

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Web Modul IPA Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Potensi Lokal “Batik”

a. Web Modul

Website sebagai media pembelajaran alternatif agar peserta didik dapat belajar dimana saja dan kapan saja. *Website* dalam pembelajaran umumnya menyediakan fasilitas bagi guru untuk *upload* materi dan bagi peserta didik untuk *download* materi (Arianti, Y. M., & Yogisa, K., 2012: 14-16). Menurut Nasution, T (2015: 8) pembelajaran menggunakan web merupakan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi berupa internet dan komputer untuk menyampaikan materi pembelajaran melalui *website, email, mailing list, news group*, dan lain-lain. Tambunan, H (2013: 75) menyatakan bahwa penggunaan web dalam pembelajaran dapat menunjang pembelajaran yang mencakup materi, model pembelajaran, penyajian materi melalui *download/link/tulisan/presentasi, soal-soal latihan/tugas, serta video/animasi/teks*.

Web dalam pembelajaran harus memiliki beberapa komponen meliputi kesesuaian dengan karakteristik peserta didik, kesesuaian dengan kurikulum, kemudahan akses dan penggunaan, kejelasan materi, menarik dan memotivasi belajar, serta memudahkan memahami materi (Johar, A., *et.al.*, 2014: 8). Menurut Weni, D. M., & Isnaini, G. (2016: 117-118) proses

pembelajaran dengan web (*web used learning*) dapat dilakukan dengan mudah menggunakan aplikasi web berupa blog yang dapat diakses online melalui internet. Blog merupakan halaman web bersifat individual/personal yang berisi gambar, tulisan, video dan link ke website lain (Sartono, A., *et.al.*, 2012: 155-157).

Kristiyanti, M. (2011: 39-42) menyatakan bahwa guru dapat memakai blog dalam pembelajaran dengan gratis, mudah, dan cepat tanpa melakukan koding HTML secara manual untuk meletakkan, mengisi, dan menampilkan artikel secara otomatis ditampilkan di halaman blog. Guru dapat memperbarui halaman blog, mengupload materi, dan melakukan *link* ke *website* lain secara kontinu. Kelebihan dan kemudahan dalam membuat blog dapat digunakan guru untuk membuat inovasi pembelajaran agar pembelajaran menarik sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri serta guru berperan fasilitator sebagai *major resources*, *total teaching*, atau suplemen (Ahluwalia, G., *et.al.*, 2011: 29).

Pembelajaran berbasis blog merupakan pembelajaran yang mengacu pada teori konstruktivisme yang membantu peserta didik memperoleh pengalaman belajar dan pengetahuan dengan memanfaatkan blog untuk menemukan dan merumuskan pengetahuan melalui eksplorasi informasi terkait materi secara bersama dengan peserta didik lain (Noel, L., 2014: 618-619).

Guru dapat memakai blog dalam pembelajaran dengan gratis, mudah, dan cepat tanpa melakukan koding HTML secara manual untuk

meletakkan, mengisi, dan menampilkan artikel secara otomatis ditampilkan di halaman blog. Guru dapat memperbarui halaman blog, mengupload materi, dan melakukan *link* ke *website* lain secara kontinu (Kristiyanti, M., 2011: 39-42). Kelebihan dan kemudahan dalam membuat blog dapat digunakan guru untuk membuat inovasi pembelajaran agar pembelajaran menarik sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri serta guru berperan fasilitator sebagai *major resources*, *total teaching*, atau suplemen (Ahluwalia, G., *et al.*, 2011). Menurut Bharata, J. W., & Kalam, A., (2008: 6-8) beberapa penyedia layanan blog gratis yaitu wordpress.com, moblog.co.uk, multiply.com, blogspot.com, tumblr.com, weebly.com, wix.com, dan medium.com.

Wordpress adalah aplikasi perangkat lunak sumber terbuka dibuat dengan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL sebagai mesin blog dan sebuah CMS karena dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan (Saluky, 2016: 80-81). Wordpress merupakan aplikasi yang sangat terkenal sebagai mesin blog yang dibuat dengan basis data dan bahasa program PHP yang sangat efektif dan efisien untuk digunakan sebagai media pembelajaran (Safitri, B, R, A., 2016: 46-47). Wordpress.com merupakan *free* blog yang dapat dibuat dan digunakan tanpa membuat hosting dan domain. Kelebihan gratis, mempunyai anti spam akismet, fitur lengkap, mudah digunakan, serta server dalam wordpress stabil (Zaki, A., & SmitDev., 2008: 14-15). Kelebihan wordpress gratis, membuat tampilan sesuai keinginan pembuat, menyediakan fasilitas insert media, dapat menampilkan tulisan secara

runtut, serta dapat membuat halaman yang sifatnya konstan yang tidak dimiliki blogware lain (Nurrohman, S., 2010: 4-5).

Teknis untuk mengembangkan blog di wordpress sebagai *web based learning* dilakukan dengan mengatur tampilan menu dalam blog apabila telah masuk ke halaman *dashboard* blog. Leary, S., (2010: 205-271) mengemukakan bahwa format tampilan menu dalam blog sebagai berikut.

1) Profil pengguna

Profil pengguna dibuat saat mendaftar di wordpress yang dapat diubah menggunakan fasilitas *users/pengguna*

2) *Blog Title*

Judul blog biasanya dalam bentuk tampilan *default* yang berupa *username's weblog*, tetapi dapat diubah agar lebih menarik melalui fasilitas *link setting/pengaturan*

3) Navigasi

Menu navigasi merupakan salah satu fasilitas yang terdapat pada blog, dengan adanya menu navigasi pengunjung dapat dimudahkan dalam menyelusuri dan menjelajahi semua sisi yang ditawarkan oleh pemilik blog

4) *Widget*

Menu *widget* digunakan untuk mengatur menu navigasi pada situs blog yang merupakan sub-menu dari bagian tampilan. Beberapa macam *widget* yang tersedia serta sering digunakan meliputi *categories*,

halaman, tulisan terbaru, tautan, arsip, komentar terbaru, dan statistik blog.

Hussey, T., (2014) menjelaskan bahwa apabila telah masuk ke halaman *dashboard* blog, maka dilakukan pengaturan menu-menu yang digunakan untuk mengelola, mengatur, dan membuat isi situs (membuat halaman, tulisan, membuat *links*, memilih tampilan, administrasi *user*, dan berbagai pilihan lainnya). Format tampilan menu dalam blog sebagai berikut.

1) *Pages*

Pages atau halaman merupakan sebuah halaman yang dapat dibuat tulisan dan bersifat statis serta jarang di *update*

2) *Widget*

Widget berfungsi untuk menyediakan cara sederhana dan mudah digunakan memberikan desain dan struktur pengendalian dari tema blog kepada pengguna

3) Navigasi

Menu navigasi merupakan salah satu fasilitas yang terdapat pada blog, dengan adanya menu navigasi pengunjung dapat dimudahkan dalam menyelusuri dan menjelajahi semua sisi yang ditawarkan oleh sudah dibangun oleh pemilik blog. Menu navigasi pada wordpress dapat ditambahkan beberapa bagian seperti *pages*, *posts*, *custom links*, *categories*.

Komponen dalam menu web meliputi halaman utama, menu navigasi, *link*, isi halaman, *sitemap*, *site index*, dan *search* (Supriyanto, A. 2007: 2-4).

Ollie (2010: 26-28) menjelaskan bahwa proses pembuatan blog dengan wordpress.com sebagai berikut.

- 1) Membuka URL <http://www.wordpress.com>.
- 2) Mendaftar blog dengan klik *sign up now*, mengisi formulir kemudian klik *next*.
- 3) Menentukan nama blog dengan melakukan *signup*.
- 4) Mengaktifkan akun wordpress dengan membuka email. Mengisi formulir profil kemudian klik *save profile*.
- 5) Mengklik *link* untuk mengaktifkan akun.
- 6) Mengatur menu blog dengan memasukkan *username* dan *password* kemudian *login* agar dapat masuk dalam *dashboard* blog, selanjutnya mengisi *dashboard* dengan mengikuti langkah dalam wordpress.
- 7) Mengatur halaman *dashboard* yang meliputi pengaturan blog, membuat halaman, membuat sub halaman, melakukan posting, serta mengupload data.

Menurut Helianthusonfri, J., (2015: 37-42) langkah membuat blog gratis dengan wordpress sebagai berikut.

- 1) Mengunjungi situs www.wordpress.com.
- 2) Mengklik buat situs web.

- 3) Memasukkan alamat yang akan dipakai sebagai alamat blog, pembuatan alamat disesuaikan dengan kata kunci. Jika blog untuk pendidikan, maka dalam alamat yang dibuat ada unsur pendidikan. Setelah menuliskan alamat, selanjutnya klik buat situs anda dan lanjutkan.
- 4) Mengisi form yang tersedia, setelah melengkapi form selanjutnya mengklik tombol langkah berikutnya.
- 5) Melanjutkan proses pembuatan blog dengan mengikuti petunjuk pada halaman wordpress.
- 6) Membuka email yang digunakan saat mendaftar untuk melakukan konfirmasi pendaftaran dengan mengklik *link* konfirmasi untuk mengaktifkan keanggotaan wordpress.
- 7) Melakukan pengaturan blog, judul, tema, halaman, sub halaman, memposting, serta mengupload data.

Purwoko, Y.P., (2013:1) menjelaskan bahwa syarat pembuatan web dalam pembelajaran yang layak dan baik sebagai berikut.

- 1) Konten web
- 2) Desain dan tampilan web

Bardofboston (2011:2-3) mengemukakan bahwa syarat pembuatan web dalam pembelajaran yang layak dan baik sebagai berikut.

- 1) Konsistensi dan kesederhanaan web
- 2) Navigasi web

Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara lengkap dan sistematis bertujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa

bantuan guru (Fitri, L. A., Kurniawan, E. S., & Ngazizah, N., 2013: 1-5). Menurut Setyowati (2013: 1-9) menyatakan bahwa modul adalah bahan ajar yang disusun menarik dan sistematis dapat dipelajari peserta didik belajar secara perseorangan dengan atau tanpa bantuan guru. Modul adalah bahan ajar berdasarkan kurikulum tertentu yang direncanakan dan dirancang sistematis bertujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran serta membantu mencapai tujuan belajar yang dipelajari secara mandiri dengan atau tanpa bantuan guru (Setiyadi, M.W., Ismail, & Gani, H. M., 2017: 102-112). Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008: 8) modul merupakan bahan ajar yang bertujuan untuk belajar mandiri dengan atau tanpa bantuan pendidik. Direktorat Jendral Kependidikan (2008: 3) menyatakan bahwa modul adalah bahan ajar yang disusun sistematis dan menarik agar peserta didik dapat mencapai kompetensi, dilengkapi dengan pedoman belajar bertujuan untuk pembelajaran mandiri sehingga peserta didik dapat belajar tanpa kehadiran guru.

Modul sebagai sarana belajar mandiri harus memiliki karakteristik yang membedakan dari bahan ajar lain. Menurut Asyhar, R (2012: 155-156) karakteristik modul sebagai berikut.

- 1) *Self intruction* artinya dapat digunakan untuk belajar mandiri.
- 2) *Self Contained* artinya materi dalam satu kompetensi utuh.
- 3) *Stand Alone* artinya modul tidak bergantung dengan media pembelajaran lain.

4) *Adaptive* artinya modul berisi materi sesuai perkembangan ilmu agar lebih akurat dan faktual.

5) *User Friendly* artinya modul bersifat memudahkan penggunaannya.

Direktorat Jendral Kependidikan (2008: 4-5) menyatakan bahwa modul yang baik memiliki beberapa karakteristik antara lain:

1) *Self instructional* yaitu peserta didik mampu belajar mandiri.

2) *Self Contained* yaitu materi pembelajaran dalam satu kompetensi harus termuat utuh dalam modul agar peserta didik dapat belajar mandiri dan tuntas.

3) *Stand Alone* yaitu penggunaan modul tidak bergantung media lain atau jika menggunakan media maka media tersebut bukan media yang berdiri sendiri.

4) *Adaptive* yaitu modul menyesuaikan perkembangan ilmu dan teknologi.

5) *User Friendly* yaitu modul memiliki petunjuk yang jelas, menggunakan bahasa sesuai tingkat kognitif peserta didik, serta mudah dalam mengakses dan memakai modul.

Karakteristik modul yaitu memfasilitasi kegiatan belajar mandiri, melatih pengembangan kompetensi tertentu secara tuntas dan bermakna, memungkinkan peserta didik belajar sesuai tingkat kecepatannya, serta mempunyai pedoman yang jelas dan digunakan secara mandiri (Kaur, R., Singh, G., & Singh, S., 2017: 61-63).

Modul memiliki komponen yang sistematis dan terstruktur. Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008: 8) modul mempunyai komponen

utama antara lain petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi materi, informasi pendukung, tugas/latihan, lembar kerja, test/evaluasi, umpan balik hasil evaluasi. Modul harus berisi beberapa komponen meliputi tujuan, materi dalam unit spesifik, contoh/ilustrasi materi, soal latihan, kontekstual, penilaian diri, penilaian materi, umpan balik atas penilaian, informasi pendukung (Direktorat Jendral Kependidikan, 2008: 4). Mangesa, R.T and Dirawan, G.D. (2016: 6947) mengatakan bahwa modul berisi komponen-komponen modul yang mencakup kompetensi dasar, indikator, tujuan, informasi pendukung, petunjuk penggunaan, materi, tugas/soal latihan, evaluasi, umpan balik dan tindak lanjut. Komponen modul meliputi (1) pendahuluan berisi halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, peta kompetensi, peta konsep; (2) kegiatan berisi materi, lembar kegiatan, latihan/tugas; (3) penutup berisi tes kompetensi, kunci jawaban, informasi pendukung, daftar pustaka (Daryanto, 2013: 26).

Keberadaan modul memberikan pengaruh dalam proses pembelajaran sehingga penyusunan modul harus memenuhi berbagai persyaratan/kriteria modul yang baik. Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008: 2) modul dikatakan baik dan layak apabila memenuhi beberapa komponen sebagai berikut.

- 1) Kelayakan isi meliputi kesesuaian dengan KI dan KD, kebenaran materi, bermanfaat dalam menambah wawasan, serta unsur bahan ajar mampu melatih nilai moral dan sosial.

- 2) Kebahasaan meliputi kejelasan tulisan, kejelasan kalimat, kesesuaian dengan kaidah bahasa, dan penggunaan bahasa yang efektif.
- 3) Penyajian meliputi kejelasan tujuan yang dicapai, sistematika penyajian, kelengkapan informasi, dan pemberian motivasi dan daya tarik.
- 4) Kegrafikan meliputi konsistensi tulisan, penggunaan gambar yang sesuai, dan kemenarikan desain cover.

Ristekdikti (2017: 14-18) menjelaskan bahwa syarat pembuatan modul yang baik dan layak digunakan sebagai berikut.

- 1) Kelayakan isi meliputi kedalaman dan keluasaan materi, kemutakhiran materi, mengandung wawasan produktivitas, dan mengembangkan kecakapan hidup.
- 2) Kebahasaan meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa, komunikatif, koherensi dan keruntutan alur pikir, penggunaan tulisan yang tepat, dan dialogis.
- 3) Penyajian meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian materi, serta penyajian pembelajaran.
- 4) Kegrafikan meliputi ukuran modul, penampilan cover, penampilan isi modul, penggunaan gambar.

Menurut BSNP (2014: 1-5) syarat modul yang baik antara lain:

- 1) Kelayakan isi meliputi kemutakhiran dan kontekstual, kedalaman dan keleluasaan, serta ketaatan pada hukum dan perundangan.

- 2) Kebahasaan meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa, kalimat yang digunakan tepat, koherensi dan keruntutan alur pikir, dan kemampuan memotivasi.
- 3) Penyajian meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian, dan penyajian pembelajaran.
- 4) Kegrafikan meliputi desain cover, tipografi isi, dan ukuran modul

Proses penyusunan modul memiliki beberapa langkah yang harus dilaksanakan. Direktorat Jendral Kependidikan (2008: 12-16) menjelaskan bahwa langkah dalam menyusun modul sebagai berikut.

- 1) Menganalisis kebutuhan

Menganalisis kebutuhan dengan mengidentifikasi kompetensi penting yang harus diajarkan meliputi pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

- 2) Menyusun *draft*

Menyusun rancangan modul yang akan dibuat berupa judul, tujuan, serta garis besar materi.

- 3) Melakukan validasi

Validasi dilakukan kepada ahli untuk mengetahui kevalidan dari produk yang dibuat dengan berpedoman pada instrument validasi.

- 4) Melakukan uji coba

Draft modul yang telah disusun diuji coba pada peserta didik secara terbatas untuk mengetahui kemudahan, efektivitas, serta efisiensi dalam mempelajari materi menggunakan modul.

5) Revisi

Melakukan revisi dari hasil masukan para ahli agar diperoleh produk yang layak digunakan.

Menurut Daryanto (2013:16-23) prosedur dalam membuat modul sebagai berikut.

1) Menganalisis kebutuhan

Menganalisis silabus dan RPP untuk dapat menetapkan jumlah kegiatan dalam modul.

2) Mendesain modul

Menyusun *draft* rancangan modul yang akan dibuat.

3) Mengimplementasikan

Menerapkan modul yang telah dibuat dalam suatu pembelajaran sesuai RPP dan rancangan kegiatan dalam modul.

4) Menilai

Menilai hasil belajar peserta didik setelah menggunakan modul.

5) Mengevaluasi dan memvalidasi

Melakukan penilaian terkait pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan modul serta menilai kevalidan antara isi modul dan kompetensi yang diharapkan.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang web dan modul, dapat disimpulkan bahwa web modul merupakan bahan ajar yang disusun sistematis, lengkap, dan menarik menggunakan aplikasi web blog berupa wordpress yang dapat diakses secara online melalui internet yang

menyediakan fasilitas *upload* materi bagi guru dan *download* materi bagi peserta didik yang dapat diakses secara online agar peserta didik dapat belajar mandiri dengan atau tanpa bantuan guru dalam rangka mencapai kompetensi yang ditetapkan.

Format tampilan menu dalam web modul yang dibuat dan dikembangkan sebagai berikut.

1) *Pages*

Berisi judul web modul yang dikembangkan

2) *Widget*

Berisi *search, recent posts, blog stats, calendar*

3) Navigasi

Navigasi meliputi menu dan sub menu. Menu navigasi terdiri dari menu petunjuk belajar; menu informasi pendukung yang berisi peta konsep, peta Yogyakarta, proses pembuatan batik, sekilas tentang batik Yogyakarta, serta pengolahan limbah batik; menu peta kompetensi yang didalamnya berisi kompetensi dasar dan indikator; menu materi terdapat sub menu pencemaran lingkungan yang didalamnya terdapat sub-sub menu kegiatan 1, kegiatan 2, kegiatan 3 yang setiap kegiatan berisi materi dan lembar kegiatan; menu uji kompetensi berisi sub menu tugas/latihan yang didalamnya terdapat umpan balik dan tindak lanjut serta sub menu latihan, test/evaluasi; dan menu penulis.

Web modul yang dibuat mengacu pada syarat/kriteria modul yang baik dan layak digunakan. Syarat kelayakan web modul yang baik dan layak

yaitu 1) aspek kelayakan isi dengan indikator meliputi kesesuaian dengan KI dan KD, kedalaman dan keluasaan materi, kemutakhiran dan kontekstual; 2) aspek penyajian dengan indikator meliputi format web modul, teknik penyajian, pendukung penyajian, penyajian pembelajaran, kejelasan tujuan yang dicapai; 3) aspek kebahasaan dengan indikator meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa, penggunaan tulisan yang tepat, kalimat yang digunakan tepat, koherensi dan keruntutan alur pikir; 4) aspek kegrafikan dengan indikator meliputi konsistensi tulisan, penggunaan gambar yang sesuai, desain dan tampilan web, navigasi web, konsistensi dan kesederhanaan web.

Langkah dalam menyusun web modul IPA yaitu dimulai dari membuat modul secara umum, selanjutnya menyusunnya dalam sebuah halaman blog berupa wordpress untuk menampilkan dan menyampaikan isi modul. Langkah dalam menyusun modul sebagai berikut.

1) Analisis kebutuhan

Menganalisis kebutuhan dengan menganalisis silabus dan RPP serta mengidentifikasi kompetensi penting yang harus diajarkan.

2) Menyusun draft

Menyusun rancangan modul yang dibuat sesuai dengan format modul berupa kata pengantar, peta kompetensi (kompetensi dasar, indikator), peta konsep, petunjuk belajar, kegiatan belajar (materi, lembar kegiatan, tugas/latihan), test/evaluasi, informasi pendukung, umpan balik dan tindak lanjut, serta daftar pustaka.

Setelah proses menyusun modul, selanjutnya menyusun web modul IPA dalam blog berupa wordpress. Langkah membuat wordpress:

- 1) Mendaftar wordpress dengan membuka wordpress.com dengan mengisi form dan *sign up*.
- 2) Menentukan alamat yang akan dipakai sebagai alamat blog.
- 3) Mengaktifkan akun wordpress dengan mengklik *link* aktivasi di email yang digunakan untuk mendaftar.
- 4) Mengatur menu blog dengan memasukkan *username* dan *password* kemudian *login* agar dapat masuk dalam *dashboard* blog, selanjutnya mengisi *dashboard* dengan mengikuti langkah dalam wordpress.
- 5) Melakukan pengaturan blog, judul, tema, halaman, sub halaman, memposting, serta mengupload data.

Modul yang telah dibuat dalam blog berupa wordpress sehingga menjadi web modul yang utuh selanjutnya dilakukan beberapa proses berikut.

- 1) Melakukan validasi

Validasi dilakukan kepada ahli untuk mengetahui kevalidan dari produk yang dibuat dengan berpedoman pada instrumen validasi.

- 2) Implementasi

Memberikan web modul kepada peserta didik untuk mengetahui kemudahan keterbacaan dalam menggunakan web modul yang telah dibuat.

3) Evaluasi

Melakukan penilaian terkait kemudahan menggunakan modul serta menilai kevalidan antara isi modul dan kompetensi yang diharapkan.

4) Revisi

Melakukan revisi dari hasil masukan yang diperoleh dari ahli maupun peserta didik agar diperoleh produk yang layak digunakan.

b. IPA

IPA adalah ilmu pengetahuan yang membahas fenomena alam dan segala isinya diperoleh dengan metode ilmiah (Susilowati, 2015: 1). Lebih lanjut Tillery, E., & Ross. (2007: 20) IPA merupakan sebuah pencarian terhadap permasalahan terkait fenomena alam atau lingkungan sekitar yang melibatkan proses berpikir yang meliputi fakta dan konsep. Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2014: 22) mengatakan bahwa IPA merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari alam semesta yang faktual serta ada hubungan sebab akibat. IPA diperoleh melalui serangkaian proses ilmiah yang saling berkelanjutan serta masing-masing ilmuwan berkontribusi untuk membentuk sebuah sistem IPA (Trowbridge, L. W., & Bybee, W., 1996: 38).

IPA merupakan cara berpikir terkait fenomena alam, cara menyelidiki terkait fenomena alam, kumpulan pengetahuan, serta interaksinya dengan teknologi dan masyarakat (Chiappetta & Koballa, 2010: 105). Hal tersebut diperkuat dengan pendapat Carin & Sun (1989: 4-5) yang mengatakan bahwa IPA merupakan pengetahuan terkait alam dan segala

isinya yang sistematis diperoleh melalui proses atau metode ilmiah. IPA mempunyai tiga unsur utama yaitu proses ilmiah, produk ilmiah, dan sikap ilmiah. Proses atau metode ilmiah merupakan cara menyelidiki masalah. Produk ilmiah merupakan kumpulan pengetahuan yang tersusun atas fakta, prinsip, hukum, dan teori. Sikap ilmiah merupakan keyakinan, nilai, dan pendapat tertentu yang melekat dalam proses ilmiah.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang IPA, maka dapat disimpulkan bahwa IPA merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari dan menyelidiki fenomena alam melalui serangkaian proses ilmiah serta hubungan interaksinya dengan teknologi dan masyarakat.

c. Problem Based Learning

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran konstruktivisme yang melibatkan peserta didik dalam pemecahan masalah nyata/kontekstual serta mengakomodasi keterlibatan peserta didik dalam belajar (Akcaý,B., 2009: 29). Menurut Etherington, M. B (2011: 3) PBL merupakan suatu metode yang berpusat pada peserta didik dengan pengajaran yang melibatkan belajar melalui pemecahan masalah. Hal ini merupakan pendekatan konstruktivistik yang fokus pada peserta didik mempromosikan refleksi, keterampilan dalam komunikasi, dan memerlukan kolaborasi, memerlukan refleksi. Peserta didik dihadapkan dengan scenario kehidupan nyata atau masalah yang memerlukan solusi. Peserta didik menganalisis masalah dan konteks dan menerapkan proses deduktif dan

induktif untuk memahami masalah dan menemukan solusi yang mungkin dari berbagai perspektif.

PBL merupakan pembelajaran yang menekankan pada kemampuan mengolah dan menganalisis masalah yang ada, pengembangan tatanan pemikiran yang lebih tinggi dan keterampilan pemecahan masalah praktis, terutama untuk belajar di masyarakat profesional (Yeo&Tan, 2014: 42). Menurut Draghicescu, L. M., *et al.* (2014: 297-301) model pembelajaran PBL merupakan model pembelajaran yang merangsang peserta didik untuk berpikir, melatih keterampilan pemecahan masalah berdasarkan masalah nyata, menekankan proses pembelajaran terpusat pada peserta didik, melatih kemandirian dengan mencari informasi yang berkaitan secara mandiri sehingga tercipta proses belajar aktif, belajar dilakukan secara berkelompok. PBL diidentifikasi untuk mengembangkan kedua strategi pemecahan masalah yaitu disiplin pengetahuan dan keterampilan dengan mengarahkan peserta didik untuk memecahkan masalah yang ditawarkan kepada mereka (Jolly, J., & Jacob, C., 2012: 157-158).

Pembelajaran PBL mempunyai karakteristik pembelajaran aktif, mengangkat permasalahan kehidupan sehari-hari untuk merangsang pembelajaran dan pemikiran, serta membuat berlatih keputusan yang tepat (Sadlo, G., 2014: 12). Menurut Akcay, B. (2009: 27-32) PBL mempunyai karakteristik yaitu melibatkan peserta didik sebagai pemimpin dalam memecahkan masalah, mengorganisasi kurikulum yang mempunyai permasalahan holistik yang memungkinkan peserta didik untuk mengaitkan

dan menghubungkan upaya pemecahan masalah, menciptakan lingkungan belajar dimana guru hanya sebagai fasilitator untuk peserta didik berpikir dan membimbing penyelidikan untuk mendapatkan pemahaman.

PBL memiliki karakteristik yaitu diawali dengan pengajuan masalah-masalah kontekstual yang penting dan bermakna, berfokus pada interdisipliner, penyelidikan otentik, pembelajaran kolaborasi dalam kelompok kecil, mempresentasikan penyelesaian masalah (Bilgin, I., *et al.*, 2009: 154-156). Walton, J. (2014: 67-73) menyatakan bahwa PBL mempunyai karakteristik dimulai dari masalah konteks kehidupan nyata, peserta didik melakukan penelitian, peserta didik mengaplikasikan teori untuk berlatih dalam proses pengembangan solusi, kolaborasi dalam kelompok kecil, guru sebagai tutor atau fasilitator, tanggungjawab peserta didik untuk belajar.

Model pembelajaran PBL meliputi empat tahap yaitu menyajikan masalah kepada peserta didik, peserta didik melakukan investigasi, peserta didik menganalisis solusi permasalahan, serta tanya jawab terhadap apa yang sudah dilakukan (Drake, K., & Long, D., 2009: 1-5). Sockalingam, N., & Schmidt, H., G. (2011: 7-11) menjelaskan pembelajaran PBL memiliki beberapa langkah yaitu mengeksplorasi dan menganalisis masalah, mengorganisasi peserta didik dalam suatu kelompok, melakukan penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Menurut Nurtanto&Sofyan (2015: 357) tahap pelaksanaan *problem based learning* meliputi

memberikan orientasi masalah, mengorganisasikan peserta didik untuk meneliti, membimbing investigasi dalam kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, menganalisis, dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang model *Problem Based Learning*, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang mengakomodasi keterlibatan aktif peserta didik, merangsang peserta didik untuk berpikir dengan melatih keterampilan mengolah dan menganalisis masalah, memecahkan masalah berdasarkan masalah nyata/kontekstual, menemukan solusi dan keterampilan komunikasi. Langkah pembelajaran model *Problem Based Learning* adalah menyajikan masalah kepada peserta didik, mengorganisasi peserta didik dalam suatu kelompok, membimbing investigasi dalam kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

d. Potensi Lokal “Batik”

Potensi lokal merupakan kekayaan daerah yang meliputi kekayaan lingkungan, budaya, sumber daya manusia yang dipengaruhi kekhasan bentang alam, kondisi geografis, dan budaya masyarakat setempat (Aditiawati, P., et al., 2016: 59-60). Menurut Sarah, S., & Maryono. (2014: 38-39) potensi lokal merupakan potensi khas yang dimiliki suatu daerah meliputi sumber daya alam, teknologi, budaya, dan sumber daya manusia. Potensi lokal adalah kebudayaan, kebiasaan masyarakat, aturan atau hukum

adat, peristiwa, permasalahan, fenomena lingkungan daerah, keunggulan daerah yang mempunyai karakteristik yang berbeda dengan daerah lain (Marlina, R., *et al.*, 2015: 94-95). Yokhebed *et al* (2016: 456) menjelaskan bahwa potensi lokal adalah potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, seni dan kreasi, budaya, tradisi, sejarah, geografis tiap daerah yang bersifat unik dan bernilai tinggi.

Batik merupakan salah satu karya agung bangsa yang kaya akan nilai-nilai lokal motif dan corak yang khas serta mengandung nilai kesabaran dan ketelatenan (Wijayanti, E. E. Y., 2014: 32). Hal senada dijelaskan oleh Moerniwati, E. D. A. (2012: 1-2) batik adalah karya budaya Indonesia yang memiliki nilai historis dan seni serta memiliki corak, motif, dan warna yang khas. Batik merupakan rangkaian titik yang membentuk gambar motif tertentu. Ciri khas batik yaitu menggambar motif pada kain dengan menggoreskan malam/lilin (Wulandari, A., 2011). Menurut Musmar, A., & Rini, B. A. (2011: 3) batik merupakan kerajinan bernilai tinggi mempunyai motif unik yang dibuat menggunakan lilin sebagai perintang serta pewarna dingin sebagai bahan pewarna motif kain.

Batik dibuat melalui beberapa proses. Menurut Moerniwati, E. D. A. (2012: 5) langkah yang dilakukan dalam pembuatan batik antara lain:

- 1) Tahap persiapan

Pada tahap persiapan langkah-langkahnya diawali dengan pembuatan desain batik, pemotongan kain dan *mola* atau *nyorek*.

- 2) Tahap pematikan

Pada tahap pembatikan langkah-langkahnya adalah membatik *kerongko*, *ngisen-ngiseni*, penyeleksian kain batik, *nyolet*, dan *ngeblok* atau *nemboki*.

3) Tahap pewarnaan batik

Pada tahap pewarnaan batik langkah-langkahnya diawali dengan penyeleksian kain batik, penyiapan pewarna *remazol* yang akan digunakan, pencelupan kain batik ke larutan pewarna, pemberian kain batik dengan campuran *water glass* dan kostik, dan pencucian kain batik. Menurut Pamungkas E. A., (2010) menjelaskan bahwa pewarna batik yang umum digunakan yaitu naptol dan indigosol. Pewarna naptol terdiri dari larutan TRO (*Turkish Red Oil*), naptol, soda kaustik (NaOH), dan garam diazonium, sedangkan indigosol terdiri dari indigosol, larutan nitrit (NaNO₂), dan HCl.

4) Tahap *pelorodan* dan *finishing*

Pada tahap ini, langkah-langkahnya adalah penyiapan alat dan bahan, *pelorodan*, pencucian kain, penjemuran dan *finishing*.

Suprihatin, H. (2014: 132-133) menjelaskan proses pembuatan batik meliputi beberapa tahap sebagai berikut.

1) Pemalaman

Pemalaman adalah proses menempelan malam sebagai bahan utama perintang batik ke mori. Mori yang telah di buat polanya kemudian dimalam dengan canting tulis maupun canting cap. Canting batik tulis yang dipakai pada saat membuat pola batik adalah canting klowongan

atau canting dengan cucuk ukuran sedang. Setelah pola pokok selesai dimalam kemudian membuat isen-isennya.

2) Pewarnaan

Motif batik yang telah dicap ataupun ditulis dengan lilin malam merupakan gambaran atau motif dari batik yang akan dibuat. Proses selanjutnya pemberian warna sehingga pada tempat yang terbuka menjadi berwarna, sedangkan tempat yang ditutup lilin tidak terkena warna yang diwarnai.

3) *Pelorodan*

Pelorodan adalah proses penghilangan lilin malam yang menempel pada kain mori. Menghilangkan lilin malam pada batik dapat bersifat menghilangkan sebagian atau menghilangkan keseluruhan lilin malam. Menghilangkan sebagian atau seluruh lilin adalah melepas lilin malam pada tempat-tempat tertentu dengan cara *mengerok* dengan alat sejenis pisau. *Pelorodan* yang dilakukan di akhir disebut mbabar atau ngebyok. Pelepasan lilin dilakukan dengan air panas. Lilin akan meleleh dalam air panas sehingga terlepas dari kain.

Menurut Muchtar, D. (2008: 8) pembuatan batik meliputi beberapa langkah sebagai berikut.

- 1) Mencuci kain dengan air untuk menghilangkan kanji sebelum dilakukan proses pemberian lilin.
- 2) *Ngemplong* yaitu merentangkan kain dan menghantamkan kain pada kayu agar serat kain memadat.

- 3) *Memola* yaitu jika kain sudah siap, membuat pola dengan mengaplikasikan lilin diatas kain.
- 4) *Mbatik* yaitu mengaplikasikan lilin pada pola yang sudah dibuat.
- 5) *Nembok* yaitu mengaplikasikan lilin pada kain yang dibiarkan putih.
- 6) *Medel* yaitu memasukkan kain yang dipola dan diberi lilin kedalam pewarna.
- 7) *Ngerok* yaitu menghilangkan lilin.
- 8) *Mbironi* yaitu mengaplikasikan lilin pada bagian yang dibiakan putih.
- 9) *Nyoga*, yaitu memasukkan kain pada pewarna
- 10) *Nglorod* yaitu menghilangkan lilin menggunakan air mendidih, selanjutnya menjemur kain.

Proses pembuatan batik melalui tahap *ngemplong*, *mola* atau *nyorek*, *mbatik*, *ngeblok/nembok*, *medel*, *ngerok* dan *mbirah*, *mbironi*, *menyoga*, dan *nglorod* (Lisbijanto, H., 2013).

Proses pembuatan batik menggunakan bahan-bahan kimia sehingga hasil limbah pembuatan batik juga mengandung zat kimia. Kualitas limbah batik tergantung pada jenis zat kimia yang digunakan serta tahap yang dilakukan dalam pembuatan batik. Zat warna batik mengandung logam berat yang meliputi timbal, tembaga, krom, mangan, dan nikel, sedangkan zat pengunci warna meliputi kalsium karbonat, kalsium hidroksida, kalium dikromat, tawas, asam sitrat, ferrous sulfat, tembaga (II) sulfat (Murniati, T., & Muljadi., 2013: 78-79). Zat mordant ($\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ dan PbCrO_4) untuk mengikat warna dan pewarna (CrCl_3 dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) merupakan sumber

logam berat yang sekitar 90% partikelnya akan berbau di udara sehingga akan menyebabkan kerusakan hati (*liver*), kanker paru-paru, dan ginjal. Jika terkena kulit akan menyebabkan iritasi pada kulit (Murniati, T., *et al.*, 2015: 80). Paparan pewarnaan batik menimbulkan pelepasan mediator inflamasi dan cedera sel epitel alveolar sehingga menyebabkan fibrosis epitel saluran napas, obstruksi aliran udara, dan hiperresponsif saluran napas (Sari, R., *et al.*, 2014: 78-80).

Lilin batik mengandung paraffin dan hydrogen peroksida (H_2O_2) yang menyebabkan iritasi pernapasan seperti sesak nafas, sedangkan pewarna mengandung senyawa sodium hidroksida (NaOH), sodium nitrit ($NaNO_2$), serta asam klorida (HCL) yang menyebabkan iritasi kulit (Munthe, E. L., Suradi., Surjanto, E., & Yunus, F., 2014). Lilin batik yang dipanaskan akan meleleh dan menghasilkan gas yang mengandung CO, CO_2 , NO_2 , SO_2 , HS, H_2S (Fauzia, L.P., *et al.*, 2015: 1120).

Latif, V. N., *et al* (2016: 350-353) menjelaskan bahwa proses pembuatan batik tidak hanya menimbulkan limbah tetapi juga beresiko bagi kesehatan pekerja antara lain:

- 1) Tahap pelekatan lilin terjadi proses peniupan canting sehingga bahan kimia yang terkandung dalam uap lilin bercampur dengan udara menyebabkan pencemaran udara dan tanah serta terhirup oleh pekerja menyebabkan gangguan pernapasan.
- 2) Tahap pewarnaan menggunakan bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan darat dan air dan dapat menyebabkan iritasi

kulit dikarenakan pekerja tidak menggunakan alat pelindung ketika membatik.

- 3) Tahap *pelorodan* dihasilkan uap dari pelelehan lilin dan pembakaran kayu untuk melelehkan lilin yang menyebabkan pencemaran udara dan air sisa hasil *pelorodan* menyebabkan pencemaran air serta menyebabkan gangguan kesehatan berupa dada berat, sesak nafas, dan mata berair.

Batik sebagai potensi lokal Yogyakarta memiliki banyak keunggulan yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran khususnya pembelajaran sains. Atmojo, S. (2015: 48-53) menjelaskan bahwa Yogyakarta dikenal dengan budaya khas lokal, salah satunya batik. Pembelajaran yang berorientasi pada kearifan lokal meningkatkan apresiasi peserta didik terhadap batik karena ada hubungan proses pembuatan batik dengan pembelajaran sains. Pembelajaran dapat dilakukan dengan membahas proses pembuatan batik, mendiskusikan konsep ilmiah dalam pembuatan batik yang belum diketahui sebelumnya.

Pewarna batik mengandung logam berat yang berbahaya dan beracun (Sasongko, D.P., & Tresna, W. P., 2010: 22). Pewarna batik mengandung zat warna yang tinggi dan mengandung bahan sintetik yang sukar diuraikan dan sukar larut terutama di lingkungan perairan (Suprihatin, H., 2014: 132-133). Selain pewarna, lilin batik juga menghasilkan limbah berbahaya. Menurut Puspo, B. D. A., *et al* (2016: 860-863) lilin/malam yang dipanaskan menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan bahan pewarna

utama (naphthol, indigosol, rapid) menyebabkan gangguan paru, darah, ginjal, hati, mata, dan kulit. Air limbah sisa proses pembuatan batik yang dibuang tanpa diolah menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah yang dibuang di perairan merusak estetika air, meracuni biota laut, kepekatan warna akan menghalangi oksigen yang dibutuhkan oleh biota air. Sulaksono, A., *et al* (2015: 17-24) menjelaskan bahwa pengrajin batik saat membuat batik tidak pernah menggunakan sarung tangan dan masker sehingga banyak pengrajin batik yang mengalami iritasi saluran pernapasan dan iritasi kulit.

Pembelajaran sains dengan mengintegrasikan dengan konsep sains lokal dapat melatih kemampuan berpikir ilmiah pada konsep sains asli, meningkatkan rasa bangga terhadap budaya lokal. Meningkatkan rasa tertarik untuk belajar sains. Integrasi potensi lokal batik dalam pembelajaran sains dapat dilihat dari sisi proses pembuatan batik menggunakan bahan kimia yang mengandung logam berat sehingga peserta didik menyadari lingkungan sungai di daerahnya tercemar karena limbah batik. Melalui pembelajaran dengan mengangkat batik maka peserta didik akan memperoleh wawasan tentang batik, melestarikan budaya batik, membangun konsep sains pada pembuatan batik (Lia, R. M., *et al.*, 2016: 1419-1421). Hal tersebut diperkuat pendapat Mulyanto, Masykuri, M., & Sarwanto., (2017: 58-60) yang mengatakan bahwa pembelajaran sains dengan mengintegrasikan batik akan memperhatikan lingkungan sekitar untuk menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan.

Pembelajaran dengan potensi lokal mendorong guru untuk menghubungkan materi dengan situasi nyata sehingga melatih keterampilan berpikir peserta didik dengan mengidentifikasi, menganalisis, dan memecahkan masalah terkait potensi lokal (Ilmiyah, R., *et al.*, 2019: 296-297). Pendapat lain dikemukakan oleh Novana, T., *et al.* (2014: 108-122) pembelajaran berbasis potensi lokal dapat dilakukan dengan mengaitkan materi baru dengan konsep yang sudah diketahui peserta didik terkait lingkungannya. Konsep yang berkaitan dengan potensi lokal memberikan kesempatan guru untuk memudahkan dalam mengaitkan pengetahuan baru yang akan disampaikan kepada peserta didik, sehingga peserta didik mempunyai kesempatan untuk mengamati secara sejarah maupun futuristik kondisi potensi lokal.

Batik dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran sains dengan memahami konsep sains dalam proses pembuatan batik serta limbah sisa hasil pembuatan batik yang dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik, sehingga batik cocok untuk diintegrasikan dengan materi pencemaran lingkungan yang ada pada K.D 3.8 yang berbunyi menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dan K.D 4.8 yang berbunyi membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang potensi lokal dan batik, dapat disimpulkan bahwa potensi lokal batik merupakan keunggulan daerah yang mempunyai karakteristik khas berupa kain motif unik dibuat dengan

menggoreskan lilin/malam dan pewarna yang dibuat melalui tahap memola atau *nyorek*, membatik, *menyoga*/pewarnaan, dan *pelorodan*.

Kelebihan batik sehingga dapat diintegrasikan dalam pembelajaran IPA dapat dilihat oleh peserta didik dalam proses pembuatan batik menggunakan pewarna dan lilin yang memiliki kandungan logam berat sehingga berbahaya bagi pengrajin batik yang membuat batik tanpa masker dan sarung tangan serta limbah pembuatan batik yang dibuang tanpa diolah akan mencemari lingkungan. Melalui pembelajaran IPA maka peserta didik akan memperoleh wawasan batik, memahami konsep sains dalam pembuatan batik, tertarik pada sains, keterampilan berpikir, dan menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan.

Potensi lokal batik dapat diintegrasikan dengan materi pencemaran lingkungan yang meliputi pencemaran tanah, pencemaran air, dan pencemaran udara yang ada pada K.D 3.8 yang berbunyi menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dan K.D 4.8 yang berbunyi membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.

Jenis buangan yang dihasilkan dari proses pembuatan batik menentukan pencemaran lingkungan yang akan terjadi. Limbah industri batik terdiri dari limbah padat, limbah cair, dan limbah uap/gas seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan dan Limbah Pembuatan Batik

No.	Bahan	Tahap Pematikan	Limbah
1.	Kain putih/mori, soda abu, minyak kacang, air tapioka, air	Persiapan: a. Penyediaan dan pemotongan kain b. Penghilangan kanji pada mori c. Pencucian d. Pengkanjian tipis e. Pengeringan f. Penghalusan g. Pemolaan	a. Potongan kain/mori b. Air bekas proses mengkanji c. Air bekas cucian
2.	Mori hasil persiapan, lilin batik	Pematikan: Menorehkan lilin pada pola yang telah dibuat	Tetesan lilin dan uap lilin batik
3.	Naphtol dan pembangkit warna, indigosol dan pembangkit warna, indanthreen dan pembangkit warna, zat reaktif/remazol dan pembangkit warna	Pewarnaan: Pencelupan 1, pencelupan 2, pencucian 1, dan pencucian 2	a. Larutan bekas pencelupan b. Larutan bekas pencucian c. Uap dari asam klorida d. Uap dari asam asetat e. Uap dari natrium hidrosulfid
4.	Tapioka, soda abu/natrium karbonat, natrium silikat, air, kayu dan tungku	Pelepasan lilin: Pelorodan, pengerokan, pencucian	a. Buangan lilin batik b. Air bekas pelorodan c. Uap air lorodan d. gas karbon dioksida, karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen dioksida serta partikel debu dari pembakaran kayu

(Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik)

Limbah zat cair yang mengandung zat kimia paling banyak terdapat pada proses pewarnaan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Zat Warna dan Zat Pencemarnya

No.	Zat Warna	Zat Pencemar
1.	Naphtol	Zat warna naphtol, garam diazonium, soda kostik (NaOH), Turkish Red Oil (TRO)
2.	Indigosol	Zat warna indigosol, natrium nitrit (NaNO ₂), asam klorida (HCl), asam sulfat (H ₂ SO ₄), TRO
3.	Reaktif/ Remazol	Zat warna reaktif, garam dapur, soda kostik (NaOH), soda abu (Na ₂ CO ₃), natrium silikat (Na ₂ SiO ₃), kromium (III) klorida (CrCl ₃), kalium dikromat (K ₂ Cr ₂ O ₇), TRO
4.	Rapid	Zat warna rapid, soda kostik (NaOH), asam sulfat (H ₂ SO ₄)
5.	Indanthreen	Zat warna indanthrene, soda kostik (NaOH), natrium hidrosukfit (Na ₂ S ₂ O ₄), garam dapur, hidrogen peroksida (H ₂ O ₂), asam asetat (CH ₃ COOH)

(Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik)

Karakteristik air limbah batik berdasarkan penelitian dan parameter baku mutu limbah cair dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Air Limbah Batik

No.	Parameter	Satuan	BML*	Sasongko & Tresna, 2010	Suprihatin <i>et al</i> , 2014	Murniti <i>et al</i> , 2015
1.	COD	mg/l	150	1800	2300	4500
2.	BOD	mg/l	60	1000	1150	-
3.	TSS	mg/l	50	540	2400	600
4.	TDS	mg/l	1000	1675	-	-
5.	pH	-	6-9	8,4	9	13
6.	Suhu	^o C	± 3	30	35	-
7.	Warna	Pt-Co			3	-
8.	Timbal	mg/l	0,03	0,3429	0,5234	0,4923
9.	Besi	mg/l				3,0587
10.	Cr	mg/l	1	7	7	8
11.	Sulfida	mg/l				0,050

*Baku Mutu Limbah Cair Batik Menurut Keputusan Gubernur DIY Nomor 7 Tahun 2010

Hubungan antara potensi lokal batik dengan pencemaran lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hubungan Potensi Lokal Batik dengan Pencemaran Lingkungan

No.	Tahap Pematikan	Bahan Pencemar	Dampak Lingkungan
1.	Pematikan	Lilin batik	<p>Lilin batik akan menghasilkan asap apabila dipanaskan. Asap ini mengandung berbagai polutan, yaitu CO, NO₂, SO₂, CO₂, HC, H₂S, dan partikel. Gas yang dominan terkandung dalam asap pelelehan lilin batik adalah karbonmonoksida (Fauzia <i>et al</i>, 2015).</p> <p>Apabila polutan tersebut dihirup oleh pekerja, dapat menimbulkan kerusakan akut maupun kronik pada jaringan paru tergantung konsentrasi polutan, lama pemaparan, dan kerentanan tubuh. Bila proses ini berlangsung lama dapat menimbulkan penyakit akibat kerja. Inhalasi bahan-bahan tersebut akan mengakibatkan terakumulasinya gas dan partikel di dalam saluran nafas maupun parenkim paru (Muthe <i>et al</i>, 2014). Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap 327 orang tenaga kerja yang terpapar asap lilin batik dan gas yang dikeluarkan oleh alat pemanas didapatkan gangguan faal paru sebesar 20.7% dengan perincian obstruksi 11.8%, restriksi 7.8% dan kombinasi 1.1% (Latif <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Lilin sisa proses pematikan jika dibuang di tanah akan mengakibatkan tertutupnya permukaan tanah. Permukaan tanah yang tertutup lilin akan mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air. Air dalam tanah merupakan faktor yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Air menjadi bahan baku untuk melangsungkan fotosintesis. Jika terjadi kekurangan air, maka tanaman akan melakukan adaptasi dengan menutup stomata</p>

No.	Tahap Pematikan	Bahan Pencemar	Dampak Lingkungan
			lebih awal untuk mengurangi hilangnya air. Penutupan stomata akan mengurangi pengambilan CO ₂ , sehingga menurunkan laju fotosintesis yang mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan tanaman (Owa, 2014).
2.	Pewarnaan	<ul style="list-style-type: none"> a. Naphtol dan pembangkit warna b. Indigosol dan pembangkit warna c. Indanthreen dan pembangkit warna d. Zat reaktif/rema zol dan pembangkit warna 	<p>Air limbah yang dihasilkan dengan volume besar, berwarna pekat, dan berbau menyengat. Limbah warna batik yang dihasilkan banyak menggunakan zat warna sintetik yang umumnya bersifat <i>nonbiodegradable</i> (Sasongko & Tresna, 2010). Air limbah batik jika dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu, maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang ditandai dari karakteristik limbah. Menurut Wardhana (2004) karakteristik limbah dapat dilihat dari warna, suhu, bau (sifat fisik); BOD, COD, logam berat (sifat kimia); serta aktivitas organisme (sifat biologis). Besarnya nilai setiap arakteristik air limbah batik dapat dibandingkan dengan nilai baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Baku mutu air adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat/bahan pencemar terdapat dalam air, namun air tetap berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Baku mutu limbah cair adalah batas maksimum kadar yang diperbolehkan bagi zat/bahan pencemar untuk dibuang ke lingkungan, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air (Effendi, 2003). Besarnya nilai karakteristik air limbah batik berdasarkan penelitian dan parameter baku mutu limbah cair dapat dilihat pada Tabel 3.</p>

No.	Tahap Pematikan	Bahan Pencemar	Dampak Lingkungan
			<p>Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa limbah cair batik mempunyai nilai pH, TSS, COD, dan BOD yang melebihi nilai baku mutu limbah cair yang diperbolehkan. Oleh karena itu, berdasarkan parameter fisik dan kimia dapat diketahui bahwa limbah cair industri batik yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air.</p>
3.	Pelorodan	Pembakaran kayu dengan tungku	<p>Proses pembakaran kayu menghasilkan gas karbon dioksida, karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen dioksida serta partikel debu (Moerniawati, 2012). Partikel debu pada bahan bakar kayu berukuran $\leq 2,5$ mikrometer. ukuran partikulat yang berbahaya berkisar antara 0,1 mikron-10 mikron. Ukuran partikulat kurang dari 5 mikron dapat masuk dalam paru-paru dan mengendap di alveoli, sedangkan yang lebih dr 5 mikron dapat menyebabkan iritasi mata (Aulia & Azizah, 2015). Asap pembakaran kayu masuk dalam saluran pernapasan melalui hidung hingga ke paru-paru sehingga mempengaruhi kerja organ pernapasan yang mengakibatkan berbagai penyakit seperti bronchitis dan asma (Latif <i>et al</i>, 2016)</p>

e. Materi

UU No. 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menjelaskan bahwa pencemaran lingkungan merupakan masuknya suatu zat, makhluk hidup, bahan, komponen lain dalam

lingkungan hidup sehingga melampaui baku mutu lingkungan menyebabkan lingkungan tidak berfungsi sesuai peruntukannya. Pencemaran dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat terjadinya sebagai berikut:

1) Pencemaran Air

Pencemaran terjadi akibat aktivitas manusia yang menghasilkan zat/bahan dengan konsentrasi besar yang dampaknya juga akan merugikan manusia (Amsyari, F., 1986: 50). Menurut PP RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mengatakan bahwa pencemaran air merupakan masuknya suatu zat, makhluk hidup, bahan, komponen lain dalam lingkungan hidup akibat kegiatan manusia menyebabkan menurunnya kualitas air sehingga tidak berfungsi sesuai peruntukannya.

Zulkifli (2014: 29-30) menyatakan bahwa pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

a) Limbah industri

Limbah industri menghasilkan bahan sisa limbah yang bervariasi tergantung jenis industrinya. Beberapa limbah hasil industri seperti zat pewarna, logam berat, mineral, lemak, zat pelarut, garam-garam, nitrogen, amoniak, dan sulfida.

b) Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga dihasilkan oleh kegiatan penduduk yang umumnya terdiri dari bahan organik berupa air bekas cucian, air bekas mandi, air seni, dan tinja.

c) Limbah pertanian

Limbah pertanian disebabkan karena penggunaan pupuk baik pupuk alami maupun kimia yang digunakan secara berlebihan sehingga menyebabkan tumbuhnya ganggang yang menutupi seluruh permukaan air (*blooming algae*) akibatnya sinar matahari yang masuk perairan kadarnya berkurang.

Lingkungan air tercemar dapat dilihat oleh beberapa indikator yang meliputi:

a) Perubahan warna, bau, dan rasa air

Air bersih pada umumnya tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Air yang mengalami perubahan warna dan bau disebabkan oksidasi logam atau zat lain. Air yang mempunyai rasa (kecuali air laut) dapat disebabkan terjadinya pelarut sejenis ion logam atau garam-garaman yang mengubah konsentrasi ion hydrogen dalam air (Effendi, H., 2003: 61).

b) Perubahan suhu

Perubahan suhu air menyebabkan kadar oksigen dalam air mengalami penurunan; metabolisme dan respirasi organisme air makin cepat sehingga meningkatnya konsumsi oksigen; dekomposisi bahan organik oleh mikroba mengalami peningkatan; serta bertambahnya reaksi kimia, evaporasi, dan viskositas (Effendi, H., 2003: 57).

c) Perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen

Air normal dan memenuhi syarat kehidupan mempunyai pH antara 6,5-7,5. Perubahan pH air baik lebih kecil dari pH normal (bersifat asam) dan lebih besar dari pH normal (bersifat basa) tergantung dari besar kecilnya pH air atau konsentrasi ion hydrogen dalam air. Air limbah yang dibuang ke perairan menyebabkan perubahan pH air (Wardhana, W. A., 2004: 75).

d) Timbul endapan, koloid, dan bahan terlarut

Limbah industri berupa padatan jika dibuang di perairan akan mengendap di dasar sungai jika tidak larut sempurna, sedangkan jika larut hanya sebagian maka akan berubah menjadi koloid. Jika endapan, koloid, dan bahan terlarut berupa bahan organik maka akan terjadi degradasi bahan organik lebih sederhana, sedangkan jika endapan, koloid, dan bahan terlarut berupa bahan anorganik maka akan mendapatkan tambahan ion logam yang beracun seperti Pb, Cd, dan Cr (Wardhana, W. A., 2004: 76).

e) Adanya mikroorganisme

Limbah industri yang dibuang di perairan akan didegradasi oleh mikroorganisme sehingga mikroorganisme akan berkembang biak serta adanya mikroorganisme patogen juga akan berkembangbiak sehingga akan menimbulkan penyakit (Wardhana, W. A., 2004: 77).

Owa, F. W., (2014: 1-6) menjelaskan bahwa dampak pencemaran air sebagai berikut.

a) Kualitas lingkungan perairan menurun

Air limbah yang dibuang di lingkungan perairan akan terjadi peningkatan kesuburan tanaman air sehingga menghambat masuknya cahaya matahari ke lingkungan perairan akibatnya kandungan oksigen terlarut dalam air menurun sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Nutrisi tanaman termasuk nitrogen, fosfor dan zat lain yang mendukung pertumbuhan kehidupan tanaman akuatik bisa berlebihan menyebabkan ganggang alga dan gulma berlebihan pertumbuhan. Ini membuat air memiliki bau, rasa, dan terkadang warna. Pada akhirnya, itu keseimbangan ekologis dari badan air berubah.

b) Pemekatan Hayati

Air limbah yang mengandung bahan pencemar akan memasuki perairan melalui rantai makanan sehingga akan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup dimulai dari alga dimakan hewan kecil kemudian dimakan ikan besar dan dimakan manusia, sehingga bahan beracun tersebut dapat masuk dalam tubuh manusia.

c) Gangguan kesehatan

Air limbah yang tidak diolah dengan baik dan dibuang ke lingkungan perairan dapat berperan sebagai agen pembawa penyakit seperti bakteri dan virus dibawa ke permukaan dan air

tanah yang akan mempengaruhi mutu air. Kerusakan langsung pada tanaman dan nutrisi hewan juga mempengaruhi kesehatan manusia.

2) Pencemaran Udara

Pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya bahan atau zat asing dalam udara sehingga menyebabkan perubahan susunan udara dari keadaan normal serta mengganggu kehidupan makhluk hidup (Wardhana, W. A., 2004: 28). Menurut Wardhana, W. A., (2004: 28) menjelaskan bahwa penyebab umum pencemaran udara sebagai berikut.

- a) Faktor internal (secara alami) meliputi debu, abu, pembusukan sampah.
- b) Faktor eksternal (aktivitas manusia) meliputi pembakaran bahan bakar, serbuk industri, semprotan zat kimia.

Dampak polusi udara sebagai berikut.

a) Gangguan kesehatan

Polusi udara dapat menyebabkan beberapa penyakit seperti penyakit kardiovaskuler dan penyakit pernapasan (United Nations Economic Commission for Europe, 2013).

b) Efek rumah kaca dan kerusakan ozon

Senyawa karbon dioksida dan karbon monoksida di atmosfer akan menyebabkan kenaikan suhu bumi disebabkan oleh efek rumah kaca. Penggunaan senyawa dari produk pendingin yang terurai di

atmosfer akan bereaksi dengan oksigen penyusun ozon sehingga ozon terurai dan menyebabkan lapisan ozon rusak (United Nations Economic Commission for Europe, 2013).

3) Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan menumpuknya senyawa organik atau anorganik di permukaan tanah sehingga menyebabkan permukaan tanah mengalami kerusakan serta tidak memiliki daya dukung bagi kehidupan makhluk hidup (Mulyanto, 2007: 16-17). Wardhana, W. A., (2004: 99) mengatakan bahwa penyebab pencemaran tanah relatif lebih mudah dikontrol daripada pencemaran air dan udara. Penyebab pencemaran tanah antara lain:

- a) Faktor internal disebabkan oleh aktivitas alam seperti letusan gunung merapi yang menyebabkan rusaknya dataran karena abu dan debu bahan vulkanik.
- b) Faktor eksternal disebabkan oleh aktivitas manusia seperti kegiatan rumah tangga dan industri menimbulkan timbunan limbah padat yang mengganggu keseimbangan tanah.

Dampak pencemaran tanah sebagai berikut.

a) Dampak Kesehatan

Bahan polutan di tanah dapat menguap sehingga dapat dihirup manusia sehingga berdampak pada kesehatan manusia. Limbah dari bahan seperti merkuri dan cyclodienes dapat menyebabkan gangguan ginjal dan hati, carbomates dan organofosfat

menyebabkan kerusakan neurologis, arsenik, asbestos atau dioksin menyebabkan kanker, timbal atau arsenic menyebabkan IQ rendah. Tanah yang sangat tercemar dapat menyebabkan kematian (Gangadhar, Z., S. 2014: 78-81).

b) Dampak Lingkungan

Polutan tanah menyebabkan penurunan kualitas tanah, gangguan dalam komposisi alami tanah menyebabkan erosi tanah, ketidakseimbangan dalam populasi flora dan fauna tanah, kontaminasi air tanah, serta penurunan produktivitas tanaman. Selain itu asap yang dikeluarkan dari pabrik, bertindak sebagai polutan asam di dalam tanah menyebabkan hujan asam. Sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) bertindak sebagai sumber utama hujan asam (Sarkar, D., *et al.*, 2017: 3-4).

Priyatmono, A. F., (2015) menjelaskan bahwa upaya penanggulangan limbah industri batik sebagai berikut.

- a) Melakukan kerjasama dalam pengolahan limbah antara komunitas industri batik, pemerintah, dan dunia pendidikan.
- b) Inovasi dan edukasi proses pembuatan batik ramah lingkungan dengan memanfaatkan pewarna alami, menanam tanaman perdu yang mudah ditanam dan dirawat, pemanfaatan kompor dengan sumber energi dari bahan bakar biogas atau bioethanol.
- c) Memanfaatkan limbah kain untuk membuat kerajinan

d) Memanfaatkan limbah lilin/malam dengan diubah menjadi lilin baru melalui proses perebusan kembali.

Berdasarkan pemaparan tentang web modul, IPA, *problem based learning*, dan potensi lokal batik maka dapat disimpulkan bahwa web modul IPA berbasis *problem based learning* terintegrasi potensi lokal batik merupakan bahan ajar yang disusun sistematis, lengkap, dan menarik menggunakan aplikasi web blog berupa wordpress yang dapat diakses secara online melalui internet yang menyediakan fasilitas *upload* materi bagi guru dan *download* materi bagi peserta didik agar peserta didik dapat belajar mandiri dengan atau tanpa bantuan guru dalam rangka mencapai kompetensi yang ditetapkan serta memfasilitasi pencapaian *thinking skill* dan *communication skill* dengan setiap kegiatan pembelajaran modul menggunakan langkah-langkah *problem based learning* yang diintegrasikan dengan potensi lokal batik.

Web modul IPA ini diintegrasikan dengan potensi lokal batik yang mengacu pada materi pencemaran lingkungan yang meliputi pencemaran tanah, pencemaran air, dan pencemaran udara yang ada pada K.D 3.8 yang berbunyi menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dan K.D 4.8 yang berbunyi membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.

Format tampilan menu dalam web modul yang akan dibuat dan dikembangkan sebagai berikut.

a. *Pages*

Berisi judul web modul yang dikembangkan

b. *Widget*

Berisi *search, recent posts, blog stats, calendar*

c. Navigasi

Navigasi meliputi menu dan sub menu. Menu navigasi terdiri dari menu petunjuk belajar; menu informasi pendukung yang berisi peta konsep, peta Yogyakarta, proses pembuatan batik, sekilas tentang batik Yogyakarta, serta pengolahan limbah batik; menu peta kompetensi yang didalamnya berisi kompetensi dasar dan indikator; menu materi terdapat sub menu pencemaran lingkungan yang didalamnya terdapat sub-sub menu kegiatan 1, kegiatan 2, kegiatan 3 yang setiap kegiatan berisi materi dan lembar kegiatan; menu uji kompetensi berisi sub menu tugas/latihan yang didalamnya terdapat umpan balik dan tindak lanjut serta sub menu latihan, test/evaluasi; dan menu penulis.

Langkah dalam menyusun web modul IPA yaitu dimulai dari membuat modul secara umum, selanjutnya menyusunnya dalam sebuah halaman blog berupa wordpress untuk menampilkan dan menyampaikan isi modul. Langkah dalam menyusun modul sebagai berikut.

a. Analisis kebutuhan

Menganalisis kebutuhan dengan menganalisis silabus dan RPP serta mengidentifikasi kompetensi penting yang harus diajarkan.

b. Menyusun draft

Menyusun rancangan modul yang akan dibuat sesuai dengan format modul berupa kata pengantar, peta kompetensi (kompetensi dasar, indikator), peta konsep, petunjuk belajar, kegiatan belajar (materi, lembar kegiatan, tugas/latihan), test/evaluasi, informasi pendukung, umpan balik dan tindak lanjut, serta daftar pustaka.

Setelah proses menyusun modul, selanjutnya menyusun web modul IPA dalam blog berupa wordpress. Langkah membuat wordpress:

- a. Mendaftar wordpress dengan membuka wordpress.com dengan mengisi form dan *sign up*.
- b. Menentukan alamat yang akan dipakai sebagai alamat blog.
- c. Mengaktifkan akun wordpress dengan mengklik *link* aktivasi di email yang digunakan untuk mendaftar.
- d. Mengatur menu blog dengan memasukkan *username* dan *password* kemudian *login* agar dapat masuk dalam *dashboard* blog, selanjutnya mengisi *dashboard* dengan mengikuti langkah dalam wordpress.
- e. Melakukan pengaturan blog, judul, tema, halaman, sub halaman, memposting, serta mengupload data.

Modul yang telah dibuat dalam blog berupa wordpress sehingga menjadi web modul yang utuh selanjutnya dilakukan beberapa proses berikut.

a. Melakukan validasi

Validasi dilakukan kepada ahli untuk mengetahui kevalidan dari produk yang dibuat dengan berpedoman pada instrument validasi.

b. Implementasi

Memberikan web modul kepada peserta didik untuk mengetahui kemudahan keterbacaan dalam menggunakan web modul yang telah dibuat.

c. Evaluasi

Melakukan penilaian terkait kemudahan menggunakan modul serta menilai kevalidan antara isi modul dan kompetensi yang diharapkan.

d. Revisi

Melakukan revisi dari hasil masukan yang diperoleh dari ahli maupun peserta didik agar diperoleh produk yang layak digunakan.

Web modul yang dibuat mengacu pada syarat/kriteria modul yang baik dan layak digunakan. Syarat kelayakan web modul yang baik dan layak yaitu 1) aspek kelayakan isi dengan indikator meliputi kesesuaian dengan KI dan KD, kedalaman dan keluasaan materi, kemutakhiran dan kontekstual; 2) aspek penyajian dengan indikator meliputi format web modul, teknik penyajian, pendukung penyajian, penyajian pembelajaran, kejelasan tujuan yang dicapai; 3) aspek kebahasaan dengan indikator meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa, penggunaan tulisan yang tepat, kalimat yang digunakan tepat, koherensi dan keruntutan alur pikir; 4) aspek kegrafikan dengan indikator meliputi konsistensi tulisan, penggunaan gambar yang sesuai, desain dan tampilan web, navigasi web, konsistensi dan kesederhanaan web; 5) aspek karakteristik yang meliputi memuat langkah pembelajaran model *Problem*

Based Learning, materi diintegrasikan dengan potensi lokal batik, memuat indikator *thinking skill*, memuat indikator *communication skill*.

2. Thinking Skill

Keterampilan berpikir adalah alat yang membantu murid melampaui perolehan pengetahuan untuk memperdalamnya memahami informasi, menghasilkan kemungkinan baru dan membuat keputusan serta merencanakan, memantau dan mengevaluasi kemajuan mereka yang meliputi mengolah informasi, berpikir kritis dan pemecahan masalah, berpikir kreatif, bekerja sama dengan orang lain/kolaborasi, serta kemampuan manajemen diri (McGuinness, C., *et. al.*, 2000: 1-2). Menurut Prajapati, R., Sharma, B., & Sharma, D., (2017: 1-6) keterampilan berpikir adalah keterampilan yang melatih otak berpikir logis dengan menggunakan kemampuan analitis, berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah, berpikir kreatif, serta meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan. Salonen, A., *et. al.*, (2017: 2-7) mengatakan bahwa keterampilan berpikir merupakan keterampilan yang penting dalam pembelajaran sains dengan melatih upaya berpikir kritis dan pemecahan masalah serta menghubungkan inovasi dan kreativitas.

Keterampilan berpikir merupakan keterampilan yang dapat melatih otak agar tidak hanya bernalar terkait penyebab suatu permasalahan tetapi dapat berpikir kritis dan memecahkan masalah serta dapat mengaplikasikan kemampuannya dalam mengambil keputusan yang tepat (Butterworth, J., & Thwaites, G., 2013: 4-8). Smit, L. S. (2015: 4-7) menjelaskan bahwa keterampilan berpikir merupakan keterampilan dasar yang penting untuk

membekali dalam dunia kerja dengan melatih menafsirkan informasi, membuat hubungan berbagai informasi dan menarik kesimpulan, membuat penilaian dan keputusan dan memecahkan masalah, dengan bekal keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah penting untuk menstimulasi pemikiran kreatif dan produktivitas. Keterampilan berpikir merupakan keterampilan yang penting dalam pendidikan tinggi dan berkontribusi dalam kesuksesan karir. Kebiasaan berpikir seperti analisis, interpretasi, presisi dan akurasi, pemecahan masalah, dan penalaran lebih penting daripada sekedar penguasaan konten semata. Belajar keterampilan berpikir akan membantu mengembangkan keterampilan lain seperti tingkat konsentrasi yang lebih tinggi, lebih dalam kemampuan analitis, dan meningkatkan proses berpikir. Permasalahan dunia dan karir membutuhkan kritik dan masukan yang maju melalui keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Roekel, D. V., 2011: 1-8). Keterampilan berpikir adalah keterampilan yang melibatkan elemen metakognitif dalam rangka, menganalisis, mengevaluasi memecahkan masalah dan mengambil keputusan dengan tepat (Optical Character Recognition, 2011: 5).

Partnership For 21st Century Learning (2009: 4) dan Trilling, B., & Fadel, C. (2009: 50) aspek dan indikator penilaian keterampilan berpikir (*thinking skill*) sebagai berikut.

a. Membuat alasan yang efektif

Menggunakan berbagai jenis penalaran (deduktif, induktif, dll) sesuai situasi yang diberikan.

b. Menggunakan kemampuan berpikir

Menganalisis informasi yang diperoleh secara kompleks/utuh

c. Membuat pertimbangan dan keputusan

1) Merumuskan strategi pemecahan masalah

2) Mensintesis dan membuat hubungan antara argument dengan teori

3) Menarik kesimpulan

4) Merefleksi secara kritis pengalaman dan proses pembelajaran

d. Memecahkan masalah

1) Merancang alternatif pemecahan masalah secara konvensional dan inovatif

2) Memilih salah satu solusi terbaik dalam memecahkan masalah

Keterampilan berpikir (*thinking skill*) menurut Pacific Policy Research

Center (2010: 7) memiliki beberapa aspek dan indikator penilaian meliputi:

a. Membuat alasan efektif

Melakukan kegiatan penalaran sesuai situasi yang diberikan.

b. Menggunakan kemampuan berpikir

Menganalisis informasi yang diperoleh secara kompleks/utuh

c. Menganalisis dan mengevaluasi alternatif pemecahan masalah

1) Merumuskan strategi pemecahan masalah

2) Menarik kesimpulan

3) Merefleksi secara kritis pengalaman dan proses pembelajaran.

d. Merefleksikan secara kritis keputusan dan proses

Memilih salah satu solusi terbaik dalam memecahkan masalah

McGuinness, C., *et al.*, (2000: 2-5) mengatakan bahwa aspek dan indikator penilaian keterampilan berpikir (*thinking skill*) sebagai berikut.

a. Memahami informasi

- 1) Mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber
- 2) Memilih metode yang tepat untuk memperoleh informasi
- 3) Menjelaskan gagasan pokok

b. Berpikir, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan

- 1) Membedakan fakta dan opini
- 2) Membuat kesimpulan
- 3) Membuat solusi yang memungkinkan

c. Menjadi kreatif

- 1) Membuat pertanyaan untuk memecahkan masalah
- 2) Bereksperimen dengan ide yang diperoleh
- 3) Membuat hubungan antara ide dan informasi.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang *thinking skill*, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir (*thinking skill*) merupakan kemampuan dasar yang melatih otak untuk berpikir kritis dan logis dalam memahami informasi, menggunakan kemampuan analitis, memecahan masalah, serta meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan. Penilaian keterampilan berpikir (*thinking skill*) meliputi aspek memahami informasi dengan indikator mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, aspek menggunakan kemampuan berpikir dengan

indikator menganalisis informasi yang diperoleh secara kompleks/utuh, aspek membuat pertimbangan dan keputusan dengan indikator merumuskan strategi pemecahan masalah, serta aspek merefleksikan secara kritis keputusan dan proses dengan indikator memilih salah satu solusi terbaik dalam memecahkan masalah.

3. *Communication Skill*

Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan dalam mengkomunikasikan pengetahuan, hasil pengamatan atau hasil penelitian yang tidak hanya diperlukan untuk karir professional seseorang, namun lebih berkontribusi pada kompetensi sosial di masyarakat. Keterampilan ini berjalan beriringan dengan keterampilan memecahkan masalah. (Schulz, B. 2008: 146-153). Menurut Yusefni, W., & Sriyati, S. (2016: 9-17) menjelaskan bahwa keterampilan komunikasi merupakan keterampilan mengkomunikasikan informasi hasil kegiatan penyelidikan serta hasil analisis penyelidikan menggunakan proses berpikir yang bertujuan agar peserta didik memahami hal yang dikerjakan serta membantu memberikan pengalaman belajar. Keterampilan komunikasi merupakan kemampuan dalam menghantarkan gagasan/ide/pendapat secara efektif (Partnership For 21st Century Learning., 2014: 1-5).

Hastuti, E. (2011: 8-12) menjelaskan bahwa keterampilan komunikasi sangat penting dalam kehidupan karena manusia merupakan makhluk social yang selalu berhubungan dengan orang lain, dengan keterampilan komunikasi seseorang dapat menyampaikan informasi dengan jelas agar mudah dipahami

penerima informasi serta tumbuh sikap saling menghargai dan menghormati dalam mendengarkan dan mengkomunikasikan informasi. Keterampilan komunikasi penting dan diperlukan dalam mencapai keberhasilan belajar, melalui keterampilan komunikasi peserta didik dapat mengingat dan memahami informasi yang disampaikan guru/temannya, berani bertanya dengan etika, mencatat hal yang dianggap penting, dan memberikan pendapat/ide/tanggapan/saran dengan baik, sehingga dapat menumbuhkan sikap memahami, keterbukaan, dan kepercayaan diri (Maryanti, S., *et al.*, 2013: 1-4).

Dixon, T., & O'Hara, M (2012: 4-5) mengemukakan bahwa keterampilan komunikasi adalah kemampuan seseorang untuk menyampaikan atau mengirim pesan kepada penerima pesan dengan jelas dan mudah dipahami oleh penerima pesan. Pendapat lain dikemukakan oleh Bialik, M., & Fadel, C (2015: 9-10) keterampilan komunikasi adalah keterampilan bertukar atau berbagi informasi antara seseorang dengan orang lain dalam mengembangkan kemampuan berpikir menggunakan alat penghubung berupa lisan, tulisan, bahasa tubuh sehingga pesan mudah dimengerti dan dipahami oleh penerima pesan.

Keterampilan komunikasi memiliki beberapa indikator penilaian yang meliputi, mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains; mengkomunikasikan langsung untuk berbagai tujuan meliputi aktif dalam diskusi, presentasi, interpretasi, dan

menyimpulkan; memanfaatkan berbagai media dan teknologi serta mengetahui cara menilai efektivitas media dan dampaknya; serta berkomunikasi secara efektif di berbagai lingkungan (Trilling, B., & Fadel, C., 2009: 54). Menurut Isnaeni, A., *et al.*, (2017: 24-30) keterampilan komunikasi meliputi mengartikulasikan pemikiran dan gagasan secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains; mendengarkan secara efektif untuk menguraikan makna, menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan meliputi aktif dalam diskusi, presentasi, interpretasi, dan menyimpulkan; berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam; melaporkan hasil diskusi/penyelidikan/kegiatan menggunakan kalimat secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, tidak ambigu, menggunakan baku, kecepatan dan volume penyampaian jelas.

Pattiwael, A. S., (2016: 9) menjelaskan bahwa keterampilan komunikasi meliputi mengemukakan ide/pendapat dalam kelompok, mengemukakan penemuan dengan kalimat yang efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains, mengkomunikasikan secara efektif pada berbagai budaya dan negara.

Berdasarkan penjelasan para ahli tentang *communication skill*, dapat disimpulkan bahwa keterampilan komunikasi merupakan keterampilan bertukar atau berbagi informasi antara seseorang dengan orang lain dalam mengkomunikasikan pengetahuan, informasi, hasil kegiatan penyelidikan, menghantarkan gagasan/ide secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami oleh penerima pesan. Keterampilan komunikasi memiliki beberapa indikator

meliputi mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains; mengkomunikasikan langsung untuk berbagai tujuan meliputi aktif dalam diskusi, presentasi, interpretasi, dan menyimpulkan; melaporkan hasil diskusi/penyelidikan/kegiatan menggunakan kalimat secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, tidak ambigu, menggunakan baku, kecepatan dan volume penyampaian jelas.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Pistanty *et al* (2015) melakukan penelitian pengembangan modul IPA berbasis *Problem Based Learning* untuk *thinking skill* pada materi polusi serta dampaknya pada manusia dan lingkungan siswa kelas XI SMK Pancasila Purwodadi. Hasil penelitian menunjukkan: (1) Hasil validasi komponen materi dikategorikan sangat layak dengan persentase 95%, penilaian modul dikategorikan sangat layak dengan persentase 84,6%, keterbacaan dikategorikan sangat layak dengan persentase 95,8%, penyajian modul dikategorikan sangat layak dengan persentase 89,3%, pengembangan modul dikategorikan sangat layak dengan persentase 95%, desain dan keterbacaan 93,2% dengan kategori sangat layak; (2) modul dapat meningkatkan *thinking skill* berdasarkan *N-Gain* ternormalisasi dikategorikan sedang dengan skor 0,62. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu modul dapat meningkatkan *thinking skill* serta model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan *thinking skill*.

2. Nopia, R., *et al* (2016) melakukan penelitian pengaruh model *Problem Based Learning* terhadap *thinking skill* siswa sekolah dasar pada materi daur air. Hasil penelitian menunjukkan: (1) pembelajaran IPA dengan model konvensional dapat meningkatkan *thinking skill* berdasarkan uji T dengan hasil *P-value* (sig 2-tailed) sebesar 0,000; (2) pembelajaran IPA dengan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan *thinking skill* berdasarkan uji-T dengan *P-value* (sig 2-tailed) sebesar 0,000; (3) pembelajaran IPA dengan menggunakan model PBL lebih baik dalam meningkatkan *thinking skill* siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional berdasarkan Uji-U dengan hasil *P-value* (sig 2-tailed) sebesar 0.000 artinya ada perbedaan perbedaan pada peningkatan *thinking skill* antara model konvensional dengan model *problem based learning*. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan *thinking skill*.
3. Muftofa, Z., *et al* (2016) melakukan penelitian penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* melalui pendekatan kontekstual berbasis *lesson study* untuk meningkatkan *thinking skill* dan hasil belajar kognitif siswa SMA. Hasil penelitian menunjukkan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan *thinking skill* dan hasil belajar kognitif siswa berdasarkan uji T dengan nilai signifikansi 0,000 pada *thinking skill* dan hasil belajar kognitif. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan *thinking skill*.

4. Prihatin (2016) melakukan penelitian pengembangan modul IPA tema pemanasan global untuk meningkatkan kemandirian dan keterampilan berkomunikasi belajar. Hasil penelitian menunjukkan: (1) modul IPA tema pemanasan global ditinjau dari aspek kelayakan isi, penyajian, bahasa dan gambar, serta kegrafisan menurut ahli materi dengan skor 3,88, ahli media dengan skor 3,93, teman sejawat dengan skor 4,29, dan guru IPA dengan skor 4,48 dikategorikan sangat baik; (2) terdapat peningkatan kemandirian dan keterampilan berkomunikasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan *modified gain score* untuk kelas eksperimen sebesar 0,68 dan kelas control sebesar 0,49; (3) terdapat peningkatan kemandirian dan keterampilan berkomunikasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan nilai KKM sebesar 71 dengan hasil kelas eksperimen mendapat skor rata-rata sebesar 77,91 atau sebanyak 23 peserta didik memperoleh skor di atas KKM dan kelas kontrol mendapat rata-rata sebesar 63,91 atau sebanyak 8 peserta didik mendapat skor di atas KKM. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu modul dalam meningkatkan keterampilan komunikasi (*communication skill*).
5. Anafidah, A., *et al* (2017) melakukan penelitian pengembangan modul fisika berbasis CTL (Contextual Teaching and Learning) pada Materi dinamika partikel untuk meningkatkan *thinking skill* siswa kelas X SMAN 1 Ngawi. Hasil penelitian menunjukkan: (1) hasil validasi modul pembelajaran fisika berbasis CTL untuk komponen materi, kegrafikan, dan Bahasa mendapatkan kategori sangat baik; (2) modul pembelajaran fisika

berbasis CTL dapat meningkatkan *thinking skill* berdasarkan *N-gain* dikategorikan sedang. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu modul dalam meningkatkan *thinking skill*.

6. Wilsa, A. W., *et al* (2017) melakukan penelitian *Problem Based Learning* berbasis *socio-scientific issue* untuk mengembangkan *thinking skill* dan komunikasi siswa. Hasil penelitian menunjukkan: (1) pembelajaran keanekaragaman hayati dengan model PBL berdasarkan uji *t independent sample t test* terdapat perbedaan kemampuan *thinking skill* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol; (2) pembelajaran keanekaragaman hayati dengan model PBL berdasarkan uji *t independent sample t test* terdapat perbedaan kemampuan komunikasi tertulis dan verbal siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol; (3) pembelajaran keanekaragaman hayati dengan model PBL berdasarkan uji *t independent sample t test* terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Relevansi dengan penelitian yang dilakukan yaitu model *Problem Based Learning* dalam meningkatkan *thinking skill* dan model *Problem Based Learning* dalam meningkatkan kemampuan komunikasi (*communication skill*).

C. Kerangka Pikir

Pembelajaran IPA membutuhkan perangkat pembelajaran yang sesuai, salah satunya ketersediaan bahan ajar. Bahan ajar digunakan untuk menunjang proses pembelajaran serta mencapai kompetensi dasar. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan yaitu modul. Modul IPA yang dikembangkan menggunakan

teknologi web dengan aplikasi web blog berupa wordpress sehingga menghasilkan web modul IPA.

Format tampilan menu dalam web modul yang akan dibuat dan dikembangkan sebagai berikut.

1. *Pages*

Berisi judul web modul yang dikembangkan

2. *Widget*

Berisi *search, recent posts, blog stats, calendar*

3. Navigasi

Navigasi meliputi menu dan sub menu. Menu navigasi terdiri dari menu petunjuk belajar; menu informasi pendukung yang berisi peta konsep, peta Yogyakarta, proses pembuatan batik, sekilas tentang batik Yogyakarta, serta pengolahan limbah batik; menu peta kompetensi yang didalamnya berisi kompetensi dasar dan indikator; menu materi terdapat sub menu pencemaran lingkungan yang didalamnya terdapat sub-sub menu kegiatan 1, kegiatan 2, kegiatan 3 yang setiap kegiatan berisi materi dan lembar kegiatan; menu uji kompetensi berisi sub menu tugas/latihan yang didalamnya terdapat umpan balik dan tindak lanjut serta sub menu latihan, test/evaluasi; dan menu penulis.

Web modul IPA yang dibuat mengacu pada syarat/kriteria modul yang baik dan layak digunakan. Syarat kelayakan web modul yang baik dan layak yaitu 1) aspek kelayakan isi dengan indikator meliputi kesesuaian dengan KI dan KD, kedalaman dan keluasaan materi, kemutakhiran dan kontekstual; 2)

aspek penyajian dengan indikator meliputi format web modul, teknik penyajian, pendukung penyajian, penyajian pembelajaran, kejelasan tujuan yang dicapai; 3) aspek kebahasaan dengan indikator meliputi kesesuaian dengan kaidah bahasa, penggunaan tulisan yang tepat, kalimat yang digunakan tepat, koherensi dan keruntutan alur pikir; 4) aspek kegrafikan dengan indikator meliputi konsistensi tulisan, penggunaan gambar yang sesuai, desain dan tampilan web, navigasi web, konsistensi dan kesederhanaan web; 5) aspek karakteristik yang meliputi memuat langkah pembelajaran model *Problem Based Learning*, materi diintegrasikan dengan potensi lokal batik, memuat indikator *thinking skill*, memuat indikator *communication skill*.

Web modul IPA yang dibuat dan dikembangkan menggunakan langkah model *Problem Based Learning* yang diintegrasikan dengan potensi lokal batik mengacu pada materi pencemaran lingkungan yang meliputi pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran udara yang terdapat pada K.D 3.8 yang berbunyi menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dan K.D 4.8 yang berbunyi membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan sehingga dihasilkan web modul IPA berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi potensi lokal batik.

Penyajian kegiatan pembelajaran dalam web modul IPA ini menggunakan langkah pembelajaran menggunakan langkah model *Problem Based Learning* yang meliputi menyajikan masalah kepada peserta didik, mengorganisasi peserta didik dalam suatu kelompok, peserta didik melakukan

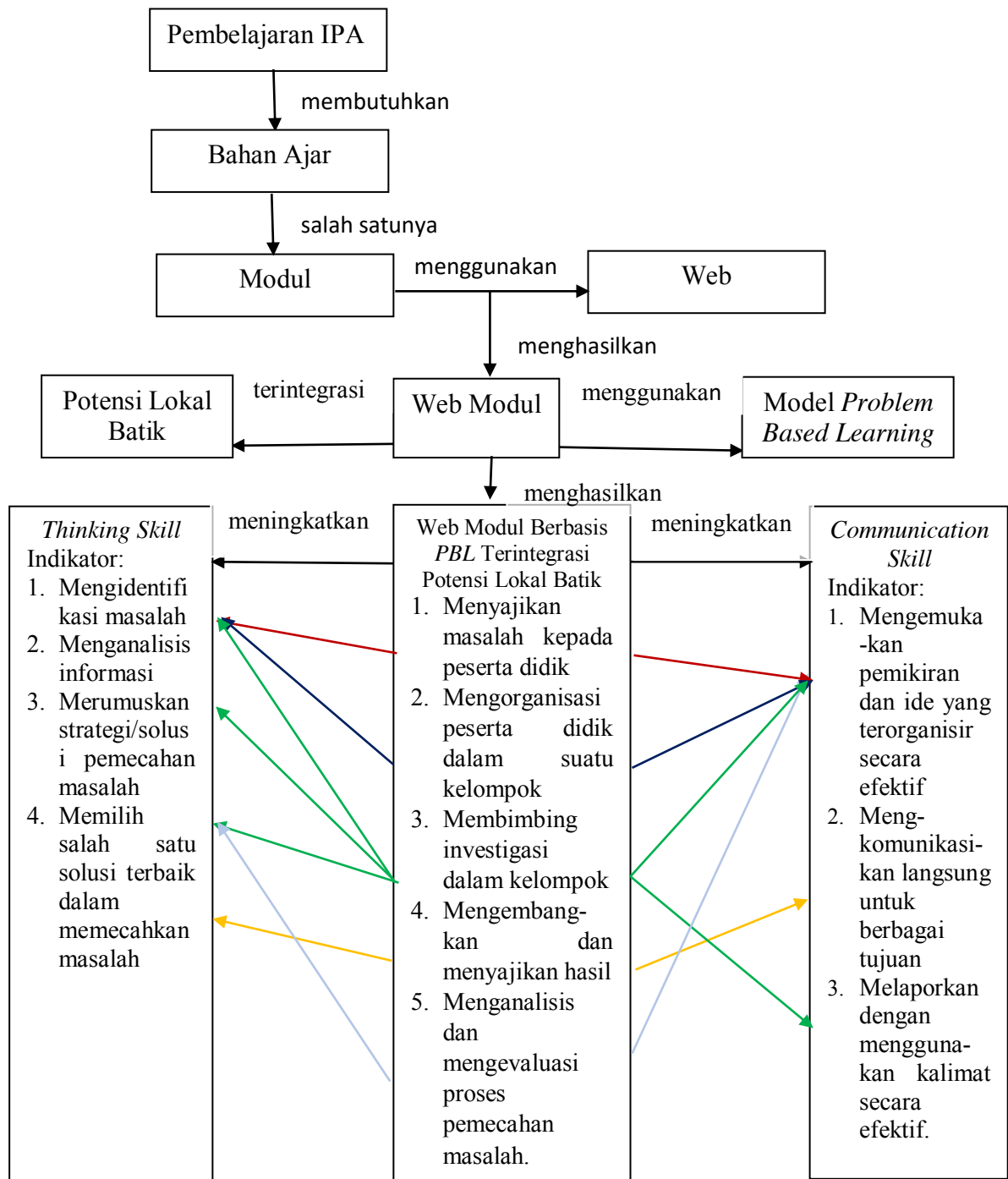
investigasi, mengembangkan dan menyajikan hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Setiap langkah dalam model *Problem Based Learning* memfasilitasi upaya melatih *thinking skill* dan *communication skill*. Kegiatan menyajikan masalah pencemaran lingkungan terkait potensi lokal batik kepada peserta didik yang dapat berupa gambar atau artikel termuat dalam tahap *Problem Based Learning* yaitu menyajikan masalah kepada peserta didik sehingga dapat memfasilitasi *thinking skill* dengan aspek memahami informasi dengan indikator mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber serta *communication skill* dengan indikator mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains.

Kegiatan membentuk kelompok agar peserta didik dapat berdiskusi terkait masalah yang disajikan termuat dalam tahap *Problem Based Learning* yaitu mengorganisasi peserta didik dalam suatu kelompok sehingga memfasilitasi *thinking skill* dengan aspek memahami informasi dengan indikator mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber serta *communication skill* dengan indikator mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains. Kegiatan menganalisis berita/artikel, melakukan penyelidikan, melakukan analisis hasil penyelidikan, mendiskusikan upaya pemecahan masalah, membuat kesimpulan yang dilakukan secara kelompok termuat dalam tahap

Problem Based Learning yaitu membimbing investigasi dalam kelompok sehingga memfasilitasi *thinking skill* dengan aspek memahami informasi dengan indikator mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, aspek menggunakan kemampuan berpikir dengan indikator menganalisis informasi yang diperoleh secara kompleks/utuh, aspek membuat pertimbangan dan keputusan dengan indikator merumuskan strategi pemecahan masalah, serta *communication skill* dengan indikator mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains dan melaporkan hasil diskusi/penyelidikan/kegiatan menggunakan kalimat secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, tidak ambigu, menggunakan baku, kecepatan dan volume penyampaian jelas.

Kegiatan mendiskusikan upaya mencari solusi terbaik dalam pemecahan masalah dan mempresentasikan hasil terkait materi pencemaran lingkungan terintegrasi potensi lokal batik termuat dalam tahap *Problem Based Learning* yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil sehingga memfasilitasi *thinking skill* dengan aspek merefleksi secara kritis keputusan dan proses dengan indikator memilih salah satu solusi terbaik dalam memecahkan masalah, serta *communication skill* dengan indikator mengkomunikasikan langsung untuk berbagai tujuan meliputi aktif dalam diskusi, presentasi, interpretasi, dan menyimpulkan. Kegiatan merefleksi semua materi yang dipelajari serta membuat kesimpulan akhir dari kegiatan pembelajaran materi pencemaran lingkungan terintegrasi potensi lokal batik termuat dalam tahap *Problem Based*

Learning yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah sehingga memfasilitasi *thinking skill* dengan aspek membuat pertimbangan dan keputusan dengan indikator merumuskan strategi pemecahan masalah serta *communication skill* dengan indikator mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains.



Gambar 1. Kerangka Pikir

Penyampaian materi pencemaran lingkungan bermuatan potensi lokal batik pada web modul IPA menggunakan *Problem Based Learning*, setiap langkah dalam *Problem Based Learning* memfasilitasi peningkatan *thinking skill* dan *communication skill* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahap PBL dalam Peningkatan *Thinking Skill* dan *Communication Skill*

Tahap PBL	Indikator <i>Thinking Skill</i>	Indikator <i>Communication Skill</i>
Menyajikan masalah kepada peserta didik	Mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber	Mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains
Mengorganisasi peserta didik dalam suatu kelompok	Mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber	Mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains.
Membimbing investigasi dalam kelompok	Mengidentifikasi permasalahan dari informasi yang diperoleh dari berbagai sumber	Mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains
	Menganalisis informasi yang diperoleh secara kompleks/utuh	Melaporkan hasil diskusi/penyelidikan/kegiatan menggunakan kalimat secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, tidak ambigu, kalimat baku, kecepatan dan volume penyampaian jelas
	Merumuskan strategi pemecahan masalah	

Tahap PBL	Indikator <i>Thinking Skill</i>	Indikator <i>Communication Skill</i>
Mengembangkan dan menyajikan hasil	Memilih salah satu solusi terbaik dalam memecahkan masalah	Mengkomunikasikan langsung untuk berbagai tujuan meliputi aktif dalam diskusi, presentasi, interpretasi, dan menyimpulkan.
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Merumuskan strategi pemecahan masalah	Mengemukakan sebuah pemikiran dan ide yang terorganisir secara efektif dengan jelas dan mudah dipahami, sistematis dan runtut, logis, dan sesuai dengan konteks sains

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana kelayakan web modul IPA berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *thinking skill* dan *communication skill* peserta didik menurut ahli media?
2. Bagaimana kelayakan web modul IPA berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *thinking skill* dan *communication skill* peserta didik menurut ahli materi?
3. Bagaimana kepraktisan web modul IPA berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *thinking skill* dan *communication skill* peserta didik menurut praktisi?
4. Bagaimana pengaruh web modul IPA berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan *thinking skill* dan *communication skill* peserta didik?