

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat IPA

Mengajar IPA harus mengetahui apa hakikat IPA sebenarnya. Wehan&Ovens (2010: 6) menyatakan “*Being scientific is a way of knowing, doing and thinking which is distinct from being artistic or being historical. It involves thinking about one’s own ideas, how they are tested against experience in scientific ways and comparing them with scientist’s ideas and evidence.*” Pernyataan tersebut menunjukkan hakikat IPA sama halnya dengan menjadi seorang saintis.

Pernyataan diatas menyiratkan bahwa hakikat IPA adalah *a way of knowing* atau pengetahuan, *a way of doing* atau proses, dan *a way of thinking*. Sedikit berbeda dengan Hallen, dkk. (2010: 6) menyatakan bahwa hakikat IPA terdiri atas dua aspek, yaitu *a body of knowledge* dan *a way of working*. Perkembangan kedua aspek tersebut dipengaruhi oleh *scientific attitude* atau sikap ilmiah. Sikap ilmiah yang ditunjukkan seorang saintis (*being scientific*) antara lain rasa ingin tahu, kreativitas, refleksi kritis, dan lainnya. Namun, Hallen memiliki pandangan bahwa ada satu lagi aspek IPA yaitu *scientific procedures*. Jadi, ada empat pilar hakikat IPA menurutnya.

Nugraha (2005: 5) memiliki pandangan bahwa IPA dipandang sebagai tiga hal yaitu produk, proses, dan sikap. Jika diimplikasikan

langsung pada pembelajaran IPA, maka seharusnya pembelajaran IPA tidak hanya terfokus pada salah satu aspek tapi secara keseluruhan.

Jadi, pada hakikatnya IPA tidak hanya mengenai teori namun juga mengenai proses dan sikap. Ketiganya merupakan hakikat IPA yang harus terakomodasi dalam pembelajaran IPA. Sehingga, pembelajaran IPA dilaksanakan bukan hanya untuk pendalaman produk tetapi juga memperhatikan proses dan mempertimbangkan sikap. Pembelajaran IPA harus mampu mengakomodasi ketiga hakikat IPA.

2. Karakteristik Peserta Didik SMP

Psikologi perkembangan menurut Yusuf (2015: 3) adalah salah satu bidang psikologi yang memfokuskan kajiannya mengenai perubahan tingkah laku dan proses perkembangan dari masa konsepsi hingga akhir hayat. Peserta didik SMP berada pada rentang usia 13-15 tahun. Menurut Dariyo (2004: 13) remaja adalah masa transisi masa kanak-kanak ke masa dewasa pada rentang usia 12/13-21 tahun. Jadi, peserta didik SMP memasuki fase remaja dalam perkembangannya.

a. Perkembangan kognitif

Piaget dalam Santrock (2007: 126) menyatakan bahwa remaja telah mampu berpikir logis. Remaja telah dapat membuat rencana untuk memecahkan masalah secara sistematis demi mencapai solusi. Pemikiran nalar ini disebut sebagai penalaran hipotesis. Definisinya adalah peserta didik remaja mampu merumuskan hipotesis,

mengujinya, dan memperoleh kesimpulan. Peserta didik pada rentang usia ini memasuki tahap operasional formal.

Vygotsky dalam Santrock (2007: 133) menekankan perkembangan kognitif remaja diasah melalui interaksi sosial, kolaborasi, dan aktivitas sosio-budaya. Jadi, menurut Vygotsky remaja belajar dengan memiliki peluang sebesar-besarnya untuk bekerja dengan temannya atau gurunya. Dalam hal ini guru bertindak sebagai fasilitator. Piaget dalam Sills&Emerson (2016: 3) menyatakan disequilibrium sebagai kesenjangan antara apa yang diajarkan dengan apa yang dipercaya sebagai sesuatu yang benar.

Dengan demikian, tahap perkembangan kognitif usia 13-15 tahun (peserta didik SMP) adalah operasional formal. Karakteristiknya antara lain sudah dapat berpikir secara logis dalam memecahkan masalah. Dengan demikian, peserta didik sudah mampu melakukan kegiatan perumusan masalah, perumusan hipotesis, perumusan solusi, analisis data, penarikan kesimpulan, dan lain-lain. Dariyo (2004: 58) menyatakan bahwa remaja berpikir kritis di usianya. Ia menanyakan hal-hal yang dianggapnya tidak masuk akal. Dalam hal ilmu pengetahuan, ia tidak akan menerima informasi secara mentah-mentah. Remaja akan mencari jawabannya secara logis.

b. Kognisi Sosial

Santrock (2007: 164) membahas kognisi sosial dalam ranah egosentris remaja dan pengambilan perspektif dalam lingkungannya.

Egosentrisme remaja mengarah pada anggapan remaja bahwa dirinyalah yang terbaik. Egosentrisme ini menurun saat ada kemajuan dalam pengambilan perspektif remaja. Pengambilan perspektif adalah kemampuan remaja untuk menerima dan memahami pendapat orang lain.

Marliani (2016: 211) menyatakan bahwa pergaulan remaja diwujudkan dalam bentuk kelompok. Hal yang menjadi sulit bagi remaja adalah penyesuaian diri. Dalam penyesuaian tersebut, kemampuan intelektual dan emosi memiliki peran yang kuat. Tindakan intelektual dan emosi yang tepat mempermudah remaja dalam menanamkan sikap saling mengerti akan kekurangan masing-masing, menahan upaya menonjolkan diri, dan tindakan mendominasi ruang kelompok.

Jadi, aktivitas berkelompok memiliki peran yang penting bagi perkembangan kognisi dan sosial remaja. Melalui berbagai kegiatan berkelompok, bekerjasama, berkolaborasi, maka akan melatih kemampuan intelektual, emosional, dan menekan egosentrisme remaja. Sehingga, remaja memahami norma pergaulan dan memiliki kemampuan bersosial yang baik di masyarakat.

c. Remaja dan Sekolah

Oemar (1995: 83) menyatakan bahwa sekolah memiliki peran yang besar dalam pembentukan konsep diri remaja dibanding orang tuanya. Apabila remaja berhasil memperoleh kesuksesan di sekolah,

maka masih banyak kesempatan yang terbuka untuknya di masa depan. Sebaliknya, jika gagal maka kesempatan di masa depan tertutup.

Remaja menyukai aktivitas ke sekolah. Namun kesukaannya bukan tentang aspek akademik, namun aspek sosial. Hal yang dimaksud adalah kegiatan dimana ia dapat bergabung dengan rekan lain melakukan kegiatan yang mereka sukai.

Jadi, remaja menyukai kegiatannya untuk pergi ke sekolah karena faktor sosial. Ia semangat bertemu dengan temannya, menyelesaikan beberapa hal bersama, dan melakukan kegiatan yang disukai bersama teman. Sedikit sekali remaja yang menyukai kehidupan di sekolah dari sisi akademik. Kebanyakan dari mereka membenci akademik karena dianggap membosankan.

3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a. Definisi

Bahan ajar yang sering digunakan di kelas adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Wyles (2016: 1-2) menyatakan bahwa lembar kerja peserta didik merupakan alat yang efektif dalam upaya mendorong peserta didik untuk mengasah otaknya dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, lembar kerja juga dapat membantu peserta didik melakukan pembelajaran di luar kelas (*learning out-of class*). Darmodjo & Kaligis (1993: 40) menyatakan bahwa lembar kerja peserta didik adalah bahan ajar yang dapat digunakan oleh guru untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar mengajar.

Definisi mengenai lembar kerja peserta didik disampaikan oleh Lee (2014: 96) sebagai material tertulis sehingga harus dipastikan peserta didik memiliki kemampuan membaca yang baik. Lee menyatakan *worksheets useful in many ways in terms of academic achievement. For example, as supplements to textbooks, worksheets can be used to add information for particular classes. In addition, blanks in worksheets are invitations for students to fill in gaps; their opportunities for knowledge construction.*

Wyles (2016: 1-2) juga menyatakan bahwa salah satu *goals* pembuatan LKPD adalah memfokuskan peserta didik, dalam artian meningkatkan perhatian peserta didik terhadap proses pembelajaran. LKPD semacam ini menurut Wyles dapat digunakan untuk membelajarkan suatu materi yang baru sehingga kontennya mengarah pada pengelompokan peserta didik dan melakukan kegiatan pembelajaran bersama-sama. Lee (2014: 97) menyatakan bahwa lembar kerja peserta didik dapat digunakan sebagai alat penilaian karena melalui lembar kerja guru dapat memahami pengetahuan awal anak didiknya, mengamati outcome dari pembelajaran, dan saat itu lembar kerja dapat digunakan oleh peserta didik untuk memantau kemajuan belajarnya sendiri. Ia juga menyatakan bahwa lembar kerja dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan *on-task behaviour* selama melakukan kegiatan yang bersifat independen, contoh proyek di luar jam sekolah.

Jadi, lembar kerja peserta didik merupakan sarana pembelajaran yang berisi informasi dan kegiatan pembelajaran yang mampu meningkatkan aktivitas belajar ilmiah peserta didik agar keterlibatan peserta didik meningkat. Lembar kerja peserta didik dapat pula dijadikan sebagai alat bagi peserta didik untuk memantau kemajuan belajarnya, termasuk kemajuan kegiatan independen seperti proyek.

b. Kelayakan LKPD

Darmojo & Kaligis (1992: 41-42) menyatakan bahwa LKPD dikatakan layak apabila memenuhi (1) syarat didaktis, (2) syarat konstruksi, dan (3) syarat teknis. Syarat didaktis berkaitan dengan terpenuhinya asas-asas pembelajaran efektif dalam suatu LKPD. Syarat konstruksi berkaitan dengan kebahasaan. Sedangkan syarat teknis berkaitan dengan penulisan berdasarkan kaidah yang telah ditetapkan.

Depdiknas (2009: 15) menyatakan bahwa kelayakan bahan ajar cetak ada empat, yaitu aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafikaan. Aspek kelayakan isi meliputi kesesuaian SK/KD, kesesuaian dengan perkembangan anak, kebenaran substansi, dan lain-lain. Aspek kebahasaan meliputi kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, kejelasan informasi, dan lainnya. Aspek penyajian meliputi urutan penyajian, kelengkapan informasi, dan lain-lain. Aspek kegrafikaan meliputi penggunaan font, tata letak, ilustrasi gambar, dan lain-lain.

Jadi, kelayakan LKPD ditinjau dari kemampuannya mengefektifkan pembelajaran. Agar pembelajaran efektif menggunakan LKPD, maka dalam pembuatan LKPD harus memperhatikan isi atau didaktis, penyajian, bahasa yang bersifat konstruktif, dan grafis atau syarat teknis.

4. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

a. Pengertian *Project Based Learning*

Kurikulum di Indonesia menuntut adanya keaktifan peserta didik yang dominan selama proses pembelajaran berlangsung. Berbagai model dikaji, salah satunya adalah model *project based learning*. Yalcin dkk. (2009: 83) menyatakan bahwa *project based learning* adalah model pembelajaran yang melibatkan proyek dalam infrastruktur.

Fleming (2010: 9) menyatakan bahwa proyek adalah pengalaman intensif bagi peserta didik yang meningkatkan keterlibatannya dalam sebuah aktivitas. Kegiatan proyek dapat dilaksanakan sebdalam satu komunitas atau grup kecil. Hasil dari pelaksanaan proyek umumnya adalah pameran atau produk tertentu. Maka pembelajaran berbasis proyek menurutnya adalah pembelajaran yang memasukkan proyek dalam membelajarkan konsep IPA.

Altun dkk. (2015: 17) memberikan definisi lain, yaitu proyek merupakan penugasan yang didasarkan atas pertanyaan atau masalah menantang, yang melibatkan peserta didik mendesain, memecahkan masalah, pengambilan keputusan, atau kegiatan investigasi. Dengan demikian, model *project based learning* memberi kesempatan bagi peserta didik bekerja pada periode waktu tertentu dan mengkomunikasikan hasilnya. Model *project based learning* merupakan model pembelajaran yang dalam prosesnya melibatkan peserta didik dalam sebuah proyek yang didasari atas pertanyaan atau masalah yang menantang.

Dengan demikian, *project based learning* adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai kegiatan utama. Proyek diawali dengan pertanyaan menantang yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Proyek dilaksanakan dalam periode waktu tertentu. Hasil dari pembelajaran berbasis proyek adalah produk atau pameran.

b. Karakteristik Model *Project Based Learning*.

Fleming (2000: 12) menyatakan bahwa model pembelajaran *project based learning* menggunakan pendekatan *student-centered* yang memiliki beberapa karakteristik model pembelajaran *project based learning* antara lain peserta didik berpikir secara bebas, merefleksikan hasil kerjanya sendiri, dan merumuskan tujuan mereka sendiri.

Fleming (2000: 65) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan baik mengandung lima unsur (1) melatih *high-order thinking skill*, (2) mengacu ketertarikan peserta didik dan kegiatan menanya, (3) menekankan pada tulisan dan produk peserta didik, (4) mengintegrasikan literatur, (5) didesain dengan sebaik mungkin.

Turgut (2008: 65) menyatakan bahwa dalam pembelajaran berbasis proyek maka harus tercantum (1) ada pertanyaan yang menantang peserta didik, (2) dilakukan proses investigasi, (3) adanya sumber belajar, (4) peserta didik bebas (5) *student-centered* (6) adanya guru sebagai pembimbing (7) kerja kolaboratif, dan (8) presentasi produk.

Hrbek dan Stix (2006: 1-4) menyatakan bahwa terdapat 9 langkah dalam pembelajaran berbasis model proyek (1) mengkondisikan peserta didik untuk belajar tentang materi yang bersangkutan melalui contoh-contoh nyata, (2) merumuskan masalah, (3) mendalami permasalahan (4) bernegosiasi (5) menentukan material yang dibutuhkan (6) melakukan proyek, (7) mempersiapkan presentasi proyek, (8) presentasi proyek, dan (9) refleksi dan evaluasi. Menurut Moursound dalam Bagheri, *et al* (2015: 20) menyatakan bahwa langkah-langkah *project based learning* (1) *organizing the group*, (2) *staing the subject and sub-subject*, (3) *designing project*, (4) *application of the project*, (5) *presentation*, dan (6) *evaluation*.

Fleming (2000: 10) juga menyatakan bahwa peserta didik dapat melakukan proyek dalam formasi berkelompok baik kelompok kecil atau tim yang meliputi kelas secara menyeluruh. Melalui kerja secara berkelompok, maka mendukung terciptanya kolaborasi dalam pemecahan masalah yang diberikan

Jadi, langkah-langkah *project based learning* diawali dengan mengkondisikan peserta didik dalam grup, menganalisis material berupa bab dan subbab yang diperlukan dalam rangka mendesain proyek, melakukan desain proyek, melaksanakan proyek, melakukan presentasi dengan persiapan tertentu, dan yang terakhir adalah evaluasi yang disertai refleksi.

Model pembelajaran *project based learning* menggunakan pendekatan *student-centered* yang kegiatannya dapat berupa kelompok. Model karakteristik model *project based learning* sesuai dengan sintaks modelnya. Karakteristiknya antara lain ada pertanyaan menantang yang dalam sintaksnya adalah *stating subject and sub subject*. Adanya proses investigasi sama dengan sintaks *action*. Sintaks model *project based learning* diawali dengan *essential questions* dan diakhiri evaluasi.

5. Kemampuan Memecahkan Masalah secara Kolaboratif (*Collaborative Problem Solving Skill*)

a. Definisi

Pembelajaran IPA dalam perjalanannya mengalami evolusi dari kooperatif ke kolaboratif. Dalam kooperatif, peserta didik bekerja

dalam suatu hal secara paralel. Namun, dalam kolaboratif peserta didik secara bersama mengatur aktivitas mereka dalam rangka menyelesaikan suatu masalah. Kontribusi dari anggota saling melengkapi dalam rangka memecahkan permasalahan yang disajikan. Kemampuan memecahkan masalah secara kolaboratif mencakup kemampuan kognitif dan sosial. Kemampuan tersebut merupakan kunci dalam menghadapi abad 21 (Buder *et al* 2015: 38).

Kurikulum terkini fokus terhadap pengajaran dan penilaian dalam pencapaian kompetensi abad 21. Kemampuan tersebut mencakup berpikir kritis, pemecahan masalah, *self-management*, kemampuan ICT, komunikasi, dan kolaborasi. Sehingga, peserta didik harus dipersiapkan memiliki kemampuan tersebut agar dapat menghadapi tantangan abad 21.

Jadi, kemampuan untuk mempelajari masalah dari pertanyaan menantang dan mengkaji solusinya secara bersama-sama. Kolaborasi bukan sekedar bekerja secara paralel. Kolaborasi adalah kegiatan dimana peserta didik melakukan musyawarah, bernegosiasi, merumuskan tujuan bersama, dan merefleksi hambatan bersama-sama.

PISA (2015) mendefinisikan *collaborative problem solving skill* sebagai kapasitas seseorang untuk secara efektif bergabung dalam proses pembelajaran dimana dua atau lebih orang bekerja sama menyelesaikan permasalahan dengan cara membagi apa yang telah

mereka pahami dan menyatukan pengetahuan dan kemampuannya dalam rangka mencapai solusi.

O'Neil (2014: 2-3) menyatakan bahwa kemampuan memecahkan masalah secara kolaboratif mengarah pada aktivitas pemecahan masalah yang melibatkan kolaborasi antar individu dalam satu grup. Griffin (2010: 2-3) menyatakan bahwa jumlah pengetahuan yang dimiliki, pengalaman, dan strategi mempengaruhi bagaimana individu berinteraksi saat memecahkan masalah secara kolaboratif. Kemampuan memecahkan masalah secara kolaboratif menantang peserta didik mengkaji informasi, mengidentifikasi masalah, menetapkan peraturan untuk konten dan prosedur, melakukan uji coba terhadap ide, dan mengecek solusi.

b. Aspek Kemampuan Pemecahan Masalah Kolaboratif

PISA merumuskan kompetensi bagi kemampuan *collaborative problem solving*. Kompetensi *collaborative problem solving* terdiri atas dua belas kemampuan yang merupakan hasil silang dari tiga inti kemampuan pemecahan masalah secara kolaboratif dengan empat kemampuan pemecahan masalah masing-masing individu. Tiga inti kemampuan pemecahan masalah kolaboratif adalah:

1. *Establishing maintaining shared understanding,*
2. *Taking appropriate action to solve the problem,*
3. *Establishing and maintaining team organisation.*

Pada tahun 2012 PISA juga merumuskan 4 kemampuan kognitif pemecahan masalah individu (1) *exploring and understanding*, (2) *representing and formulating*, (3) *planning dan executing*, (4) *monitoring&reflecting*. Empat kemampuan tersebut disilangkan dengan tiga inti dari *Collaborative Problem Solving* (CPS) menghasilkan dua belas kemampuan seperti yang tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Matriks Kemampuan Pemecahan Masalah Kolaboratif

	Membangun pemahaman bersama	Mengambil tindakan yang tepat	Membangun organisasi dalam tim
Mengeksplorasi dan memahami	Menemukan perspektif dan kemampuan anggota tim	Menemukan tipe interaksi yang tepat	Memahami perannya dalam memecahkan masalah
Merepresentasikan dan memformulasikan	Membangun pemahaman dan bernegosiasi tentang makna dari masalah	Mengidentifikasi dan mendeskripsikan tugas yang harus diselesaikan	Mendeskripsikan peran dan organisasi tim
Merencanakan	Mengkomunikasikan dengan tim tentang tindakan yang akan dilakukan	Membuat perencanaan	Mengikuti kesepakatan pembagian tugas
Memantau dan melakukan refleksi	Memantau dan memperbaiki pemahaman bersama	Memantau hasil dan melakukan evaluasi	Memantau, memberikan <i>feedback</i> terhadap masalah

Griffin (2010: 6-13) merumuskan pada ^{Sumber: Framework PISA 2015} kemampuan pemecahan masalah secara kolaboratif peserta didik. Kemampuan pemecahan masalah secara kolaboratif dapat dilihat dari dua dimensi yaitu domain sosial dan domain kognitif. Domain sosial terbagi menjadi tiga, yaitu partisipasi, *perspective-taking*, dan regulasi sosial. Sedangkan domain kognitif dibagi menjadi 2, yaitu regulasi tugas dan *knowledge-building*.

Kemampuan pemecahan masalah secara kolaboratif terdiri atas dua domain, yaitu sosial dan kognitif. Aspek sosial adalah partisipasi,

perspective-taking, dan regulasi sosial. Partisipasi terdiri atas empat indikator (1) melaksanakan proyek sesuai kontrak dan prosedur, (2) memulai dan mengoordinasi teman-temannya, dan lain sebagainya. Pengambilan perspektif terdiri atas tiga indikator, yaitu menerima kontribusi temannya, sadar bagaimana harus menyesuaikan diri agar temannya nyaman, dan mengikuti kesepakatan pembagian tugas. Pengaturan tugas sosial terdiri atas lima indikator, antara lain bernegosiasi untuk mencapai solusi, menyadari kelebihan dan kelemahan dirinya.

Domain kognitif terdiri atas dua aspek yaitu pengaturan tugas dan pembangunan pengetahuan. Pengaturan tugas terdiri atas empat indikator antara lain merumuskan tujuan bersama dan mampu mengumpulkan data dengan benar. Pembangunan pengetahuan terdiri atas tiga aspek antara lain memperoleh hubungan dalam data dan merumuskan hipotesis.

c. Penilaian Kemampuan Pemecahan Masalah Kolaboratif

Griffin (2010: 5) menyatakan bahwa domain kemampuan pemecahan masalah kolaboratif terdiri atas domain sosial dan domain kognitif. Domain sosial diukur melalui *indicative behaviour* dengan berpedoman pada indikator tertentu. Perihal domain kognitif, Griffin (2010: 12) menyatakan,

... with some examples of relevant cognitive capabilities and elements shown on the left of the table and behaviours that could be observed among students with low, medium, or high level skills. This provides the teacher with a basic rubric that might be

used for assessing the collaborative behaviour in problem solving. However it is difficult to observe directly people interacting in a collaborative context.

Pernyataan Griffin tersebut menjelaskan bahwa kemampuan pemecahan masalah kolaboratif dalam diamati menggunakan teknik observasi menggunakan rubrik tertentu. Selain observasi, dapat digunakan pula angket *self assessment* dan *peer assessment*.

PISA (2015: 25) mendefinisikan cara untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah kolaboratif yaitu *computer based assessment*. Di dalam komputer, dua peserta didik ditayangkan permasalahan yang sama, kemudian keduanya difasilitasi ruang chatting pribadi untuk mengetahui kemampuan kolaborasi pemecahan masalah melalui percakapan keduanya. Namun, PISA juga menyatakan bahwa pengukuran kemampuan pemecahan masalah dapat dilakukan melalui observasi sebagai teknik pengukuran non tes.

Jadi, pengukuran kemampuan pemecahan masalah kolaboratif menggunakan teknik non tes yaitu observasi. Teknik non tes lainnya adalah penilaian diri dan teman menggunakan angket. Ketiga teknik non tes tersebut membutuhkan lembaran yang berisi indikator kemampuan pemecahan masalah kolaboratif.

6. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Project Based Learning*

LKPD sains pada umumnya berisi mengenai informasi kegiatan pembelajaran yang bisa berupa sebuah eksperimen, diskusi, dan lain sebagainya. Segaris dengan definisi tersebut, LKPD berbasis *project*

based learning merupakan LKPD yang berisi informasi tentang proyek yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Dalam LKPD disajikan sebuah pertanyaan dan kemudian peserta didik merumuskan sendiri mulai dari perumusan tujuan, hipotesis, hingga pada akhirnya pelaporan proyek.

Melalui LKPD tersebut, peserta didik dituntut untuk bekerja secara bersama-sama. Peserta didik akan menyampaikan pendapatnya masing-masing berkenaan dengan desain praktikum milik kelompoknya. Pendapat yang diberikan didasarkan atas pengalaman, ilmu pengetahuan, dan kemampuan masing-masing individu. Negosiasi dan diskusi berlanjut hingga pada pengambilan keputusan bersama kemudian pelaksanaan proyek dan akhirnya pelaporan. Serangkaian kegiatan tersebut tidak dipecahkan sendiri oleh masing-masing individu, namun saling berkolaborasi melalui diskusi yang terjadi.

Kegiatan berbasis proyek yang dilakukan secara berkelompok pada dasarnya memberikan pelajaran untuk bersosial dan pembelajaran kognitif. Hal ini cocok dengan kemampuan *collaborative problem solving* yang terdiri atas dua domain, yaitu sosial dan kognitif. Melalui kegiatan berkelompok yang intensif dalam sebuah proyek, maka akan meningkatkan kemampuan sosial peserta didik. Proyek yang didasarkan pada *essential questions* akan merangsang peserta didik untuk memecahkan masalah bersama.

7. Materi genetis

Stansfield (1991: 1) memberikan gambaran bahwa genetika berhubungan dengan komponen DNA, gen, dan kromosom,

Genetika adalah cabang biologi tentang sifat-sifat yang menurun (hereditas) dan variasinya. Unit-unit hereditas yang dipindahkan dari satu generasi ke generasi berikutnya disebut gen. Gen-gen itu berada dalam suatu molekul panjang yang disebut asam dioksiribonukleat (DNA). DNA itu, dalam ikatan dengan matriks protein. Membentuk nukleoprotein dan tersusun menjadi struktur-struktur dengan sifat yang dapat menyerap warna dengan jelas yang disebut kromosom yang berada di dalam nukleus sel.

Suryo (2008: 57-78) menyatakan bahwa materi genetik terdiri atas DNA dan RNA. Menurutnya kromosom adalah pelaksana proses pewarisan sifat pada makhluk hidup. Sama halnya dengan Agus (2011: 143) menyatakan bahwa materi genetis terdiri atas DNA dan RNA. Sedangkan Ramadhani (2016: 13-28) menyatakan bahwa materi genetik antara lain gen, DNA, RNA, dan kromosom.

Jadi, materi genetik meliputi pembahasan mengenai DNA, RNA, gen, dan kromosom. Antara DNA, gen, dan kromosom memiliki keterhubungan yang jelas. Headrick&Weaver (1989: 7) menyatakan bahwa gen tersusun atas DNA. Hal ini didasarkan pada eksperimen Oswald Avery tahun 1944 yang menjawab pertanyaan diantara para ilmuwan bahwa penyusun gen adalah satu diantara DNA, RNA, atau protein.

a. Kromosom

Ramadhani (2016: 16) menyatakan bahwa kromosom terdapat dalam nukleus (inti sel) setiap sel. Kromosom sebenarnya adalah

kumpulan benang-benang kromatin. Panjang kromosom antara 0,2-50 mikron dan diameter 0,2-20 mikron. DNA menyusun 35% dari keseluruhan kromosom. Fungsi kromosom adalah membawa sifat individu dan membawa informasi genetika karena di dalam kromosom terdapat gen. Gen merupakan bagian dari molekul DNA. Suryo (2008: 41) menyatakan bahwa kromosom adalah benda halus yang berbentuk panjang atau pendek, lurus atau bengkok, yang terletak di dalam inti sel.

Jadi, kromosom adalah kumpulan benang kromatin yang berfungsi membawa gen berbentuk panjang atau pendek, lurus atau bengkok. Letak kromosom adalah di dalam inti sel. DNA menyusun 35% dari keseluruhan kromosom.

b. Gen

Ramadhani (2016: 14) menyatakan bahwa gen adalah substansi hereditas yang terletak dalam lokus, di dalam kromosom. Chao (2016: 12) menyatakan bahwa gen merupakan unit hereditas yang bertindak sebagai instruksi untuk membuat molekul protein. Ia menyatakan bahwa gen tersusun atas ratusan hingga 2 juta basa nitrogen (DNA).

Jadi, gen adalah substansi hereditas. Gen tersusun atas DNA. Letak gen adalah dalam lokus kromosom.

c. DNA

Suryo (2008: 59) menyatakan bahwa DNA adalah asam dioksiribunukleat. DNA merupakan persenyawaan yang membawa keterangan genetik dari sel ke generasi penerus makhluk hidup. menurut Ramadhani (23) DNA adalah penyusun kromosom yang berbentuk pilin bersama dengan protein histon. Chao (2016: 1) menyatakan DNA adalah penyusun gen sehingga disebut sebagai materi genetik sel yang membawa informasi dari sel induk ke sel keturunan.

Jadi, DNA adalah asam deoksiribunukleat berupa persenyawaan. Persenyawaan tersebut menyusun gen yang kemudian membawa informasi ke sel keturunan. Dengan demikian, DNA juga merupakan penyusun kromosom bersama dengan protein histon.

8. Ekstraksi DNA

a. Definisi

Proses ekstraksi DNA adalah memisahkan DNA dari substransi yang tidak diinginkan dari sel namun secara hati-hati agar DNA tidak rusak. Dengan kata lain, ekstraksi DNA memindahkan DNA itu sendiri dari sel atau virus. Ekstraksi DNA sering diaplikasikan dalam proses diagnosa untuk mendeteksi bakteri atau virus dalam rangka mendiagnosa penyakit (Heicnecke, 2014: 48). Metode ekstraksi DNA adalah proses pemisahan molekul DNA dari protein dan material lainnya dalam sel (Butler, 2009: 99). Dalam definisi sederhana,

ekstraksi DNA adalah memindahkan asam deoksiribosa dari sel atau virus (Rice, 2017: 1).

Jadi, ekstraksi DNA merupakan proses memisahkan DNA dari substansi yang tidak diperlukan. DNA diekstraksi dalam rangka untuk kebutuhan forensik atau kebutuhan lainnya yang membutuhkan rantai DNA murni. Substansi yang mengganggu antara lain protein dan material sel lainnya.

b. Langkah-langkah ekstraksi DNA

Heicnecke (2014: 48-49) menjelaskan prosedur ekstraksi DNA yang sederhana dan tidak berbahaya untuk dilakukan oleh anak-anak. Bahan yang diperlukan antara lain stroberi, detergen, alkohol, garam. Alat yang diperlukan antara lain pipet, gelas, penyaring, dan lain sebagainya. Langkah-langkah ekstraksi DNA sederhana adalah:

- 1) Memotong stroberi hingga kecil dan menghancurkannya hingga halus.
- 2) Menambahkan satu sendok makan detergen.
- 3) Memasukkan air panas ke dalam gelas berisi stroberi dan detergen secara hati-hati.
- 4) Mengaduk campuran dengan hati-hati.
- 5) Setelah menunggu dua belas menit, masukkan air es dalam campuran dan diaduk beberapa kali.
- 6) Masukkan campuran tersebut dalam plastik bening dengan hati-hati.
- 7) Tuangkan garam dan alkohol secara perlahan melalui permukaan plastik.

Picks (2015: 5-6) menggunakan pisang sebagai bahan untuk melakukan ekstraksi DNA sederhana. Picks membuat daftar bahan dan alat yang dibutuhkan antara lain pisang, garam, detergen, alkohol, gelas beaker dan plastik, penyaring. Langkah-langkahnya adalah:

- 1) Memasukkan potongan pisang dalam plastik kemudian menghaluskan pisang.
- 2) Menambahkan garam ke dalam plastik.
- 3) Kemudian, meremas pisang dalam plastik dan melakukan penyaringan agar memperoleh sari piang.
- 4) Kemudian tambahkan detergen dua sendok makan.
- 5) Memindahkan campuran dalam plastik ke dalam gelas beaker.
- 6) Menuangkan alkohol secara perlahan dan menunggu DNA muncul.
- 7) Dengan menggunakan tusuk gigi, maka dapat diambil benang berwarna putih yang merupakan DNA.

Jadi, langkah-langkah ekstraksi DNA diawali dengan menghaluskan buah yang dipakai dengan meremasnya dalam plastik. Setelah halus maka ditambahkan garam, detergen, kemudian diaduk beberapa kali. Setelah itu campuran dipindahkan ke wadah berbahan kaca yang bening dan menuangkan alkohol secara perlahan, yaitu dari dinding-dinding alkohol. DNA dapat diambil dengan pipet atau tusuk gigi selang beberapa menit setelah penuangan alkohol.

Buddies (2013: 4) menyatakan bahwa hasil yang akan terlihat adalah benang-benang berwarna putih. Oleh karena itu, diperlukan makhluk hidup yang memiliki minimal 8 set kromosom. Dengan banyaknya set kromosom, maka akan semakin mudah benang DNA terlihat. Mekanisme awal ekstraksi DNA adalah lisis sel, yaitu pemecahan membran sel. Bahan yang berperan dalam lisis sel adalah detergen. Kemudian tahap kedua adalah menghilangkan protein yang menyatu dengan DNA. Bahan yang digunakan adalah garam. Penggunaan detergen berfungsi untuk memecah membran sel. Alkohol berfungsi sebagai pemurni DNA dari protein dan mengendapkan DNA. Mekanismenya diawali dengan lisis sel, yaitu memecah membran sel.

Tahap ketiga adalah purifikasi DNA atau pemurnian DNA. Bahan yang berperan adalah alkohol. Alkohol memiliki densitas yang lebih rendah sehingga DNA tidak larut dalam alkohol.

B. KAJIAN PENELITIAN RELEVAN

Penelitian sebelumnya mengenai *project based learning* beragam dalam hal variabel terikatnya, antara lain:

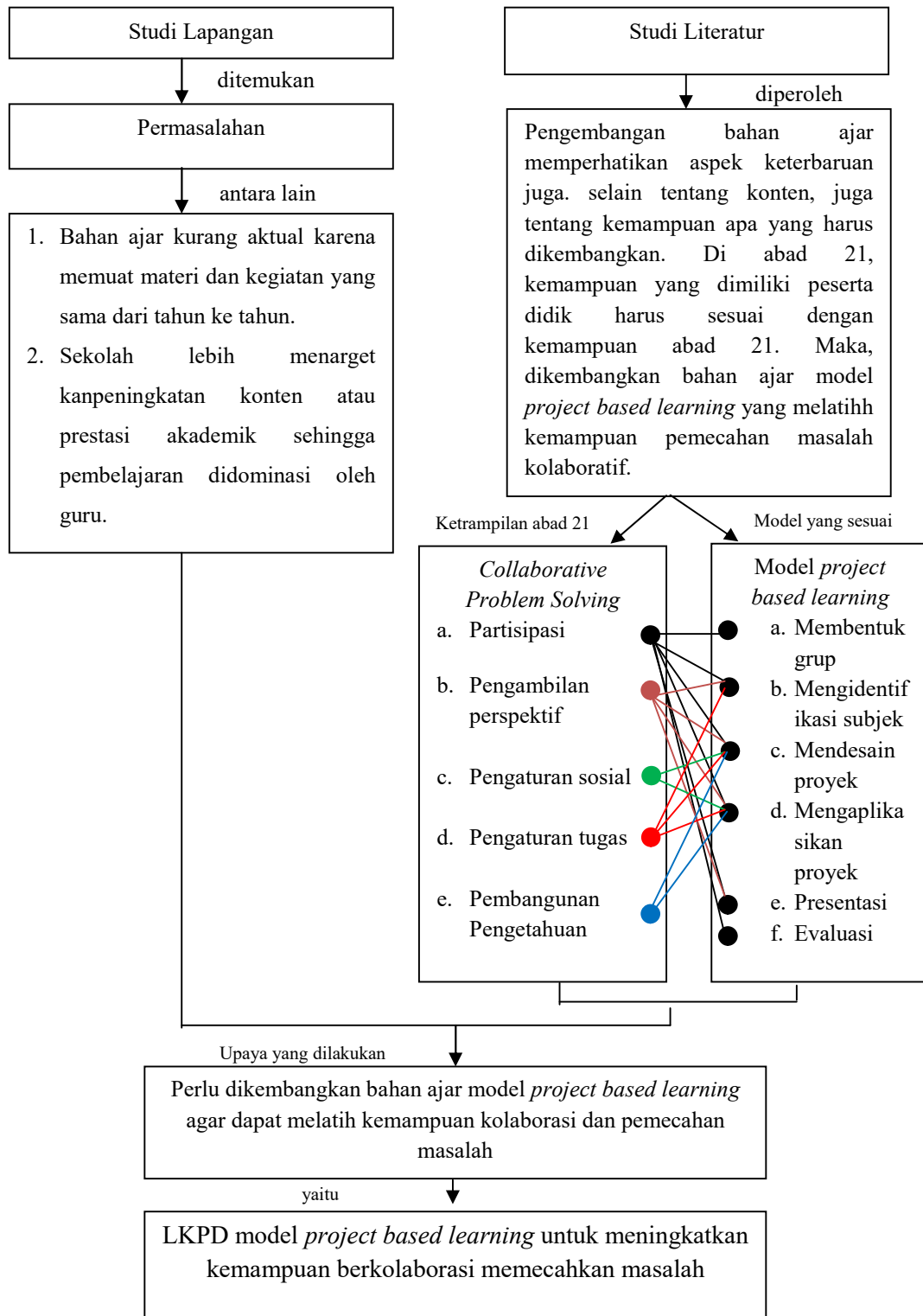
1. Faizah (2015) melakukan penelitian tentang pengembangan LKPD model *project based learning* untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas VII. Hasilnya keterampilan proses meningkat di kelas eksperimen sebesar 0,60 sedangkan pada kelas kontrol adalah 0,39.
2. Kusumaningrum (2015) mengembangkan perangkat pembelajaran biologi menggunakan model *project based learning* untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas peserta didik kelas X. Hasilnya, produk yang dikembangkan layak dan terbukti meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dan kreativitasnya.

C. KERANGKA BERPIKIR

Di SMP 2 Gamping, permasalahan yang ditemukan adalah bahan ajar kurang aktual dan target sekolah yang mengarah pada *content-oriented*. Studi literatur yang dilakukan mengharuskan bahan ajar aktual dan memperhatikan aspek keterbaruannya. Selain itu, kemampuan non konten kurang diperhatikan dalam desain kegiatan belajar mengajar.

Dengan demikian, dikembangkan bahan ajar yang bersifat aktual yaitu LKPD materi ekstraksi DNA dan menggunakan model pembelajaran *project*

based learning yang melatih kemampuan non konten yaitu kolaborasi pemecahan masalah.



Bagan 1. Kerangka Berpikir Penelitian Pengembangan LKPD Model *Project Based Learning* Materi Ekstraksi DNA Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Kolaboratif.

D. PERTANYAAN PENELITIAN

Kelayakan produk yang dikembangkan divalidasi oleh beberapa pihak, antara lain:

1. Bagaimana kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) model *project based learning* materi ekstraksi DNA menurut dosen ahli?
2. Bagaimana kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) model *project based learning* materi ekstraksi DNA menurut guru IPA?
3. Bagaimana kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) model *project based learning* materi ekstraksi DNA menurut teman sejawat?
4. Bagaimana kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) model *project based learning* materi ekstraksi DNA menurut peserta didik SMP?