

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Model *Problem Based Learning*

a. Pengertian *Problem Based Learning*

Model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran serta berfungsi sebagai pedoman untuk para pengajar sebagai perancang pembelajaran dalam merencanakan kegiatan pembelajaran.¹ *Problem based learning* difokuskan untuk menjembatani siswa memperoleh pengalaman belajar dalam mengorganisasikan, meneliti, dan memecahkan masalah-masalah kehidupan yang kompleks.² *Problem based learning* lebih mengutamakan keaktifan siswa karena prosesnya meliputi pengamatan terhadap masalah, merumuskan hipotesis, merencanakan penelitian sampai dengan pelaksanaannya, sehingga memperoleh sebuah kesimpulan jawaban dari masalah tersebut.³

Menurut Gallagher, *problem based learning* mempunyai tujuan utama yaitu pembelajaran yang bertujuan untuk memiliki kemampuan bukan pembelajaran untuk mendapatkan pengetahuan. Efektif dan tidaknya model pembelajaran *problem based learning* ini tergantung dari kemauan keterlibatan siswa dan kesesuaian dari masalah yang

¹ Deni Darmawan dan Dinn Wahyudin, *Model Pembelajaran di Sekolah* (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2018), hlm 12

² Yuyun Dwi Haryanti, "Model Problem based Learning Membangun kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Cakrawala Pendas* 3, no. 2 (2017): hlm 58, <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/CP/article/view/596>.

³ Frikson jony Purba, "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) dengan Pemahaman Konsep Awal terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA," *Jurnal Pendidikan Fisika* 4, no. 2 (2015): hlm 10, <https://media.neliti.com/media/publications/119947-ID-influence-model-problem-based-learning-p.pdf>.

ditugaskan.⁴ Model pembelajaran ini mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan menjadi pembelajaran mandiri. Menurut Duch J.B, *problem based learning* merupakan suatu metode pembelajaran yang menantang siswa untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara kelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata.⁵ Menurut Barrow, *problem based learning* adalah model pembelajaran yang diperoleh dari proses menuju pemahaman atau resolusi suatu masalah.⁶

Model pembelajaran *problem based learning* merupakan model pembelajaran berbasis masalah dimana masalah merupakan hal yang paling utama dalam proses pembelajaran. Model pembelajaran *problem based learning* diharapkan agar peserta didik mampu memperoleh informasi yang maksimal baik melalui proses maupun hasil belajar karena pembelajaran berbasis masalah ini menekankan peserta didik untuk menyelesaikan masalah sehingga merangsang kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Problem based learning* mendorong siswa untuk memecahkan masalah yang dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan dirinya. Penerapan *problem based learning* juga merupakan suatu pengajaran yang mempelajari masalah dunia nyata sebagai konteks bagi siswa untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang penting dari mata pelajaran.⁷

⁴ Miterianifa, *Strategi Pembelajaran Kimia* (Pekanbaru: Suska Press, 2015), hlm 75.

⁵ Niken Septantiningtyas et al., *Pembelajaran Sains*, ed. oleh Annisa Prima Exacta (Klaten: Penerbit Lakeisha, 2021), hlm 21.

⁶ Rizal Abdurrozak, Asep Kurnia Jayadinata, dan Isrok'atun, “Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa,” *Jurnal Pena Ilmiah* 1, no. 1 (2016): hlm 873, <https://ejournal.upi.edu/index.php/penailmiah/article/view/3580>.

⁷ Cynthia Prahasti Hardiyanti, Sri Wardani, dan Sri Nurhayati, “Keefektifan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa,” *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* 11, no. 1 (2017): hlm 1864, http://lib.unnes.ac.id/37510/1/PDF_Keefektifan_Model_Problem_Based_Learning_Untuk_Meningkatkan_Keterampilan_Proses_Sains_Siswa.pdf.

Berdasarkan beberapa pernyataan di atas mengenai *problem based learning* maka dapat disimpulkan bahwa *problem based learning* merupakan suatu model pembelajaran yang menggunakan permasalahan untuk belajar dan memecahkan permasalahan tersebut. Masalah dalam hal ini adalah permasalahan di dunia nyata yang bersumber dari buku maupun di lingkungan sekitar yang akan digunakan untuk belajar sehingga memperoleh pengetahuan dan konsep yang penting dari materi pelajaran. *Problem based learning* sebagai model pembelajaran sangat mengutamakan proses belajar sehingga mampu melatih dan mengembangkan berbagai kemampuan, keterampilan dan kecakapan sains tingkat tinggi serta meningkatkan pencapaian hasil belajar.⁸ Dengan demikian, model *problem based learning* mampu membuat siswa berpikir tingkat tinggi sehingga keterampilan proses sains siswa akan dapat dikuasai dan pada akhirnya hasil belajar siswa juga akan optimal.

b. Karakteristik *Problem Based Learning*

Problem based learning merupakan pembelajaran yang menekankan partisipasi aktif peserta didik, mampu menumbuhkan keterampilan siswa dalam memecahkan suatu masalah dan kemampuan berpikir kritis.⁹ Permasalahan menjadi *starting poin* dalam proses pembelajaran model *problem based learning* untuk menstimulus kemampuan berpikir peserta didik. Karakteristik dari pembelajaran berbasis masalah adalah:

- 1) Masalah digunakan sebagai awal dari proses pembelajaran.

⁸ Lilis Lismaya, *Berpikir Kritis & PBL (Problem Based Learning)*, ed. oleh Nurul Azizah (Surabaya: Penerbit Media Sahabat Cendekia, 2019), hlm 31.

⁹ Titik Huriyah, *Metode student Center Learning* (Jakarta: Prenamedia Group, 2018), hlm 10.

- 2) Masalah yang digunakan adalah masalah dunia nyata yang disajikan secara mengembang atau tidak terstruktur (*ill-structure*).
- 3) Pembelajarannya kolaboratif, komunikatif dan kooperatif.
- 4) Pemanfaatan sumber pengetahuan yang beragam
- 5) Sangat mengutamakan belajar mandiri (*self directed learning*).
- 6) Masalah biasanya menuntut perspektif ganda.
- 7) Permasalahan menjadikan peserta didik tertantang untuk mendapatkan pembelajaran di ranah pembelajaran baru.¹⁰

c. Manfaat *Problem Based Learning*

Problem based learning adalah model pembelajaran yang memungkinkan peserta didik lebih aktif dalam berpikir, berani berpendapat, dan giat mencari informasi yang berkaitan dengan pembelajaran. Sebagaimana Clouston *et al.*, berpendapat bahwa model *problem based learning* sebagai tipe pembelajaran konstruktif yang dapat meningkatkan dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta kreatif dengan tujuan akhir untuk membentuk kemampuan pemecahan masalah seseorang dan mampu mengambil keputusan yang berdasarkan alasan.¹¹

Menurut Smith manfaat *problem based learning* diantaranya adalah sebagai berikut:¹²

- 1) Peserta didik menjadi lebih ingat dan meningkat pemahamannya atas materi ajar.
- 2) Meningkatkan fokus pada pengetahuan yang relevan.
- 3) Mendorong untuk berpikir kritis.
- 4) Membangun kemampuan kepemimpinan dan kerja sama.

¹⁰ M. taufiq Amir, *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*, Pertama (Jakarta: Kencana, 2016), hlm 22.

¹¹ Huriyah, *Metode student Center Learning*, hlm 11.

¹² Amir, *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*, hlm 27-28.

- 5) Membangun kecakapan belajar.
- 6) Memotivasi peserta didik.

d. Langkah-Langkah *Problem Based Learning*

Pembelajaran berbasis masalah menjadi salah satu alternatif model pembelajaran yang melibatkan peserta didik aktif dalam proses pembelajaran. Menurut Tan, pembelajaran berbasis masalah merupakan inovasi dalam pembelajaran karena dalam proses pembelajarannya kemampuan berpikir siswa betul-betul dioptimalisasikan melalui proses kerja secara kelompok, sehingga peserta didik mampu memberdayakan, mengasah, menguji serta mengembangkan kemampuan berpikirnya secara berkesinambungan.¹³

Ciri utama model pembelajaran adalah sintaks pembelajaran. Adapun tahapan *problem based learning* adalah sebagai berikut:¹⁴

- 1) Orientasi peserta didik pada masalah
Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, sarana yang dibutuhkan, dan mengajukan demonstrasi untuk memunculkan masalah kemudian memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang telah ditentukan.
- 2) Mengorganisasi peserta didik untuk belajar
Guru membantu peserta didik untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berkaitan dengan masalah yang telah ditentukan sebelumnya.
- 3) Membimbing penyelidikan individual atau kelompok
Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dengan permasalahan, dan melakukan eksperimen untuk

¹³ Rusman, *Belajar & Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, Pertama (Jakarta: Kencana, 2017), hlm 333.

¹⁴ Nurdyansyah dan Eni Fariyatul Fahyuni, *Inovasi Model Pembelajaran Sesuai Kurikulum 2013* (Sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2016), hlm 88.

mendapatkan penjelasan yang diperlukan untuk pemecahan masalah.

- 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
Guru membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, dan model serta membantu peserta didik untuk berbagi tugas dengan temannya.
- 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan dan proses yang digunakan dalam pemecahan masalah.

e. Kelebihan dan Kekurangan *Problem Based Learning*

Model *Problem Based Learning* mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang telah disebutkan oleh Sanjaya, W. Berikut kelebihan *problem based learning* adalah sebagai berikut:¹⁵

- 1) Teknik atau cara yang bagus untuk lebih memahami pelajaran.
- 2) Menantang kemampuan serta memberi kepuasan siswa untuk menemukan pengetahuan baru.
- 3) Meningkatkan aktivitas pembelajaran siswa.
- 4) Membantu siswa untuk mentransfer pengetahuannya untuk memahami masalah dalam kehidupan sehari-hari.
- 5) Mendorong siswa untuk melakukan evaluasi diri sendiri terhadap hasil maupun proses dalam belajar.
- 6) Mengembangkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan mengembangkannya.
- 7) Lebih disukai siswa dan dianggap lebih menyenangkan.

¹⁵ Halim Simatupang dan Dirga Purnama, *Handbook Best Practice Strategi Belajar Mengajar* (Surabaya: Pustaka Media Guru, 2019), hlm 12.

- 8) Memperlihatkan kepada siswa bahwa setiap mata pelajaran pada dasarnya adalah cara untuk berpikir dan hal yang perlu dimengerti oleh siswa bukan hanya sekedar belajar dari guru atau buku saja.
- 9) Memberikan kesempatan pada siswa untuk mengaplikasikan pengetahuannya dalam dunia nyata.
- 10) Mengembangkan minat siswa untuk terus belajar.

Selain mempunyai beberapa kelebihan di atas, model pembelajaran *problem based learning* juga mempunyai beberapa kekurangan dalam penerapan dan pencapaian tujuan yang diinginkan dalam proses pembelajaran antara lain:¹⁶

- 1) Apabila siswa berpikir masalah yang akan dipelajari sangat sulit untuk dipecahkan maka siswa tidak akan mempunyai minat dan kepercayaan untuk mencoba.
- 2) Membutuhkan cukup waktu untuk persiapan yang lebih lama agar pembelajaran berhasil.
- 3) Siswa tidak akan belajar apabila tidak mempunyai keinginan untuk memecahkan masalah yang sedang dipelajari.

2. Pendekatan *Science Technology Engineering and Mathematics*

a. Definisi Pendekatan STEM

STEM merupakan istilah singkatan dari pendekatan pembelajaran empat disiplin ilmu yakni *science* (sains), *technology* (teknologi), *engineering* (teknik), *mathematic* (matematika). Keempat disiplin ilmu ini adalah pasangan serasi dari masalah yang terjadi di dunia nyata dan pembelajaran yang berbasis pada pemecahan masalah kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan serta pembelajaran yang aktif karena keempat disiplin ilmu tersebut

¹⁶ Trianto Ibnu Badar Al-Tabany, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatifm Progresif, dan kontekstual* (Jakarta: Kencana, 2017), hlm 69.

dibutuhkan dalam penyelesaian masalah.¹⁷ Hal ini menunjukkan untuk menyelesaikan masalah siswa harus mampu menyatukan konsep dari berbagai macam disiplin ilmu.¹⁸

Seorang pendidik mempunyai tantangan untuk menciptakan kesempatan bagi peserta didik agar mampu menghubungkan antara pengetahuan dan keterampilan dalam sebuah sistem pendidikan. Pfeiffer, Ignatov & Poelmans menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran berbasis STEM antara pengetahuan dan keterampilan digunakan dalam waktu yang bersamaan oleh siswa.¹⁹ Pembelajaran STEM merupakan pembelajaran yang memadukan pengetahuan dan keterampilan dalam memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan konsep kehidupan sehari-hari. Pembelajaran STEM mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.²⁰

- 1) Menuntun siswa mengaplikasikan pemahaman STEM.
- 2) Melibatkan siswa dalam kerja kelompok yang produktif.
- 3) Menambah kemampuan siswa dalam merancang desain.
- 4) Menuntun siswa dalam menyelesaikan masalah.
- 5) Menambah kepekaan siswa terhadap isu dunia nyata.
- 6) Melibatkan siswa dalam pembelajaran inkuiri.
- 7) Memberi kesempatan siswa untuk menyampaikan pendapat.

Pendekatan STEM dianggap sebagai pendekatan interdisiplin dimana dalam proses

¹⁷ Nida'ul Khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)* (Tuban: Spasi Media, 2019), hlm 8.

¹⁸ Janner Simarmata et al., *Pembelajaran STEM Berbasis HOTS* (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020), hlm 11.

¹⁹ Ely Djulia et al., *Evaluasi pembelajaran Biologi* (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020), hlm 29.

²⁰ Zuryanty et al., *Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar* (Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2020), hlm 28.

pembelajaran siswa menggunakan sains, teknologi, rekayasa dan matematika dalam permasalahan nyata sehingga mengembangkan literasi STEM yang membuat siswa mampu bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan. Adapun definisi literasi STEM adalah sebagai berikut:

- 1) *Science*, kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
- 2) *Technology*, kemampuan dalam menggunakan teknologi dan mengembangkan teknologi serta menganalisis teknologi sehingga dapat memengaruhi pemikiran siswa.
- 3) *Engineering*, kemampuan dalam mengembangkan teknologi melalui proses rekayasa atau desain sesuai dengan kreativitas menggunakan beberapa disiplin ilmu.
- 4) *Mathematics*, kemampuan dalam menganalisis dan menyampaikan gagasan serta menyelesaikan masalah secara matematik.²¹

b. Tujuan Pendekatan STEM

Pembelajaran dengan pendekatan STEM diharapkan mampu membangun dan mengembangkan kemampuan siswa supaya tidak hanya menghafal konsep tetapi juga mampu mengintegrasikan sains, teknologi, rekaya dan matematika sehingga memunculkan ketrampilan dalam diri siswa dan meningkatkan hasil belajarnya terhadap suatu materi.

Menurut Bybe, pembelajaran STEM bertujuan untuk mengembangkan siswa yang melek STEM yang mempunyai:²²

- 1) Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupan, menjelaskan fenomena alam,

²¹ Zuryanty et al., hlm 26.

²² Khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)*, hlm 26.

mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM.

- 2) Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan serta desain yang digagas manusia.
- 3) Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural.
- 4) Mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM.

c. Langkah-Langkah Pendekatan STEM

Pendekatan STEM mempunyai beberapa tahapan yang diterapkan dalam proses pembelajaran. M. Syukri membagi tahapan pendekatan STEM menjadi lima sebagai berikut.²³

1) *Observe*

Siswa dimotivasi untuk melakukan pengamatan terkait berbagai permasalahan, isu ataupun fenomena alam dan lingkungan yang terjadi serta berhubungan dengan konsep STEM dan materi yang akan dipelajari.

2) *New Idea*

Siswa mengamati dan mencari informasi tambahan mengenai berbagai permasalahan, isu ataupun fenomena alam dan lingkungan yang berhubungan dengan materi sains yang sedang dibahas. Pada tahap ini siswa memerlukan kemahiran dalam berpikir kritis dan menganalisis.

3) *Innovation*

Siswa diminta untuk menguraikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan sehingga ide yang dihasilkan dapat diaplikasikan.

²³ Muhammad Syukri, Lilia Halim, dan T. Subahan Mohd. Meerah, "Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thinking 'ESciT': Satu Perkongsian Pengalaman dari UKM untuk ACEH," 2013, hlm 109, <https://www.researchgate.net/publication/235993770>.

4) *Creativity*

Siswa melaksanakan hasil rancangan yang telah dihasilkan dari ide yang ditemukan kemudian pengaplikasikannya.

5) *Society*

Siswa diminta untuk menemukan nilai apa yang berguna dalam proses kehidupan sosial dari ide yang telah dihasilkan.

Adapun langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM ada 8, seperti yang disebutkan oleh Bybe adalah sebagai berikut:²⁴

1) *Asking question and defining problem*

Pada tahap ini siswa diminta untuk melakukan proses mengamati fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar dan diminta untuk merumuskan pertanyaan dan didukung agar termotivasi dalam memecahkan permasalahan dan mengklarifikasinya.

2) *Developing and using models*

Pada tahap ini siswa diminta untuk mengembangkan dan menggunakan contoh atau model untuk memperoleh informasi lebih lanjut.

3) *Planning and carrying out investigations*

Pada tahap ini siswa diminta untuk menyusun dan melakukan proses penyelidikan untuk memperoleh data dan informasi yang ilmiah.

4) *Analyzing and interpreting data*

Siswa diminta untuk menganalisis dan menafsirkan data yang telah didapatkan setelah melakukan penyelidikan.

5) *Using mathematics and computational thinking*

Pada tahap ini siswa diminta untuk berpikir menggunakan kemampuan berpikir matematis dan komputasi terhadap data yang dianalisis.

²⁴ Zuryanty et al., *Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar*, hlm 37-38.

6) *Contacting explanations and designing solutions*

Pada tahap ini siswa membangun informasi agar dapat menjelaskan permasalahan yang dihadapi kemudian merancang solusi baru.

7) *Engaging in argument from evidence*

Pada tahap ini siswa melakukan argumentasi dan memberikan bukti dalam memberikan solusi permasalahan serta mempertahankannya.

8) *Obtaining, evaluating, and communicating information*

Pada tahap ini siswa mendapatkan informasi dan mengevaluasinya kemudian dilakukan proses pengkomunikasian.

d. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan STEM

Setiap pendekatan dalam proses pembelajaran tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penerapan dan pencapaian tujuan yang diinginkan. Adapun kelebihan pendekatan STEM adalah sebagai berikut:

- 1) Menciptakan kesempatan kepada siswa untuk menghubungkan antara pengetahuan dan keterampilan sehingga menjadi familiar bagi setiap siswa.
- 2) Pendekatan interdisiplin dan diterapkan berdasarkan konteks dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah.
- 3) Pembelajaran STEM meliputi proses berpikir kritis, analisis dan kolaborasi.

Sedangkan kekurangan dalam penerapan pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah sebagai berikut:

- 1) Memungkinkan siswa tidak tertarik dengan salah satu bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)
- 2) Siswa gagal memahami integrasi yang terjadi secara alami antara pembelajaran STEM di dunia nyata sehingga menghambat pertumbuhan akademik siswa.

- 3) Guru harus memahami benar integrasi bidang STEM dengan benar.²⁵

3. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains adalah keterampilan ilmiah yang berhubungan dengan cara memperoleh informasi dan cara berpikir individu dalam merumuskan konsep atau fakta yang berkaitan dengan objek dan peristiwa sains.²⁶ Keterampilan proses sains dapat disebut juga dengan keterampilan kinerja (*performnace skill*). Keterampilan proses sains memuat dua aspek keterampilan yakni keterampilan dari sisi kognitif (*cognitive skill* sebagai keterampilan intelektual maupun pengetahuan dasar yang melatarbelakangi penguasaan keterampilan proses sains) dan keterampilan dari sisi sensorimotor (*sensorimotor skill*). Keterampilan diartikan sebagai kemampuan menggunakan pikiran, nalar, dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai hasil tertentu.²⁷ Keterampilan proses sains merupakan Keterampilan proses sains penting untuk dikuasai oleh siswa untuk membantu agar siswa lebih mudah memahami konsep-konsep yang rumit karena disertai dengan contoh yang konkrit.²⁸ Aspek keterampilan proses sains terdiri atas observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, mengkomunikasikan, mengajukan pertanyaan, mengajukan hipotesis, merencanakan konsep, dan melakukan percobaan.²⁹

Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua yakni keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi. Keterampilan proses dasar merupakan pondasi

²⁵ Simatupang dan Purnama, *Handbook Best Practice Strategi Belajar Mengajar*, hlm 38.

²⁶ Suci Utami Putri, *Pembelajaran Sains untuk Anak Usia Dini* (Sumedang: UPI Sumedang Press, 2019), hlm 35.

²⁷ Afrita Heksa, *Ekstrakurikuler IPA Berbasis Sainpreneur* (Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2021), hlm 37.

²⁸ Wiwin Ambarsari, Slamet Santosa, dan Maridi, "Penerapan pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains Dasar pada Pelajaran Biologi Siswa Kelas VIII SMP Negeri 7 Surakarta," *Jurnal Pendidikan Biologi* 5, no. 1 (2013): hlm 81, <https://jurnal.uns.ac.id/bio/article/view/5626>.

²⁹ Rusman, *Belajar & Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, hlm 38.

untuk mempelajari keterampilan proses terintegrasi. Keterampilan proses dasar meliputi mengobservasi, menginferensi, mengukur, mengkomunikasikan, mengklasifikasikan dan memprediksi. Sedangkan keterampilan proses terintegrasi meliputi mengontrol variabel, memberikan definisi operasional, merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, melakukan eksperimen, dan merumuskan model.³⁰ Menurut Muh. Tanwil dan Liliyasi, keterampilan proses sains mempunyai beberapa indikator.³¹

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Proses Sains

No	Indikator	Sub Indikator
1.	Mengobservasi	Menggunakan panca indra
		Mengumpulkan bukti atau fakta yang relevan
2.	Mengklasifikasi	Mencatat pengamatan secara terpisah
		Menentukan persamaan atau perbedaan
		Mengelompokkan ciri-ciri
		Membandingkan
		Mencari dasar pengelompokan
3.	Menginterpretasi	Menghubungkan hasil pengamatan
		Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan
		Menyimpulkan
4.	Memprediksi	Menggunakan pola hasil pengamatan
		Mengemukakan apa yang mungkin terjadi
5.	Mengkomunikasikan	Mendeskripsikan data empiris hasil pengamatan dengan grafik atau table
		Menyusun laporan secara sistematis

³⁰ Heksa, *Ekstrakurikuler IPA Berbasis Sainpreneur*, hlm 38.

³¹ Muh Tanwil dan Liliyasi, *Keterampilan-Keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA* (Makassar: Universitas Negeri Makassar, 2014), hlm 37.

No	Indikator	Sub Indikator
		Menjelaskan hasil percobaan
		Membaca grafik atau table
		Mendiskusikan hasil percobaan
6.	Mengajukan pertanyaan	Bertanya apa, bagaimana dan meminta penjelasan
		Mengajukan pertanyaan yang merupakan hipotesis
7.	Mengajukan hipotesis	Mengetahui bahwa ada satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian
		Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu dilakukan uji kebenarannya dengan melakukan pemecahan masalah
8.	Merencanakan percobaan atau konsep	Menentukan alat, bahan dan sumber yang akan digunakan
		Menentukan variabel
		Menentukan apa yang diukur, diamati, dicatat
		Menentukan langkah kerja
9.	Menggunakan alat, bahan dan sumber	Memakai alat, bahan, dan sumber
		Mengetahui alasan menggunakan alat, bahan dan sumber yang digunakan
10.	Menggunakan konsep atau prinsip	Menggunakan konsep yang telah dipelajari
		Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi
11.	Melakukan percobaan	Melakukan percobaan sesuai langkah kerja yang direncanakan

4. Sistem Peredaran Darah

a. Pengertian Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah merupakan suatu sistem organ untuk memindahkan zat dari dan menuju sel-sel tubuh. Sistem peredaran darah disebut sistem

transportasi yakni proses pengedaran berbagai zat yang diperlukan tubuh dan pengambilan zat yang tidak diperlukan oleh tubuh untuk dikeluarkan. Sistem peredaran darah juga merupakan bagian dari kinerja jantung dan jaringan pembuluh darah. Sistem ini menjamin kelangsungan hidup organisme yang didukung oleh metabolisme setiap sel dalam tubuh dan mempertahankan sifat kimia dan fisiologis cairan tubuh.³² Sistem peredaran darah manusia berupa sistem peredaran darah tertutup dan peredaran darah ganda. Sistem peredaran darah manusia melibatkan darah, jantung, pembuluh darah.

Terdapat sebuah ayat al-Qur'an dalam surat Qaaf ayat 16 yang menyatakan hubungan Allah SWT dengan hamba-Nya yang mengisyaratkan pentingnya pembuluh darah di leher dan hubungannya dengan jantung. Ayat ini menjelaskan betapa pentingnya sistem peredaran darah pada manusia karena darah mengalir disetiap bagian tubuh manusia.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ وَنَعْلَمُ مَا تُوَسْوِسُ بِهِ نَفْسُهُ
وَنَحْنُ أَقْرَبُ إِلَيْهِ مِنْ حَبْلِ الْوَرِيدِ ﴿١٦﴾

Artinya: “dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dan mengetahui apa yang dibisikkan oleh hatinya, dan Kami lebih dekat kepadanya daripada urat lehernya.” (QS. Qaaf:16)

1) Pengertian darah

Darah adalah alat transportasi utama dalam sistem sirkulasi. Darah merupakan cairan yang terdiri dari banyak sel bebas yang membawa zat penting yang diperlukan oleh tubuh melalui sebuah jalur yang disebut pembuluh darah. Kinerja darah

³² Heni Puji Wahyuningsih dan Yuni Kusmiyati, *Anatomi Fisiologi* (Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017), hlm 72.

diatur oleh “master kontrol” yaitu jantung. Darah membawa oksigen dan nutrisi bagi seluruh sel dalam tubuh serta mengangkut prosuk-prosuk hasil metabolisme sel. Volume darah total dalam tubuh manusia dewasa berkisar 3,6 liter (wanita) dan 4,5 liter (pria). Sekitar 55% darah merupakan komponen cairan atau plasma dan sisanya 45% adalah komponen sel-sel darah.³³ Darah juga memiliki sifat lebih berat dari air. Berat jenis darah 1,058. pH darah 7,35-7,45. Darah lebih kental dari air dengan viskositas (kekentalan) 4,5-5,5 (viskositas air = 1). Temperatur darah $\pm 38^{\circ}\text{C}$. Darah berbau anyir dan sedikit terasa asin dengan konsentrasi NaCl 0,85-0,9%. Darah yang terdapat dalam tubuh manusia kira-kira 8% dari bobot tubuh.³⁴

2) Fungsi Darah

Darah merupakan salah satu komponen sistem sirkulasi yang sangat penting dalam keberlangsungan makhluk hidup. Adapun fungsi darah dan sistem peredaran darah adalah sebagai berikut:³⁵

- a) Mengedarkan sari makanan ke seluruh sel-sel tubuh.
- b) Transportasi oksigen dari paru-paru ke seluruh sel-sel tubuh dan juga transportasi karbon dioksida dari sel-sel tubuh ke paru-paru.
- c) Pengangkutan sisa metabolisme dari seluruh jaringan ke organ ekskresi (pengeluaran).
- d) Pengangkutan hormon dari kelenjar endokrin ke sel-sel atau jaringan organ-organ tertentu.
- e) Membantu keseimbangan cairan tubuh.
- f) Membantu dalam mengatur suhu tubuh.

³³ Novi Khila Firani, *Mengenali Sel-Sel Darah dan Kelainan Darah* (Malang: UB Press, 2018), hlm 1.

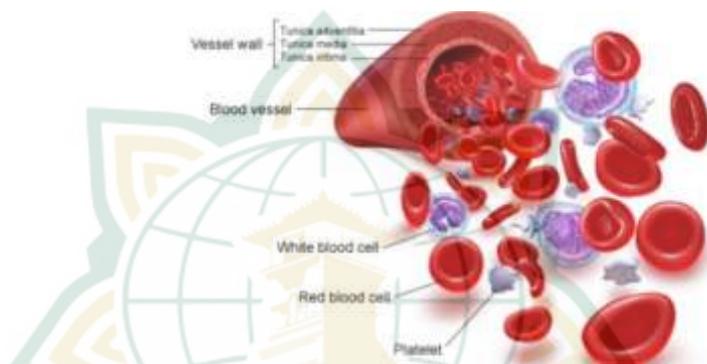
³⁴ Kemal Adyana Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II* (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2011), hlm 28.

³⁵ Agus Mawardi dan Umar M. Riandi, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi* (Bandung: Setia Purna Inves, 2007), hlm 60.

g) Membunuh kuman yang masuk dalam tubuh.

3) Sel-sel Darah

Terdapat sekitar 45% sel-sel darah di dalam darah. Sel-sel darah dibagi menjadi tiga macam, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping-keping darah (trombosit).



Gambar 2.1 Bagian-bagian sel darah

a) Sel darah merah (eritrosit)

Eritrosit merupakan sel darah yang paling banyak jumlahnya yaitu 5-6 juta/mm³ dan terdapat sekitar 25 triliun jenis sel-sel ini dalam 5 L darah di tubuh. Eritrosit manusia berbentuk seperti cakram bikonkaf, bagian tengah lebih tipis dibandingkan bagian tepi dan tidak berinti.³⁶ Eritrosit dewasa tidak memiliki inti dan sebagian besar organel sitoplasma sehingga seluruh isi rongga intra selulernya diisi oleh suatu protein yang mengikat O₂ yaitu hemoglobin. Hemoglobin ialah suatu protein dengan struktur kuartener. Pada orang dewasa hemoglobin (HbA) terdiri dari 4 sub unit polipeptida (globin 2 alpha dan 2 beta), setiap sub unit mengikat suatu pigmen disebut heme.

³⁶ Neil A. Campbell, Jane B. Reece, dan Lawrence G. Mitchell, *Biologi* (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2018), hlm 71.

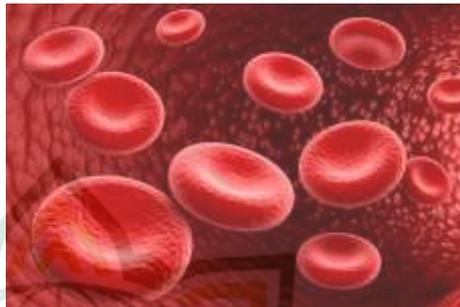
Setiap heme terdiri dari satu cincin porphyrin yang berintikan zat besi (Fe^{++}). Berat molekul hemoglobin ialah 64450.

Sewaktu darah melintasi kapiler di paru-paru, bagian Fe^{++} dari heme dapat mengikat suatu molekul O_2 dan terbentuklah HbO_2 . Karena terdapat 4 atom Fe^{++} , maka suatu molekul hemoglobin dapat mengikat Hb_4O_8 . Di kapiler-kapiler jaringan tubuh Hb_4O_8 melepaskan O_2 nya, membentuk kembali Hb dan bagian globin dari Hb sekarang berkaitan dengan CO_2 membentuk carbaminohemoglobin untuk dibawa ke paru-paru, kemudian CO_2 dilepaskan ke alveoli paru-paru. Karena setiap eritrosit mengandung berjuta-juta molekul hemoglobin, maka satu sel darah merah dapat mengangkut banyak sekali molekul O_2 . Kadar hemoglobin ialah 12-16 gram/100 cc darah. Hemoglobin berwarna merah, maka darah juga berwarna merah. Di dalam eritrosit juga dikandung enzim untuk melaksanakan glikolisis dan terbentuk zat kimia 2,3-diphosphoglyserat berperan dalam pelepasan O_2 oleh HbO_2 .³⁷

Eritrosit berfungsi untuk mengangkut hemoglobin, sedangkan hemoglobin yang dikandungnya berperan dalam pengangkutan O_2 , CO_2 juga berfungsi dalam sistem buffer darah, karena hemoglobin mampu mengikat H^+ menjadi HHb. Pembentukan eritrosit terjadi di dalam sum-sum merah tulang pipih sedangkan waktu embrio pembentukannya pada limpa dan hati. Di dalam peredaran darah eritrosit dapat hidup \pm 4 bulan (120 hari). Eritrosit yang sudah rusak atau tua akan dikenali, difagositosis, dan dicernakan oleh makrophag di sumsum tulang, hati, dan limpa.

³⁷ Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II*, hlm 32-33.

Hemoglobinnya dipecah, menjadi zat besi, bilirubin diekskresikan menjadi salah satu komponen cairan empedu.



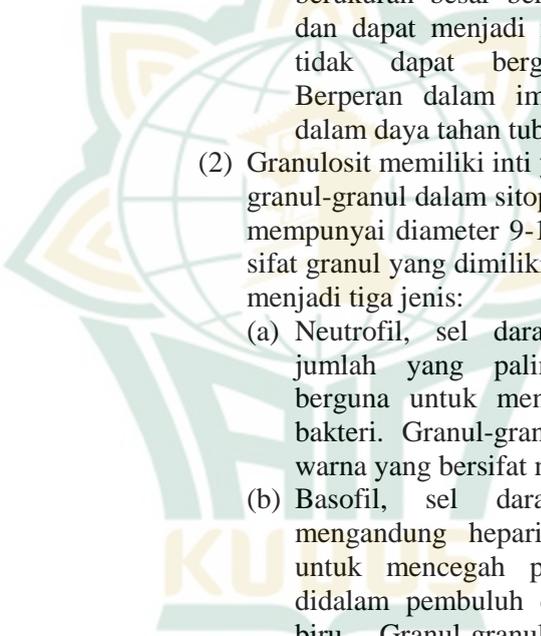
Gambar 2.2 Bentuk sel darah merah (eritrosit)

b) Sel darah putih (leukosit)

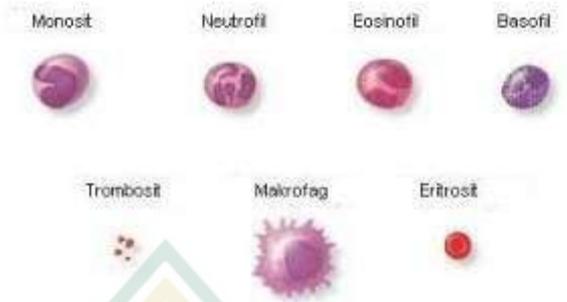
Leukosit berjumlah 5-10 ribu/mm³ darah, memiliki bentuk yang tidak tetap dan memiliki inti. Sel darah putih memiliki sifat diapedesis, yaitu mampu menembus dinding kapiler darah dan masuk ke dalam ruang-ruang jaringan. Fungsi utama sel darah putih adalah memakan kuman penyakit, sehingga disebut sel fagosit.³⁸ Tempat pembentukan leukosit sebagian dibentuk oleh jaringan retikulum endothelium sum-sum merah tulang (granulosit, monosit, dan limfosit) serta sebagian lagi dibentuk di jaringan limfa (limfosit dan sel-sel plasma). Leukosit biasanya berumur pendek hanya beberapa hari saja. Pembagian sel darah putih (leukosit) dibagi menjadi:

- (1) Agranulosit yang tidak memiliki granula pada sitoplasma (dilihat di bawah mikroskop cahaya). Terdapat dua jenis agranulosit:

³⁸ Campbell, Reece, dan Mitchell, *Biologi*, hlm 71.

- 
- (a) Limfosit, merupakan sel darah putih yang dapat bergerak, terdiri dari limfosit T (menuju kelenjar timus) dan limfosit B (tetap di sumsum tulang belakang). Berperan dalam daya tahan tubuh spesifik atau immunitas. Sel ini berdiameter 8-14 μ , memiliki inti yang agak bulatan sedikit sitoplasma.
 - (b) Monosit/makropagh, merupakan sel darah putih yang bersifat fagosit, berukuran besar berdiameter 14-19 μ , dan dapat menjadi makrofag, namun tidak dapat bergerak amoeboid. Berperan dalam immunitas maupun dalam daya tahan tubuh non spesifik.
 - (2) Granulosit memiliki inti yang berlobus dan granul-granul dalam sitoplasmanya. Sel ini mempunyai diameter 9-12 μ . Berdasarkan sifat granul yang dimiliki granulosit dibagi menjadi tiga jenis:
 - (a) Neutrofil, sel darah putih dengan jumlah yang paling banyak dan berguna untuk mencegah masuknya bakteri. Granul-granul menyerap zat warna yang bersifat netral.
 - (b) Basofil, sel darah putih yang mengandung heparin dan berfungsi untuk mencegah pembekuan darah didalam pembuluh darah, bergranula biru. Granul-granul menyerap zat warna yang bersifat basa.
 - (c) Eosinofil, sel darah putih yang berfungsi untuk menghancurkan parasit besar. Granul-granul menyerap zat warna yang bersifat asam.³⁹

³⁹ Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II*, hlm 34-35.

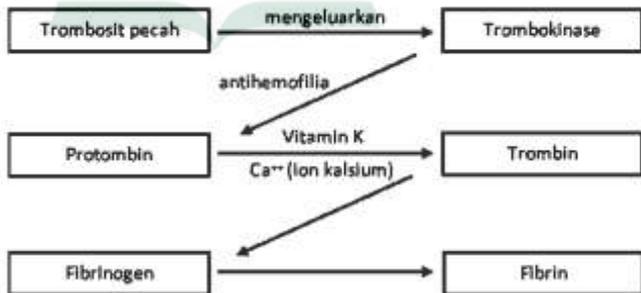


Gambar 2.3 Macam-macam sel darah putih

c) Keping-keping darah (trombosit)

Keping-keping darah adalah fragmen sel-sel yang dihasilkan oleh sel-sel besar (megakariosit) dalam sum-sum tulang. Trombosit berbentuk seperti cakram atau lonjong dan berukuran 2 μm . Keping-keping darah mempunyai umur hanya 8-10 hari. Secara normal dalam setiap mm^3 darah terdapat 150.000-400.000 keping-keping darah. Trombosit memiliki peranan dalam pembekuan darah. berikut skema pembekuan darah di bawah ini:

Tabel 2.2 Skema Pembekuan Darah



Keterangan:

- (1) Jika jaringan tubuh terluka, trombosit pada permukaan luka akan pecah dan mengeluarkan enzim trombokinase atau tromboplastin.
- (2) Enzim trombokinase akan mengubah protombin menjadi thrombin dengan bantuan ion kalsium (Ca). Protombin merupakan senyawa globulin yang dibentuk di hati dengan bantuan vitamin K.
- (3) Kemudian thrombin mengubah fibrinogen menjadi fibrin berbentuk benang-benang halus yang menjerat sel darah merah membentuk gumpalan sehingga darah membeku.

4) Plasma Darah

Plasma darah merupakan cairan berwarna kekuning-kuningan yang bertugas membawa zat-zat penting seperti hormone, protein dan faktor pembekuan darah.⁴⁰ Plasma darah mengisi sekitar 55% dari total volume darah. Pada manusia, plasma darah tersusun atas air sebanyak 90% dan bahan-bahan terlarut 10%. Protein darah sebanyak 8% terdiri atas albumin, fibrinogen, globulin, protombin dan hormon. Cairan darah yang tidak mengandung fibrinogen disebut dengan serum. Serum ini mengandung zat antibody yang berguna untuk mematikan protein asing yang masuk dalam tubuh. Selain itu, plasma darah juga mengandung garam mineral sebanyak 0,9% yang terdiri atas NaCl, NaHCO₃, garam kalsium, fosfor, magnesium, dan besi. Bahan-bahan organik dalam plasma darah sebanyak 0,1% terdiri atas glukosa, asam amino, lemak, urea, asam urat, enzim dan antigen.⁴¹

⁴⁰ Sri Handayani, *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia* (Bandung: Penerbit Media Sains Indonesia, 2021), hlm 24.

⁴¹ Mawardi dan Riandi, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*, hlm 60-61.

b. Organ Peredaran Darah

Sistem peredaran darah manusia tersusun atas organ-organ yang berperan dalam proses pengangkutan darah dalam tubuh. Adapun organ penyusun sistem peredaran darah manusia meliputi:

1) Jantung

Jantung adalah pusat utama sistem peredaran darah manusia. Jantung manusia terletak di dalam rongga dada sebelah kiri di atas diafragma dan terapit oleh kedua paru-paru. Jantung mempunyai fungsi utama yaitu memompa darah untuk dialirkan ke seluruh tubuh. Pada orang dewasa, jantung mempunyai berat sekitar 335 gram dan berdetak sekitar 100.000 per hari. Jantung dibungkus oleh suatu membrane yang disebut dengan perikardium yang mempunyai sebuah rongga perikardium yang berisi cairan perikardium. Jantung tersusun tiga lapisan jaringan yaitu epikardium (lapisan terluar jantung), miokardium (otot jantung) dan endocardium (lapisan pembatas ruang jantung).⁴²

Jantung manusia terdiri dari empat ruang. Dua rongga yang terletak di atas disebut dengan atrium (serambi) dan dua rongga yang terletak di bawah disebut ventrikel (bilik). Atrium (serambi) berfungsi untuk menerima darah dari pembuluh balik (vena). Sedangkan Ventrikel (bilik) berfungsi untuk memompakan darah baik ke seluruh tubuh maupun ke paru-paru. Jantung memiliki tiga katup (valvula) yaitu katup bikuspidalis, katup trikuspidalis, dan katup semilunaris. Katup-katup ini berfungsi untuk menjaga aliran darah tetap searah dan darah di dalam jantung tidak bercampur. Katup bikuspidalis membatasi antara atrium kiri dan ventrikel kiri untuk mencegah darah dalam ventrikel kiri tidak kembali ke atrium kiri. Katup trikuspidalis membatasi antara atrium kanan dan

⁴² Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II*, hlm 3.

ventrikel kanan untuk mencegah darah dalam ventrikel kanan tidak kembali ke atrium kanan. Katup semilunaris membatasi antara ventrikel dan arteri pulmonalis untuk mencegah darah dalam aorta dan arteri pulmonalis tidak kembali ke ventrikel.⁴³

Cara kerja jantung yaitu pada saat otot bilik berkontraksi darah dari bilik kiri yang kaya O₂ dipompakan ke luar menuju aorta sedangkan darah dari bilik kanan yang kaya CO₂ dipompakan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Pada saat otot bilik jantung mengender (relaksasi) darah dari vena cava yang kaya akan CO₂ masuk ke serambi kanan sedangkan darah dari vena pulmonalis yang kaya akan O₂ masuk ke serambi kiri. Tekanan darah pada saat serambi jantung menguncup dan bilik jantung mengembang (relaksasi) disebut dengan diastole. Adapun tekanan darah pada saat bilik jantung berkontraksi (ruang bilik menguncup) disebut dengan sistol. Tekanan darah orang normal antara 120 mmHg pada sistol dan 80 mmHg pada diastole.⁴⁴



Gambar 2.4 Anatomi jantung

⁴³ Mawardi dan Riandi, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*, hlm 66-67.

⁴⁴ Riza Fikriana, *Sistem Kardiovaskuler* (Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2018), hlm11.

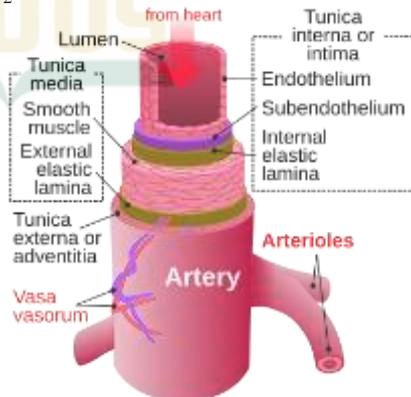
2) **Pembuluh Darah**

Pembuluh darah merupakan jalan mengalirnya darah dari jantung menuju ke jaringan tubuh atau sebaliknya. Berdasarkan fungsinya, pembuluh darah dibagi menjadi tiga yaitu pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler.

a) **Pembuluh nadi (arteri)**

Pembuluh nadi adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari jantung menuju kapiler untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Pembuluh nadi mempunyai dinding yang tebal, kuat dan elastis. Pembuluh nadi terletak lebih ke dalam dari permukaan tubuh. Lapisan terdalam dari pembuluh nadi adalah endothelium yang dikelilingi otot polos. Pembuluh nadi dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- (1) Pembuluh nadi besar (aorta), yaitu pembuluh darah yang keluar dari bilik kiri dan mengangkut darah yang kaya akan O_2 .
- (2) Pembuluh nadi paru-paru (arteri pulmonalis), yaitu pembuluh yang keluar dari bilik kanan menuju paru-paru dan mengangkut darah yang kaya akan CO_2 .



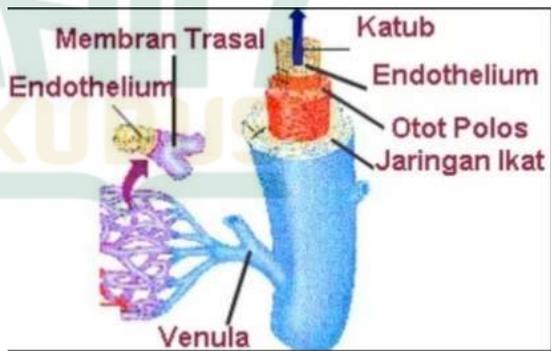
Gambar 2.5 Pembuluh nadi (arteri)

b) Pembuluh balik (vena)

Pembuluh balik adalah pembuluh darah yang membawa darah ke arah jantung. Pembuluh balik terdiri atas tiga lapisan yaitu endothelium, jaringan elastic dan otot polos serta jaringan ikat fibrosa. Di sepanjang pembuluh balik terdapat katup-katup yang berfungsi untuk mencegah darah kembali ke jaringan tubuh. Pembuluh balik terletak lebih ke permukaan pada jaringan tubuh.⁴⁵

Pembuluh balik dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

- (1) Vena cava, yang membawa darah kotor yang kaya akan karbon dioksida dari seluruh tubuh kemudian dialirkan ke paru-paru untuk ditukar dengan oksigen melalui proses pernapasan.
- (2) Vena pulmonalis, yang membawa darah bersih kaya akan oksigen dari paru-paru menuju ke jantung.
- (3) Vena porta hepatica, yang membawa darah dari saluran pencernaan menuju ke hati.⁴⁶



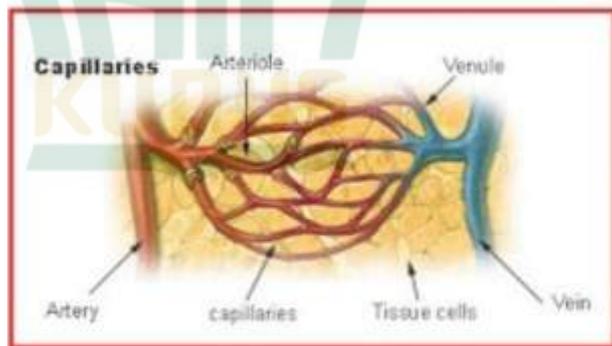
Gambar 2.6 Pembuluh balik (vena)

⁴⁵ Nurhayati, *Guru Pembelajaran Modul Mata Pelajaran Biologi Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan* (Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2016), hlm 55.

⁴⁶ Handayani, *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*, hlm 24.

c) Pembuluh kapiler

Pembuluh kapiler adalah pembuluh yang menghubungkan cabang-cabang pembuluh nadi dan cabang-cabang pembuluh balik yang terkecil dengan sel-sel tubuh. Pembuluh kapiler merupakan tempat terjadinya pertukaran zat yang menjadi fungsi utama sistem sirkulasi yaitu pertukaran antara O_2 dan CO_2 . Pembuluh kapiler ini sangat halus dan berdinding tipis. Dinding kapiler terdiri atas satu lapis sel epitel yang permiabel. Meskipun ukurannya paling kecil, namun jumlahnya sangat banyak. Ukuran kecil tersebut menyebabkan kecepatan aliran menjadi lambat. Walaupun tampaknya sederhana bila dibandingkan dua pembuluh lainnya, karena ukurannya sangat kecil namun memiliki fungsi yang penting. Singkatnya seluruh mekanisme sirkulasi berputar pada satu kepentingan ini yang menjaga agar kapiler terus dipasok dengan sejumlah darah yang cukup untuk keperluan sel.⁴⁷



Gambar 2.7 Pembuluh Kapiler

⁴⁷ Nurhayati, *Guru Pembelajaran Modul Mata Pelajaran Biologi Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan*, hlm 56.

c. Pembagian Sistem Peredaran Darah

Manusia mempunyai sistem peredaran darah tertutup, dimana darah dalam tubuh manusia beredar dalam pembuluh darah. Peredaran darah manusia disebut juga dengan peredaran darah ganda yaitu setiap satu kali beredar ke seluruh tubuh darah melewati jantung sebanyak dua kali. Sistem peredaran darah manusia dibagi menjadi dua yaitu sistem peredaran darah besar dan sistem peredaran darah kecil:

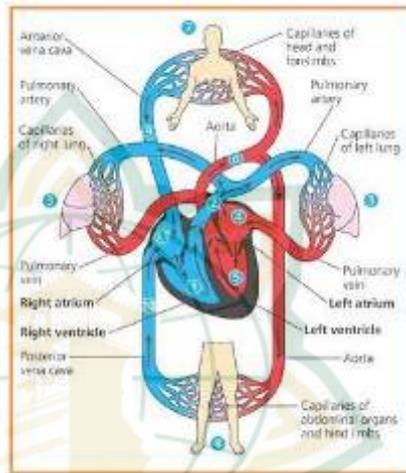
1) Sistem peredaran darah besar (sistemik)

Peredaran darah besar dimulai dari darah keluar jantung melalui aorta menuju ke seluruh tubuh. Melalui arteri darah yang kaya akan oksigen menuju ke sistem-sistem organ, maka disebut sebagai sistem peredaran sistemik. Dari sistem organ vena membawa darah kotor menuju jantung. Vena yang berasal dari sistem organ bagian atas jantung akan masuk ke bilik kanan melalui vena cava inferior, sementara vena yang berasal dari sistem organ bagian bawah jantung dibawa oleh vena cava posterior. Darah kotor dari bilik kanan akan dialirkan ke serambi kanan, selanjutnya akan dipompa ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Urutan perjalanan peredaran darah besar yaitu: bilik kiri – aorta – pembuluh nadi – pembuluh kapiler – vena cava superior dan vena cava inferior- serambi kanan.

2) Sistem peredaran darah kecil (pulmonalis)

Peredaran darah kecil di mulai dari darah kotor yang dibawa arteri pulmonalis dari serambi kanan menuju ke paru-paru. Dalam paru-paru tepatnya pada alveolus terjadi pertukaran gas antara O₂ dan CO₂. Gas CO₂ melalui sistem respirasi dan CO₂ akan dibuang keluar tubuh. O₂ yang masuk diikat oleh darah (dalam bentuk HbO) terjadi di dalam alveolus. Selanjutnya darah bersih ini akan keluar dari paru-paru melalui vena pulmonalis menuju ke jantung (bagian bilik kiri). Vena pulmonalis merupakan keunikan yang kedua dalam sistem peredaran darah manusia,

karena merupakan satu-satunya vena yang membawa darah bersih. Urutan perjalanan peredaran darah kecil: bilik kanan jantung – areteri pulmonalis – paru-paru – vena pulmonalis – serambi kiri jantung.⁴⁸



Gambar 2.8 Sistem peredaran darah pada manusia

d. Golongan Darah

1) Penggolongan darah menurut sistem ABO

Dr. Landsteiner (1868-1943) mengelompokkan golongan darah manusia menjadi A, B, AB dan O berdasarkan jenis aglutinogen dan aglutinin di dalam darah. Penggolongan darah menurut sistem ABO terdapat 2 jenis aglutinogen yaitu aglutinogen A dan aglutinogen B pada permukaan eritrositnya. Seseorang yang mempunyai aglutinogen A pada eritrositnya maka bergolongan darah A, seseorang yang mempunyai aglutinogen B maka bergolongan darah B, seseorang yang mempunyai aglutinogen A dan B maka bergolongan darah AB, dan seseorang yang tidak mempunyai aglutinogen A dan B maka bergolongan darah O. Pada golongan darah B

⁴⁸ Wahyuningsih dan Kusmiyati, *Anatomi Fisiologi*, hlm 82.

secara alamiah plasma darah terdapat antibodi terdapat aglutinogen A yang di sebut aglutinin α aglutinin. Jika plasma dengan anti A aglutinin di campurkan dengan eritrosit golongan darah A, maka terjadi penggumpalan eritrosit A yang kemudian diikuti dengan hemolisis.⁴⁹

Tabel 2.3 Sistem Golongan Darah ABO

Golongan Darah	Aglutinogen (dalam eritrosit)	Aglutinin (dalam plasma darah)
A	A	Anti-B atau β
B	B	Anti-A atau α
AB	A dan B	-
O	-	Anti-A (α) dan Anti-B (β)

2) Penggolongan darah menurut sistem rhesus

Sistem Rhesus ditemukan oleh Landsteiner pada tahun 1940. Landsteiner menemukan adanya aglutinogen rhesus (Rh) pada darah manusia yang juga terdapat dalam darah kera jenis *Maccacus rhesus*. Sistem Rh (Rhesus) dibagi menjadi Rh^+ dan Rh^- .

- a) Golongan darah Rh^+ : golongan darah yang mempunyai antigen Rhesus dalam eritrositnya dan pada plasmanya tidak dibentuk antibody terhadap antigen Rhesus.
- b) Golongan darah Rh^- : golongan darah yang tidak mempunyai antigen Rhesus dalam eritrositnya dan pada plasmanya dapat dibentuk antibody terhadap antigen Rhesus.⁵⁰

e. Tranfusi Darah

Tranfusi darah adalah pemberian darah kepada orang yang memerlukan. Orang yang memberikan

⁴⁹ Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II*, hlm 40-41.

⁵⁰ Mawardi dan Riandi, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*, hlm 65.

darah disebut *donor*. Orang yang membutuhkan darah disebut *resipien*. Dalam proses transfusi darah seorang donor harus memperhatikan jenis aglutinogen (antigen) dalam eritrositnya. Sedangkan seorang resipien harus memperhatikan aglutinin (antibodi) dalam plasma darahnya. Jika antigen A (aglutinogen A) bertemu antibodi α (aglutinin α) maka darah akan menggumpal/membeku. Jika antigen B (aglutinogen B) bertemu antibodi β (aglutinin β) maka darah akan menggumpal/membeku.⁵¹

Tabel 2.4 Skema Kemungkinan Transfusi Darah

D O N O R	Resipien Aglutinin				
	Aglutinogen	A	B	AB	O
A	-	+	-	+	
B	+	-	-	+	
AB	+	+	-	-	
O	-	-	-	-	

Keterangan:
 + = Terjadi penggumpalan
 - = Tidak terjadi penggumpalan

Seseorang yang mempunyai golongan darah O disebut dengan donor universal karena golongan darah O dapat menjadi donor bagi semua golongan darah. Golongan darah O tidak mempunyai aglutinogen A maupun B sehingga tidak menyebabkan terjadinya aglutinasi atau penggumpalan pada darah. Akan tetapi, pada golongan darah O hanya bisa menerima darah dari orang yang bergolongan darah O saja karena golongan darah O mempunyai antibodi α dan antibodi β .⁵²

⁵¹ Campbell, Reece, dan Mitchell, *Biologii*.

⁵² Mawardi dan Riandi, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*, hlm 65.

f. Kelainan atau Penyakit pada Darah dan Sistem Peredaran Darah

1) Kelainan atau penyakit faktor keturunan

- a) Hemofilia, yaitu penyakit menurun yang menyebabkan kegagalan proses pembekuan darah pada pembuluh darah yang cedera atau luka. Hal ini disebabkan darah tidak mempunyai antihormon globulin.
- b) *Sickle cell anemia*, yaitu penyakit menurun yang bentuk sel darah merahnya tidak normal. Penyakit ini membuat kemampuan untuk mengikat oksigen dan karbondioksida menjadi berkurang.
- c) Thalasemia, yaitu penyakit keturunan akibat rendahnya daya ikat eritrosit terhadap oksigen karena kegagalan pembentukan hemoglobin dan eritrosit yang normal.⁵³

2) Kelainan atau penyakit bukan faktor keturunan

- a) Anemia, yaitu keadaan dimana jumlah sel darah merah dan jumlah hemoglobin dibawah normal yang disebabkan karena kekurangan Fe.
- b) Anemia perniosa (anemia Addison), yaitu penyakit yang disebabkan ketidakmampuan tubuh menyerap vitamin B₁₂.
- c) Eritroblastosis fetalis, yaitu penyakit kuning pada bayi yang disebabkan karena kerusakan sel-sel darah oleh antibody rhesus ibu.
- d) Hipertensi, yaitu tekanan darah pada arteri meningkat sampai diatas batas normal.
- e) Hipotensi, yaitu tekanan darah pada arteri menurun sampai dibawah batas normal.
- f) Leukimia (kanker darah), yaitu keadaan dimana produksi sel darah putih (leukosit) yang tidak terkendali sehingga sel darah

⁵³ Kurnadi, *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh manusia II*, hlm 44-46.

- merah (eritrosit) dimakan oleh sel darah putih.
- g) Trombus dan embolus (jantung coroner), yaitu penyakit jantung yang diakibatkan karena adanya gumpalan di arteri koronaria (nadi tajuk).
 - h) Sklerosis, yaitu pengerasan dan penyumbatan pembuluh darah yang disebabkan karena penimbunan lemak dan senyawa kapur.
 - i) Varises, yaitu penyakit karena adanya pelebaran dan berkelok-keloknya pembuluh vena superficialis di kaki.
 - j) Aneurisma, yaitu pelebaran pembuluh arteri yang disebabkan lemahnya dinding pembuluh.⁵⁴

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM), keterampilan proses sains sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pada kajian pustaka ini, diperlukan adanya penelitian terdahulu dan buku-buku yang relevan dengan penelitian skripsi. Penelitian terdahulu sangat penting dan diperlukan sebagai bahan acuan penelitian dan pedoman dalam melakukan penelitian yang akan dilaksanakan serta untuk menghindari kesamaan objek dalam penelitian. Adapun penelitian terdahulu yang relevan antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Riri Aisyah, Fitri Nur Aisyah dan Yunita (2017) yang berjudul Penggunaan lembar Kerja Siswa Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. Program studi pendidikan Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Tujuan penelitian ini adalah 1) menganalisis kemampuan mahasiswa dalam menggunakan LKM berbasis PBL pada penentuan kadar asam palmitat bebas dalam minyak goreng dan 2) menganalisis keterampilan proses sains mahasiswa. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa aktivitas mahasiswa

⁵⁴ Kurnadi, hlm 25-26.

dalam penentuan kadar asam palmitat bebas dari minyak goreng dan keterampilan proses sains mahasiswa yang dikembangkan melalui penggunaan lembar kerja mahasiswa berbasis *problem based learning* secara keseluruhan diinterpretasikan baik.⁵⁵ Hal ini ditunjukkan dengan persentase rata-rata 75.6. dengan perolehan nilai indikator mengamati 88.9, mengajukan pertanyaan 70.3, mengajukan hipotesis 70.8, menerapkan konsep 75.6, merancang percobaan 91.6, menyimpulkan 67.3, dan mengomunikasikan 73.1. Persamaan jurnal penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis adalah sama-sama meneliti mengenai keterampilan proses sains. Adapun perbedaannya adalah penelitian jurnal ini menggunakan lembar kerja berbasis PBL sedangkan penulis menggunakan model pembelajaran PBL berbasis *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM).

2. Penelitian yang dilakukan oleh Amruhu Yusra (2019), Efektivitas *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) pada Materi Cahaya dan Alat Optik terhadap Hasil Belajar Siswa SMP Kelas VIII, Program studi Fisika UIN Walisongo Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) terhadap hasil belajar siswa materi cahaya dan alat optic kelas VIII SMP N 1 Kendal. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) efektif terhadap hasil belajar siswa. Hal ini ditunjukkan dengan hasil uji t didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 2,74 sedangkan t_{tabel} sebesar 1,67 dan $dk=58$ dengan taraf signifikan 5% maka $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga model pembelajaran ini efektif terhadap hasil belajar. Tingkat keefektifan model

⁵⁵ Riri Aisyah, Fitri Nur Aisyah, dan Yunita, "Penggunaan Lembar kerja Berbasis Problem based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa," *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)* 2, no. 1 (21 Juni 2017): hlm 116, <https://doi.org/https://doi.org/10.15575/jta.v2i1.1368>.

pembelajaran ini dibuktikan dengan hasil uji *N-gain* sebesar 0,41 dengan kriteria sedang. Dengan demikian model pembelajaran ini mempengaruhi hasil belajar siswa sebesar 41%.⁵⁶ Persamaan dari penelitian skripsi ini dan penelitian skripsi yang dilakukan adalah sama-sama meneliti tentang keefektifan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) dan sama-sama penelitian lapangan. Adapun perbedaannya adalah penelitian skripsi ini adalah mengenai hasil belajar sedangkan penelitian yang akan dilakukan peneliti mengenai keterampilan proses sains.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Dinda Tsaniyyah, Aditya Marianti, dan Wiwi Isnaeni (2019), Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pembelajaran Materi Sel dengan Model *Problem Based Learning* berbantuan Tutor Sebaya, Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengetahui pengaruh pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbantuan tutor sebaya terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi sel, 2) mengetahui peningkatan keterampilan proses sains siswa. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembelajaran materi sel dengan model PBL berbantuan tutor sebaya berpengaruh positif terhadap keterampilan proses sains siswa dengan peningkatan keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terintegrasi. Hal ini ditunjukkan adanya perbedaan Mean antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu 29,44 dan 19,54. Pada kelas eksperimen, rata-rata peningkatan KPS dasar sebesar 101,57% dan KPS terintegrasi sebesar 130,32%. Sedangkan pada kelas kontrol rata-rata peningkatan KPS dasar sebesar 60,46% dan KPS terintegrasi sebesar 89,54%.⁵⁷ Persamaan penelitian jurnal ini dengan

⁵⁶ Amruhu Yusra, "Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbasis Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) pada Materi Cahaya dan Alat Optik terhadap Hasil Belajar Siswa SMP Kelas VIII" (UIN Walisongo Semarang, 2019), hlm 127.

⁵⁷ Dinda Tsaniyyah, Aditya Marianti, dan Wiwi Isnaeni, "Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pembelajaran Materi Sel dengan Model Problem Based

penelitian yang akan dilakukan penulis adalah sama-sama meneliti mengenai keterampilan proses sains dengan model *problem based learning*. Adapun perbedaannya adalah jurnal penelitian ini berbantuan tutor sebaya sedangkan penulis akan menggunakan *problem based learning* berbasis *Science Technology Engineering and Mathematics*.

C. Kerangka Berpikir

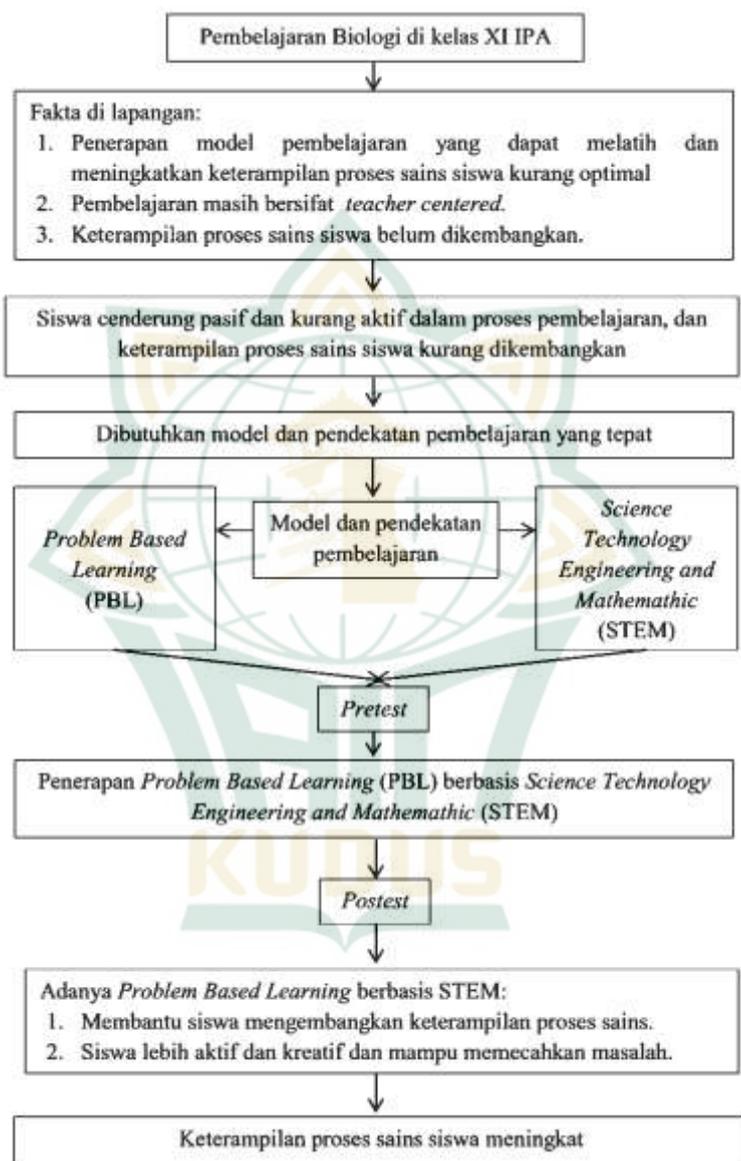
Kerangka berfikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan faktor yang telah dilakukan identifikasi sebagai masalah yang penting.⁵⁸ Kerangka berfikir dapat diartikan suatu gambaran permasalahan yang ada dalam sebuah penelitian yang dilakukan. Penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) dalam pembelajaran biologi ini diharapkan efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Berikut adalah skema kerangka penulis dalam melakukan penelitian:

Learning Berbantuan Tutor Sebaya,” *Jurnal Phenomenon* 09, no. 1 (2019): hlm 21, <https://journal.walisongo.ac.id/index.php/Phenomenon/article/view/3229>.

⁵⁸ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2017), hlm 379.

Tabel 2.5 Skema Kerangka Penulis



D. Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara dari masalah penelitian yang dianggap paling mungkin atau kemungkinan kebenarannya paling tinggi. Jawaban pada hipotesis diberikan berdasarkan pada teori yang relevan tetapi belum didasarkan pada fakta yang diperoleh dari pengumpulan data. Hasil dari pengujian hipotesis hanya ada dua kemungkinan yakni diterima atau ditolak. Penerimaan hipotesis terjadi karena nilai sampel tidak cukup bukti menolak hipotesis. Sedangkan penolakan hipotesis terjadi karena nilai tidak cukup bukti untuk menerima hipotesis. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa diterima atau ditolaknya suatu hipotesis berdasarkan pada nilai yang diperoleh dari data sampel, bukan karena hipotesis itu benar atau salah.⁵⁹

1. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan anggapan dasar yang berfungsi untuk memberikan jawaban sementara dari rumusan masalah yang telah dikemukakan.⁶⁰ Berdasarkan uraian di atas, peneliti mengajukan hipotesis penelitian antara lain:

“Model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi sistem peredaran darah”.

2. Hipotesis Statistik

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) (variabel X) tidak efektif meningkatkan keterampilan proses sains siswa (variabel Y)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ Model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Science Technology Engineering and Mathematic* (STEM) (variabel X) efektif meningkatkan keterampilan proses sains siswa (variabel Y)

⁵⁹ Zainatul Mutafarrikoh, *Statistika pendidikan (Konsep Sampling dan Uji Hipotesis)* (Surabaya: CV Jakad Media Publishing, 2020), hlm 71.

⁶⁰ Wagiran, *Metodologi Penelitian Pendidikan (Teori dan Implementasi)* (Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2013), hlm 102.