menginaktivkan agen penyerang, membersihkan debris (sel-sel yang rusak atau mati), serta mempersiapkan proses penyembuhan dan perbaikan jaringan.

**c. Zat antimikroba nonspesifik yang direproduksi tubuh**

Zat antimikroba nonspesifik ini dapat bekerja tanpa adanya interaksi antigen dan antibodi sebagai pemicu.

- Interferon (IFN), protein antivirus yang dapat disintesis oleh sebagian besar sel tubuh sebagai respons terhadap infeksi virus, stimulasi imunitas, dan stimulan kimia. Interferon berfungsi menghalangi multiplikasi virus.
- Komplemen, beberapa jenis protein plasma yang tidak aktif, tetapi dapat diaktifkan oleh berbagai bahan dari antigen, seperti liposakarida bakteri. Aktivitas komplemen bertujuan untuk menghancurkan mikroorganisme atau antigen asing, tetapi terkadang menimbulkan kerusakan jaringan tubuh sendiri.

Tabel 2.3 Perbedaan Pertahanan Nonspesifik (alamiah) dengan Pertahanan Spesifik

| No. | Objek Pembeda                   | Pertahanan nonspesifik (alamiah)            | Pertahanan Spesifik   |
|-----|---------------------------------|---|---|
| 1   | Mekanisme kerja                 | Cepat                                       | Lebih lambat  |
| 2   | Waktu respons                   | Menit hingga jam, selalu siap               | Dalam hitungan hari, tidak siap sampai terpajan alergen           |
| 3   | Pajanan (kontak dengan antigen) | Tidak perlu                                 | Harus ada pajanan sebelumnya                                      |
| 4   | Respons memori                  | Tidak ada                                   | Memori menetap, respons lebih baik pada infeksi serupa berikutnya |
| 5   | Resistensi                      | Tidak berubah oleh infeksi                  | Membaik oleh infeksi berulang (memori)                            |
| 6   | Sasaran reaksi                  | Pada umumnya efektif terhadap semua mikroba | Spesifik terhadap mikroorganisme yang sudah dikenali sebelumnya   |
| 7   | Protein darah                   | Komplemen                                   | Limfosit  |
| 8   | Komponen cairan darah           | Banyak peptida antimikroba dan protein      | Antibodi  |

## 2. Pertahanan Spesifik

**Pertahanan spesifik** merupakan sistem kompleks yang memberikan respons imun terhadap antigen yang spesifik. Antigen spesifik, contohnya bakteri, virus, toksin, atau zat lain yang dianggap asing. Pertahanan spesifik mampu mengenal benda asing bagi dirinya dan memiliki memori (kemampuan mengingat kembali) terhadap kontak sebelumnya dengan suatu agen tertentu. Benda asing yang pertama kali terpajan dengan tubuh segera dikenal dan menimbulkan sensitisasi (kontak pertama kali), sehingga jika antigen yang sama masuk ke dalam tubuh untuk kedua kalinya, maka akan segera dikenal dan dihancurkan lebih cepat.

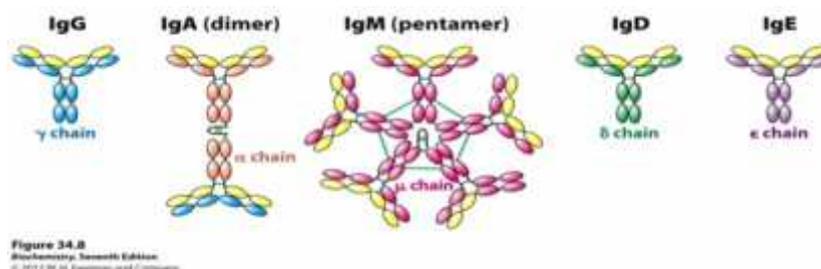
Pertahanan spesifik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu **imunitas yang diperantarai antibodi** dan **imunitas yang diperantarai oleh sel**. Imunitas diperantarai oleh antibodi disebut imunitas humoral, yang melibatkan pembentukan antibodi oleh sel plasma (turunan limfosit B). Sementara itu, **imunitas seluler** melibatkan pembentukan limfosit T aktif yang secara langsung menyerang antigen.

### 1. komponen respons imunitas spesifik

respons imunitas spesifik melibatkan dua komponen, yaitu antigen dan antibodi.

- **Antigen**, zat yang merangsang respons imunitas, terutama dalam menghasilkan antibodi. Umumnya berupa zat dengan berat molekul besar dan kompleks, seperti protein dan polisakarida. Permukaan bakteri mengandung banyak protein dan polisakarida yang bersifat antigen dapat berupa bakteri, virus, protein, karbohidrat, sel-sel kanker, atau racun.

- **Antibodi**, protein larut yang dihasilkan oleh sistem imunitas sebagai respons terhadap keberadaan suatu antigen dan akan bereaksi dengan antigen tersebut. Antibodi merupakan protein plasma yang disebut **imunoglobulin (Ig)**. Terdapat lima kelas imunoglobulin, yaitu:
  - **IgA**, berfungsi untuk melawan mikroorganisme yang masuk ke dalam tubuh.
  - **IgD**, berfungsi membantu memicu respons imunitas.
  - **IgE**, terikat pada reseptor sel *mast* dan basofil. IgE menyebabkan pelepasan histamin dan mediator kimia lainnya.
  - **IgG**, berjumlah paling banyak sekitar 80% dari keseluruhan antibodi yang bersirkulasi. IgG dapat menembus plasenta dan memberikan imunitas pada bayi yang baru lahir. IgG berfungsi sebagai pelindung terhadap mikroorganisme dan toksin, mengaktifasi komplemen, dan meningkatkan efektivitas sel fagositik
  - **IgM**, antibodi yang pertama tiba dilokasi infeksi. IgM menetap di dalam pembuluh darah dan tidak masuk ke jaringan. IgM berumur relatif pendek serta berfungsi mengaktifasi komplemen dan memperbanyak fagositosis.

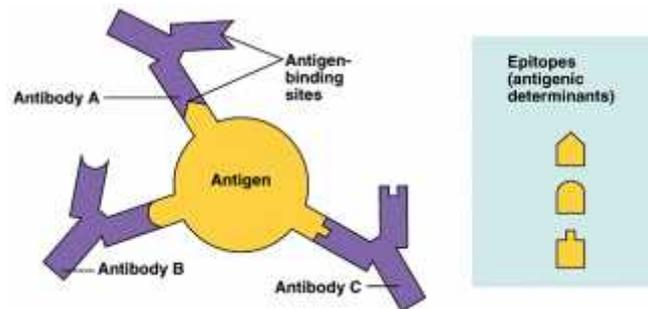


Gambar 2.2  
Bentuk Imunoglobulin (Ig)

## 2. Interaksi antibodi dan antigen

Antibodi memiliki sisi pengikat antigen pada daerah variabel dan antigen memiliki penghubung determinan antigen (epitop). Kedua sisi tersebut akan

berikatan untuk membentuk kompleks antigen dan antibodi. Pengikatan antibodi ke antigen memungkinkan inaktivasi antigen, dan menandai sel atau molekul asing agar dicerna oleh fagosit atau sistem komplemen protein.



Gambar 2.3  
Formasi Kompleks Antigen dan Antibodi

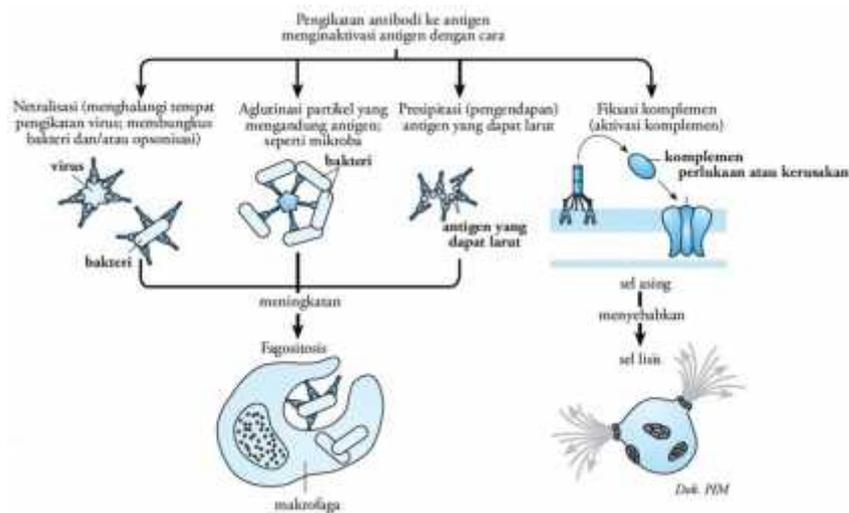
Mekanisme pengikatan antibodi ke antigen dapat melalui beberapa cara sebagai berikut:

- **Fiksasi komplemen (aktivasi sistem komplemen).**

Yaitu aktivasi sistem komplemen oleh kompleks antigen-antibodi. Komplemen memiliki sekitar 20 protein serum yang berbeda. Tanpa adanya infeksi, protein serum tersebut dalam keadaan inaktif. Pada saat terjadi infeksi, protein pertama dalam rangkaian protein komplemen diaktifkan, selanjutnya memicu serangkaian aktivasi protein komplemen berikutnya (jalur berantai atau *cascade*). Hasil dari rangkaian reaksi komplemen tersebut menyebabkan lisisnya banyak jenis virus dan sel-sel patogen. Penghancuran sel-sel patogen oleh komplemen yang dipicu oleh pengikatan antibodi-antigen disebut **jalur klasik**.

- **Netralisasi**, terjadi jika antibodi menutup situs determinan antigen, sehingga antigen menjadi tidak berbahaya dan sel fagosit dapat mencerna antigen tersebut.

- **Aglutinasi (penggumpalan)**, terjadi jika antigen berupa materi partikel seperti bakteri atau sel-sel darah merah. Molekul antibodi memiliki paling tidak dua tempat pengikatan antigen. Contohnya IgM dapat mengikat lima bakteri, selanjutnya kompleks besar ini dengan mudah difagosit oleh makrofag.
- **Presipitasi (pengendapan)**, yaitu pengikatan silang molekul-molekul antigen yang terlarut dalam cairan tubuh. Setelah diendapkan, antigen tersebut dikeluarkan dan dibuang melalui fagositosis.



Gambar 2.4  
Mekanisme Pengikatan Antibodi Ke Antigen

### 3. Jenis imunitas (kekebalan tubuh)

Jenis imunitas terhadap penyakit (patogen) dapat dibedakan menjadi dua macam, sebagai berikut:

- **Imunitas aktif**, dapat diperoleh akibat kontak langsung dengan toksin atau patogen sehingga tubuh mampu memproduksi antibodinya sendiri.
- **Imunitas aktif alami**, terjadi jika seseorang terpapar satu jenis penyakit, kemudian sistem imunitas memproduksi antibodi dan limfosit khusus.

Imunitas ini dapat bersifat seumur hidup (contohnya, cacar dan campak) atau sementara (contohnya, gonore dan pneumonia).

- **Imunitas aktifbuatan (induksi)**, merupakan hasil vaksinasi. **Vaksin** adalah patogen yang mati/dilemahkan, atau toksin yang telah diubah. Vaksin dapat merangsang respons imunitas, tetapi tidak menyebabkan penyakit. Contohnya, vaksin Sabin untuk menimbulkan kekebalan aktif terhadap penyakit poliomielitis; BCG (*bacille calmette guerin*) untuk melawan tuberkulosis; TFT (*tetanus formol toxoid*) untuk melawan tetanus; MMR (*measles mumps rubella*) untuk melawan campak; DPT untuk melawan difteri, pertusis (batuk rejan), dan tetanus.
- **Imunitas pasif**, jika antibodi dari satu individu dipindahkan ke individu lainnya.
- **Imunitas pasif alami**, terjadi melalui pemberian Asi kepada bayi dan saat IgG ibu masuk ke plasenta, sehingga dapat memberikan kekebalan sementara untuk beberapa minggu atau beberapa bulan setelah lahir.
- **Imunitas pasif buatan**, terjadi melalui injeksi antibodi dalam serum yang dihasilkan oleh orang atau hewan yang kebal karena pernah terpapar antigen tertentu. Contohnya, antibodi dari kuda yang kebal terhadap gigitan ular dapat diinjeksikan kepada manusia yang digigit ular sejenis.

#### 4. Sel-sel yang terlibat dalam respons imunitas

terdapat empat jenis sel yang berperan penting dalam imunitas, yaitu sel B (limfosit B), sel T (limfosit T), makrofag, dan sel pembunuh alami (NK = natural killer).

- **Sel B** (limfosit B, B = bone marrow), limfosit yang berfungsi membentuk antibodi untuk melawan antigen.
- **Sel T** (limfosit T, T = timus), sel darah putih limfosit yang mampu mengenali dan membedakan jenis antigen atau patogen spesifik. Jika terdapat antigen, maka sejumlah sel T teraktivasi menjadi sel memori yang mampu berproliferasi dengan cepat untuk melawan infeksi yang mungkin terulang kembali. Sel T tidak memproduksi antibodi.
- **Makrofag** (makros = pemakan besar), sel fagosit besar dalam jaringan berasal dari perkembangan sel darah putih monosit yang diproduksi di sumsum tulang belakang, dan berfungsi menelan antigen atau bakteri untuk dihancurkan secara enzimatis. Makrofag mencerna antigen untuk menghasilkan fragmen determinan antigen, selanjutnya meletakkan fragmen tersebut pada permukaan selnya sehingga terjadi kontak dengan limfosit T dan mengaktifkan limfosit T.
- **Sel pembunuh alami** (NK = *natural killer*), sekumpulan limfosit non-T dan non-B yang bersifat sitotoksik. Sel ini tidak perlu berinteraksi dengan antigen atau limfosit untuk menghancurkan sel-sel tertentu. Sel ini berperan untuk menghancurkan sel-sel kanker pada lokasi primer (metastatis), virus, jamur, dan parasit lainnya.

##### 5. Mekanisme respons imunitas humoral (diperantarai antibodi)

Respon kekebalan (imunitas) humoral melibatkan aktivasi sel B yang akan menghasilkan antibodi dalam plasma darah dan limfa. Mekanisme respons imunitas humoral sebagai berikut:

- Antigen (patogen) menginvasi (memasuki) tubuh. Antigen dibawa ke limfosit B di dalam nodus limfa.
- Sel T penolong mengaktifkan limfosit B. Limfosit B berproliferasi melalui pembelahan mitosis, sehingga menghasilkan tiruan sel B.
- Klon (tiruan) sel B banyak yang terdiferensiasi menjadi sel plasma. Sel plasma menyekresikan antibodi untuk dibawa ke lokasi infeksi.
- Di lokasi infeksi, kompleks antigen-antibodi secara langsung menginaktifkan antigen (patogen).
- Sebagian tiruan sel B tidak berdiferensiasi dan menjadi sel limfosit memori B yang menetap pada jaringan limfoid. Sel limfosit memori B ini hanya menyekresikan sedikit antibodi, jauh setelah infeksi teratasi, dan berfungsi dalam respons imunitas sekunder jika terjadi paparan antigen berulang.

#### **6. Mekanisme respons imunitas seluler (diperantarai sel)**

- **Ekstraseluler** (jika antigen dicerna oleh makrofag)
  - Antigen (misalnya bakteri) ditelan oleh makrofag. Makrofag mengandung fragmen protein (peptida) dari antigen tersebut.
  - Makrofag membentuk molekul MHC kelas II, dan molekul tersebut bergerak menuju ke permukaan makrofag.
  - MHC kelas II menangkap peptida antigen dan membawanya ke permukaan, serta memperlihatkannya ke sel T penolong.
  - Sel T penolong akan mengaktifasi makrofag untuk menghancurkan mikroorganisme yang ditelan.

- **Intraseluler** (jika antigen menginfeksi sel)
  - Antigen (misalnya virus) menginfeksi sel tubuh. Sel mengandung fragmen protein (peptida) virus, jika virus bereplikasi dalam sel tersebut.
  - Sel tubuh membentuk molekul MHC kelas I, molekul tersebut bergerak ke permukaan sel tubuh.
  - MHC kelas I tersebut menangkap peptidavirus dan membawanya ke permukaan sel. Serta memperlihatkan ke sel T sitotoksik (CTL).
  - Sel T sitotoksik (CTL) akan teraktivasi oleh kompleks MHC kelas I, peptida virus pada sel yang terinfeksi, dan sel T penolong. Sel T sitotoksik kemudian berdiferensiasi menjadi sel pembunuh aktif yang akan menghancurkan sel terinfeksi.
  - Sel T sitotoksik yang tidak berdiferensiasi akan menjadi sel T memori.
  - Sel-sel T memori berfungsi dalam respons imunitas sekunder jika terjadi paparan antigen berulang.

#### **D. Faktor yang Memengaruhi Sistem Pertahanan Tubuh**

Beberapa faktor yang memengaruhi sistem pertahanan tubuh sebagai berikut:

1. **Genetik (keturunan)**, yaitu kerentanan terhadap penyakit secara genetik. Contohnya, seseorang dengan riwayat keluarga diabetes mellitus akan berisiko menderita penyakit tersebut dalam hidupnya. Penyakit lain yang dipengaruhi oleh genetik, yaitu kanker, alergi, penyakit jantung, penyakit ginjal, atau penyakit mental.
2. **Fisiologis**, melibatkan fungsi organ-organ tubuh. Contohnya, berat badan yang berlebihan dapat menyebabkan sirkulasi darah kurang lancar, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap penyakit.

3. **Stres**, dapat memengaruhi sistem kekebalan tubuh karena melepaskan hormon seperti neuroendokrin, glukokortikoid, dan katekolamin. Stres kronis dapat menurunkan jumlah sel darah putih dan berdampak buruk pada produksi antibodi.
4. **Usia**, dapat meningkatkan atau menurunkan kerentahan terhadap penyakit tertentu. Contohnya, bayi yang lahir secara prematur lebih rentan terhadap infeksi daripada bayi yang lahir normal. Pada usia 45 tahun atau lebih, risiko timbulnya penyakit kanker meningkat.
5. **Hormon**, bergantung pada jenis kelamin. Wanita memproduksi hormon estrogen yang meningkatkan sintesis IgG dan IgA, sehingga menjadi lebih kebal terhadap infeksi daripada pria. Sementara itu, pria memproduksi androgen yang bersifat memperkecil risiko penyakit autoimun, sehingga penyakit autoimun lebih sering dijumpai pada wanita.
6. **Olahraga**, jika dilakukan secara teratur akan membantu meningkatkan aliran darah dan membersihkan tubuh dari racun.
7. **Tidur**, jika kekurangan akan menyebabkan perubahan pada jaringan sitokin yang dapat menurunkan imunitas seluler, sehingga kekebalan tubuh menjadi melemah.
8. **Nutrisi**, seperti vitamin dan mineral diperlukan dalam pengaturan sistem imunitas. DHA (*docosahexaenoic acid*) dan asam arakidonat memengaruhi maturasi (pematangan) sel T. Protein diperlukan dalam pembentukan imunoglobulin dan komplemen. Namun kadar kolesterol yang tinggi dapat memperlambat proses penghancuran bakteri oleh makrofag.

9. **Pajanan zat berbahaya**, contohnya bahan radioaktif, pestisida, rokok, minuman beralkohol, dan bahan pembersih kimia, mengandung zat-zat yang dapat menurunkan imunitas.
10. **Racun tubuh**, sisa metabolisme. Jika racun ini tidak berhasil dikeluarkan dari tubuh, akan mengganggu kerja sistem imunitas.
11. **Penggunaan obat-obatan**, terutama penggunaan antibiotik yang berlebihan atau teratur, menyebabkan bakteri lebih resisten, sehingga ketika bakteri menyerang lagi maka sistem kekebalan tubuh akan gagal melawannya.

#### **E. Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh**

Gangguan sistem pertahanan tubuh meliputi **hipersensitivitas (alergi)**, **penyakit autoimun**, dan **imunodefisiensi**.

##### **1. Hipersensitivitas (Alergi)**

Hipersensitivitas adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen yang pernah dipajankan atau dikenal sebelumnya.

##### **2. Penyakit Autoimun**

Autoimun adalah kegagalan sistem imunitas untuk membedakan sel tubuh dengan sel asing sehingga sistem imunitas menyerang sel tubuh sendiri.

##### **3. Imunodefisiensi**

Imunodefisiensi adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespons antigen.

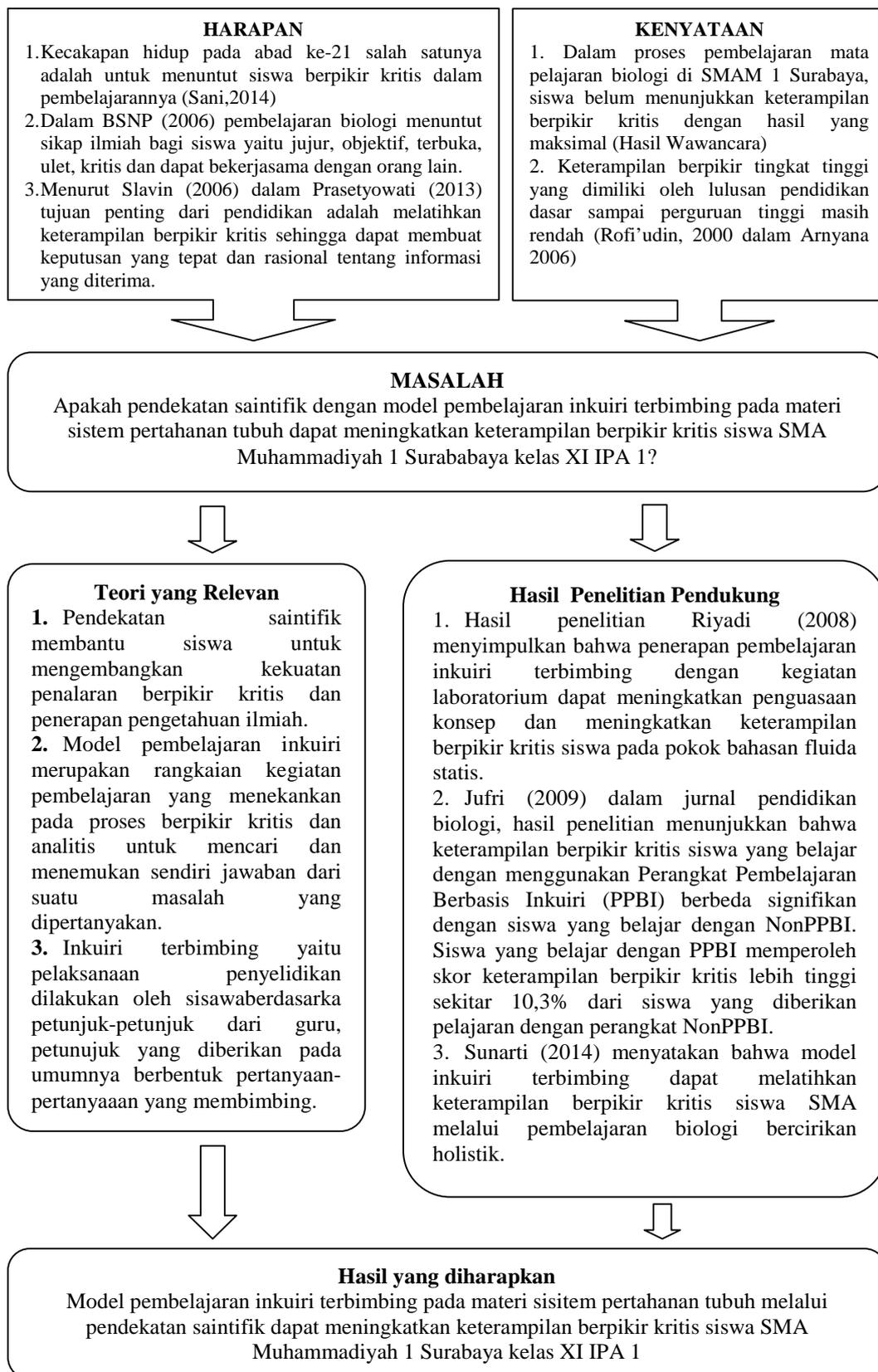
## **2.5 Penelitian yang Relevan**

Beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan antara lain:

1. Hasil penelitian Riyadi (2008) menyimpulkan bahwa penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan kegiatan laboratorium dapat meningkatkan penguasaan konsep dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan fluida statis.
2. Jufri (2009) dalam jurnal pendidikan biologi, hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa yang belajar dengan menggunakan Perangkat Pembelajaran Berbasis Inkuiri (PPBI) berbeda signifikan dengan siswa yang belajar dengan NonPPBI. Siswa yang belajar dengan PPBI memperoleh skor keterampilan berpikir kritis lebih tinggi sekitar 10,3% dari siswa yang diberikan pelajaran dengan perangkat NonPPBI.
3. Sunarti (2014) menyatakan bahwa model inkuiri terbimbing dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA melalui pembelajaran biologi bercirikan holistik.

## **2.6 Kerangka Berpikir**

Berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan berpikir yang perlu dimiliki oleh setiap siswa. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa salah satunya adalah menghadapkannya dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Inkuiri dapat didefinisikan sebagai suatu pencarian kebenaran, informasi, atau pengetahuan. Dengan demikian, siswa akan berpikir kritis untuk mencari solusi dari permasalahannya. Kerangka berpikir dapat digambarkan oleh peneliti pada gambar bagan dibawah ini:



Gambar 2.5  
Bagan Kerangka Berpikir