

## IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM PADA MATERI SISTEM REPRODUKSI TUMBUHAN DAN HEWAN TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR ILMIAH PESERTA DIDIK SMP

Rahmi Agustina\*, Ismul Huda, Cut Nurmaliah

Program Studi Pendidikan Biologi PPs Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

\*Corresponding Author: ismulhuda@fkip.unsyiah.ac.id

DOI: 10.24815/jpsi.v8i2.16913

Received: 7 Juni 2020

Revised: 16 Juli 2020

Accepted: 28 Juli 2020

**Abstrak.** Pembelajaran IPA pada SMP di kabupaten Pidie belum mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah. Peserta didik belum mampu melakukan analisis masalah dan berargumentasi sesuai dengan bukti dan pengalaman penyelidikan. Penggunaan peralatan praktikum juga kurang memadai khususnya materi reproduksi hewan dan tumbuhan. Ini dibuktikan dengan ruang laboratorium yang belum dimanfaatkan dan peralatan yang belum lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan implementasi pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM Silo terhadap kemampuan berpikir ilmiah pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan di kelas kelas IX SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif, jenis penelitian adalah penelitian terapan, metode yang digunakan *quasi eksperimen*, dengan design *Nonrandomized control group pretest posttest design*. Populasi berjumlah 236 orang peserta didik dan sampel berjumlah 75 orang peserta didik. Instrumen yang digunakan yaitu tes berpikir ilmiah. Prosedur penelitian terdiri dari pretes, perlakuan STEM terintegrasi pada kelas eksperimen dan STEM silo pada kelas kontrol, dan postes. Instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir ilmiah yaitu dengan menggunakan tes essay yang disertai dengan rubrik. Analisis data terdiri dari uji normalitas, uji independen t-tes dan uji anova. Hasil penelitian terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan berpikir ilmiah kelas STEM terintegrasi yaitu 76,74 dan STEM silo 61,64. Penelitian ini menunjukkan perbedaan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik yang diajarkan dengan menggunakan pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM silo pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan di kelas IX SMP.

**Kata Kunci:** STEM Terintegrasi, STEM Silo, Berpikir Ilmiah, Materi Reproduksi Hewan dan Tumbuhan.

**Abstract.** Learning science in Junior High School in Pidie district has not yet developed the ability to think scientifically. Learners have not been able to do a problem analysis and argue with the evidence and experience of the investigation. That are not given the opportunity to have learning activities that could improve their thinking, and then the equipment used in the process of teaching and learning on the concept of plants and animals reproduction are inadequate. It is proved by the laboratory space that has not been used and incomplete equipment. This study aims to determine the differences in the implementation of integrated STEM learning and STEM Silo on the ability to think scientifically on plant and animal reproduction concept in class IX Pidie State Junior High School. The approach used in this study was quantitative, the type of research was applied research; the method used is quasi-experimental, with the Nonrandomized control group pretest-posttest design. The population in this study amounted to 236 students and the sample to 75 students. The research procedure consisted of giving pretest, giving STEM integrated treatment in the experimental class and STEM silo in the control class, and giving posttest. The instrument for measuring scientific thinking ability is to use essay tests accompanied by rubrics. Data analysis consisted of normality test, independent t-test and ANOVA test. The results of the study showed there are differences in the average value of scientific thinking integrated STEM class that is 76.74

and STEM silos 61.64. The research is aimed at differing students ability to scientific thinking. The students are taught by using integeted STEM learning and STEM silo in the reproduction of animal plant material grade IX SMP.

**Key Words:** Integrated STEM, STEM Silo, Scientific Thinking, Animal and Plant Reproduction Concept.

## PENDAHULUAN

Tantangan abad 21 peserta didik dituntut unggul berkompetisi dalam memanfaatkan informasi. Sumber daya yang diharapkan harus memiliki berbagai keahlian dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Berpikir ilmiah merupakan bagian terpenting dalam berpikir tingkat tinggi, karena pemikiran yang dihubungkan dengan berpikir ilmiah menjadikan proses berpikir lebih teliti dan meluas (Kuhn, 2010). Berpikir ilmiah dapat mengembangkan peserta didik dalam berargumentasi sesuai dengan bukti dan pengalaman dalam menyelidiki sains (Rudolph & Horibe, 2016). Pada kenyataannya penelitian yang pernah dilakukan Devi (2018) bahwa rendahnya kemampuan berpikir ilmiah peserta didik disebabkan peserta didik tidak biasa dilatih kemampuan berpikir ilmiah dalam pembelajaran. Pembelajaran *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) adalah salah satu pendekatan yang bisa mengakomodir karakteristik berpikir ilmiah. Kemampuan berpikir ilmiah pendidikan STEM yaitu 22,62% lebih tinggi dibandingkan dengan bukan STEM 10,28% (Jensen, dkk., 2015). Kemampuan berpikir ilmiah peserta didik menggunakan STEM lebih efektif dibandingkan pembelajaran biasa, pembelajaran STEM efektif dalam memperoleh konsep-konsep ilmiah peserta didik (Doulat & Jordan, 2017).

Hasil dari pendidikan STEM dapat meningkatkan investasi untuk berinovasi dan pembangunan ekonomi berkelanjutan, dengan menempatkan pekerja di bidang penelitian dan menjadi para ilmuwan (Akgunduz, 2016). Beberapa sekolah di dunia memusatkan perhatiannya terhadap pendidikan STEM, disebabkan STEM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang populer di tingkat dunia. STEM efektif dalam menerapkan pembelajaran tematik integratif menggabungkan empat bidang pokok dalam pendidikan yaitu ilmu pengetahuan, teknologi, matematika, dan *engineering* (Pimthong & Williams, 2018). Pendidikan STEM harus diimplementasikan dalam kurikulum sekolah maupun diluar sekolah seperti penelitian yang telah dilakukan menunjukkan STEM dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat, sebagai contoh di Amerika Serikat (Sarac, 2018).

Hasil observasi yang dilakukan pada SMP Negeri Pidie ditemukan peserta didik di kelas IX menunjukkan pembelajaran hanya mengembangkan pengetahuan kongnitifnya saja tanpa melatih untuk aktif, kreatif, kritis, logis dan analitis dalam menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan nyata. Peserta didik tidak diberikan kesempatan untuk melakukan pembelajaran yang mampu membawa aktif menkontruk pengetahuannya sendiri dengan model pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah. Terutama pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan proses belajar mengajar tidak menggunakan media dan peralatan praktikum yang memadai, ini dibuktikan dengan ruang laboratorium yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal tersebut menyebabkan peserta didik lebih cenderung belajar hanya dari buku pegangan (*text book*) tanpa adanya pengalaman belajar langsung dalam kehidupan nyata.

Hasil wawancara dengan guru pada umumnya proses belajar mengajar di kelas IX SMP Negeri Pidie peserta didik melakukan eksperimen hanya mengandalkan peralatan yang ada di laboratorium IPA saja. Peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen jika alat yang digunakan tersebut tersedia di laboratorium, dan apabila alat tersebut tidak tersedia, maka dalam proses belajar mengajar dilakukan dengan ceramah saja. Tanpa adanya inisiatif untuk memanfaatkan peralatan yang sederhana dalam

kehidupan sehari-hari yang dapat digunakan dalam membantu eksperimen terutama pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan.

Berdasarkan hal tersebut solusi yang akan dilakukan yaitu dengan menerapkan pembelajaran STEM, pembelajaran dengan menggunakan STEM akan membuat peserta didik mampu memecahkan masalah dalam materi reproduksi tumbuhan dan hewan dengan cara belajar mengkonstruksi sendiri materi pelajaran terutama dalam merekayasa produk suatu alat yang dapat digunakan dalam proses reproduksi tumbuhan dan hewan. Tujuan dari pembelajaran dengan pendekatan STEM sesuai untuk diterapkan pada pembelajaran sekolah menengah yang subjek dalam pembelajarannya membutuhkan pengetahuan yang kompleks. (Gonzalez & Kuenzi, 2012) menemukan bahwa STEM memiliki arti pengajaran dan pembelajaran yang berkaitan dengan bidang sains kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Teknologi merujuk pada inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih nyaman dan lebih aman. Rekayasa (engineering) merupakan pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Selanjutnya, matematika berkenaan dengan pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa untuk teknologi, sains, dan rekayasa.

Pendekatan STEM tidak hanya dapat dilakukan dalam tingkat pendidikan dasar dan menengah saja, tetapi juga dapat dilaksanakan sampai tingkat kuliah bahkan sampai jenjang *postdoctoral*. Manfaat dari pembelajaran STEM yang berkelanjutan sebaiknya mulai ditunjukkan oleh pendidikan sejak dini dan pada tahap peserta didik sudah mampu mengkombinasikan antara pengetahuan kognitif dan psikomotorik (Wilson, 2016). Perkembangan pendekatan STEM yang umum dikenal ada tiga yaitu pola Silo, terinkorporasi (*Embedded*) dan terintegrasi (Robert, 2012). Pola pendekatan STEM Silo diajarkan secara terpisah dalam pembelajaran, pola STEM terinkorporasi merupakan pendekatan yang memberi penekanan pada satu materi yang lebih diutamakan dan materi pendampingnya. Pendekatan STEM terintegrasi, pola ini tidak ada batas antar tiap mata pelajaran (Robert, 2012).

Pembelajaran STEM dapat meningkatkan motivasi dan aktivitas peserta didik, serta membuat kreatif dan inovatif sendiri pada saat belajar (Rahmiza, 2015). Hal ini sangat membantu peserta didik kelas IX SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie untuk terus mengembangkan diri untuk mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi terutama kemampuan berpikir ilmiah yang meningkat. STEM salah satu cara efektif untuk membuat peserta didik lebih semangat dalam belajar. Penerapan STEM terintegrasi pada kelas eksperimen dengan menggunakan langkah pembelajaran model 5E (*engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation*) yang keempat aspek berpikir ilmiah meliputi penyelidikan, analisis, inferensi, dan argument dapat dilaksanakan dalam pembelajaran. Pada kelas kontrol menggunakan pembelajaran STEM silo dengan model 5E yaitu pembelajaran aspek STEM tidak diajarkan secara terpadu dalam pembelajaran IPA. Pemilihan STEM silo pada kelas kontrol dikarenakan perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak boleh jauh berbeda. Sejalan dengan pendapat Ary, dkk., (2010) menjelaskan bahwa apabila menggunakan desain eksperimen, harus memperhatikan subjek yang digunakan untuk kelompok perlakuan dan kontrol tidak

berbeda secara sistematis dan memastikan bahwa hasilnya adalah konsekuensi dari manipulasi variabel independen dan bukan dari variabel lain.

Pemilihan Materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan karena dapat diajarkan dengan menggunakan pendekatan STEM yaitu sains dalam menemukan konsepnya, dalam hal teknologi dapat diajarkan dengan menjelaskan berbagai penerapan teknologi yang berkaitan dengan materi, kemudian melalui teknik peserta didik dapat diajarkan untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan dengan membuat alat-alat sederhana terkait materi, dan matematika digunakan untuk memformulasikan persamaan matematis terkait konsep materi serta dalam hal perhitungannya. Selain itu, banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM silo pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan di SMP Negeri Pidie. Hipotesis dalam penelitian ini, peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM terintegrasi menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM silo dalam pembelajaran materi reproduksi tumbuhan dan hewan di SMP Negeri Pidie. Penelitian ini bermanfaat, antara lain bagi peserta didik mampu mengasah kemampuan berpikir ilmiah dalam menguasai suatu pengetahuan, meningkatkan mutu dunia pendidikan khususnya pada mata pelajaran IPA yang sering dikatakan sebagai materi yang abstrak, dan bagi guru lebih mengoptimalkan kemampuan diri sendiri dan peserta didik dalam berpikir ilmiah, dengan memberikan motivasi dan rangsangan terus menerus karena perkembangan intelektual terjadi pada saat individu berhadapan dengan pengalaman baru dan menantang, dan ketika mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang dimunculkan di hadapan mereka dan guru mampu membimbing dalam mengembangkan engineering peserta didik untuk menyelesaikan tugas.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie. Waktu penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 di kelas IX SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie. Pengambilan sampel pada SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie ini berdasarkan akreditasi sekolah dengan akreditasi A dan kedua sekolah tersebut merupakan sekolah model dan mitra.

Pendekatan yang digunakan yaitu kuantitatif. Jenis penelitian quasi eksperimen dan menggunakan metode terapan untuk mengetahui perbedaan yang muncul dari suatu perlakuan pada variabel eksperimen. Perlakuan kedua kelompok eksperimen dan kontrol untuk menguji akibat dari pendekatan pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan rancangan *nonrandomized control group pretest posttest design*. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah (1) memberikan pretes untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, (2) memberikan perlakuan dengan menerapkan pendekatan STEM teritegrasi pada kelompok eksperimen dan pembelajaran pendekatan STEM Silo pada kelompok kontrol, dan (3) memberikan postes untuk kedua kelas. Desain ini akan membandingkan nilai pretes dan nilai postes kelas eksperimen dan kelas kontrol. Menurut Ary, dkk. (2010) rancangan *nonrandomized control group pretest posttest design* yaitu pada Tabel 1.

**Tabel 1.** *Nonrandomized control group pretest posttest design*

Kelas	Pretes	Perlakuan	Postes
E	Y <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
K	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>

Keterangan:

- E : STEM Terintegrasi
- K : STEM Silo
- Y<sub>1</sub> : nilai pretes (sebelum dilakukan pembelajaran)
- Y<sub>2</sub> : nilai postes (sesudah dilakukan pembelajaran)
- X<sub>1</sub> : perlakuan menggunakan pendekatan STEM terintegrasi
- X<sub>2</sub> : perlakuan menggunakan pendekatan STEM silo

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IX SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie yang berjumlah 236 orang peserta didik. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 75 orang peserta didik. Peneliti menentukan kelas sampel penelitian menggunakan *simple random sampling*. Parameter dalam penelitian adalah mengukur kemampuan berpikir ilmiah peserta didik dengan menggunakan empat aspek yaitu inkuiri, analisis, inferensi dan argumentasi, disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Indikator Kemampuan Berpikir Ilmiah

Aspek berpikir ilmiah	Indikator
Inkuiri	Merumuskan tujuan Mengidentifikasi hasil pengamatan atau fenomena Merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena Membuat Hipotesis
Analisis	Merancang desain percobaan Menyajikan data hasil percobaan
Inferensi	Menemukan konsep atau teori hasil pengamatan Membuat kesimpulan Mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis
Argumentasi	Menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan

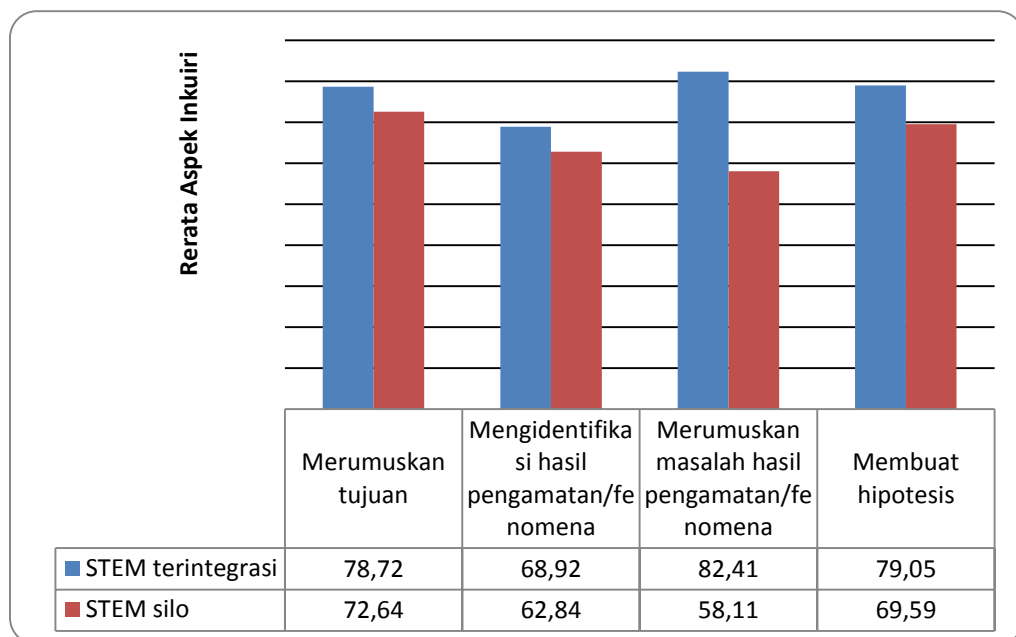
Sumber: Khun (2010)

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan beberapa teknik antara lain: rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), Lembar kerja peserta didik (LKPD) dan instrumen tes. Instrumen tes menggunakan adalah tes kemampuan berpikir ilmiah. Teknik Analisis Data mencakup seluruh kegiatan mengklarifikasi, menganalisa, memakai, dan menarik kesimpulan dari semua data yang terkumpul. Data dianalisis dengan cara uji kesetaraan menggunakan uji independen t-test, independen t-test adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rerata yang bermakna antara 2 kelompok. Tujuan uji kesetaraan yaitu untuk melihat kemampuan awal peserta didik yang tidak berbeda. Untuk melakukan uji kesetaraan ini menggunakan program SPSS. Kriteria uji normalitas jika nilai Sig. > 0,05 dinyatakan normal. Selanjutnya menggunakan uji asumsi klasik (uji normalitas) digunakan untuk menguji apakah suatu variabel normal atau tidak. Normal disini dalam arti mempunyai distribusi data yang normal. Untuk menguji normalitas data dapat menggunakan uji *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Untuk melakukan uji normalitas ini menggunakan program SPSS dengan

kriteria jika nilai Sig.>0,05 dinyatakan normal. Selanjutnya peneliti melakukan uji statistik inferensial yaitu analisis data untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan perlakuan antara kelompok perlakuan dan kontrol ditempuh dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Analisis data secara inferensial bertujuan untuk mengetahui perbedaan penggunaan pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM silo terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik. Untuk melakukan uji inferensial ini menggunakan program SPSS. Kriteria uji ANOVA jika  $p < 0,05$ , maka terdapat perbedaan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik (Shah dkk., 2015).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian hasil implementasi pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM silo dilihat berdasarkan pada aspek kemampuan berpikir ilmiah dilihat dari nilai pretes dan postes. Perbedaan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik di dapat berdasarkan empat aspek, yaitu inquiry, analisis, inferensi dan argumentasi. Keempat aspek ini dapat diamati dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model 5E. Langkah pembelajaran pertama yaitu Engage (terlibat), tahap ini peserta didik mulai terlibat dalam *brainstorming* dikombinasi dengan diskusi untuk memulai melaksanakan aspek Inkuiri yang memiliki 4 indikator meliputi: merumuskan tujuan, mengidentifikasi hasil pengamatan atau fenomena, merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena, dan membuat hipotesis. Kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo pada aspek inkuiri disajikan pada Gambar 1.

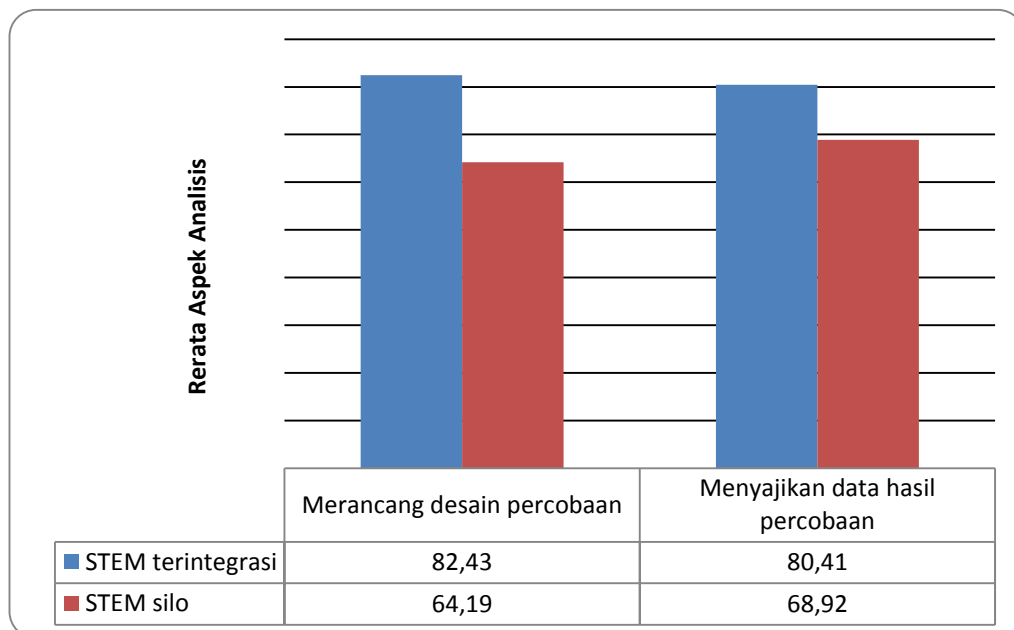


**Gambar 1.** Rerata aspek inkuiri pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan rerata kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inkuiri yang diajarkan dengan STEM terintegrasi diperoleh pada indikator merumuskan tujuan sebesar 78,72, mengidentifikasi hasil pengamatan atau fenomena diperoleh sebesar 68,92, merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena diperoleh sebesar 84,41, dan membuat hipotesis diperoleh sebesar 79,05. Hasil rerata

kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inkuiri yang diajarkan dengan STEM silo diperoleh pada indikator merumuskan tujuan sebesar 72,62, mengidentifikasi hasil pengamatan atau fenomena diperoleh sebesar 62,84, merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena diperoleh sebesar 58,11, dan membuat hipotesis diperoleh sebesar 69,59. Hal tersebut menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inquiry pada kelas STEM terintegrasi lebih tinggi dibandingkan kelas STEM silo. Kemampuan berpikir ilmiah dengan pembelajaran STEM terintegrasi peserta didik mengembangkan sendiri indikator dari aspek inkuiri dalam sebuah kegiatan proyek sehingga peserta didik terlibat aktif dalam prosesnya (Ismayani, 2016). Kuhn (2010) menjelaskan fase inkuiri dalam berpikir ilmiah merupakan fase yang penting, karena fase ini dasar dari aktifitas yang dilakukan peserta didik. Berpikir ilmiah dalam pembelajaran fase inkuiri merupakan fokus utama yang dibutuhkan peserta didik untuk mencapai pengetahuan berdasarkan fenomena yang diamati (Rudolph dan Horibe, 2016). Tahap inkuiri ini jelas terlihat perbedaan yang signifikan pada indikator merumuskan masalah berdasarkan isu/fenomena, kelas STEM terintegrasi mampu merumuskan masalah berdasarkan pengalaman pembelajaran yang didapatkan dari proses penyelidikan sehingga lahirnya hipotesis yang perlu pengujian.

Langkah pembelajaran kedua explore (menggali), tahap ini peserta didik diajarkan untuk mampu menggali pengetahuan dipadu dengan aspek berpikir ilmiah yang kedua yaitu aspek analisis. Aspek analisis memiliki 2 indikator meliputi: merancang desain percobaan dan menyajikan data hasil percobaan. Kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada aspek analisis disajikan pada Gambar 2.

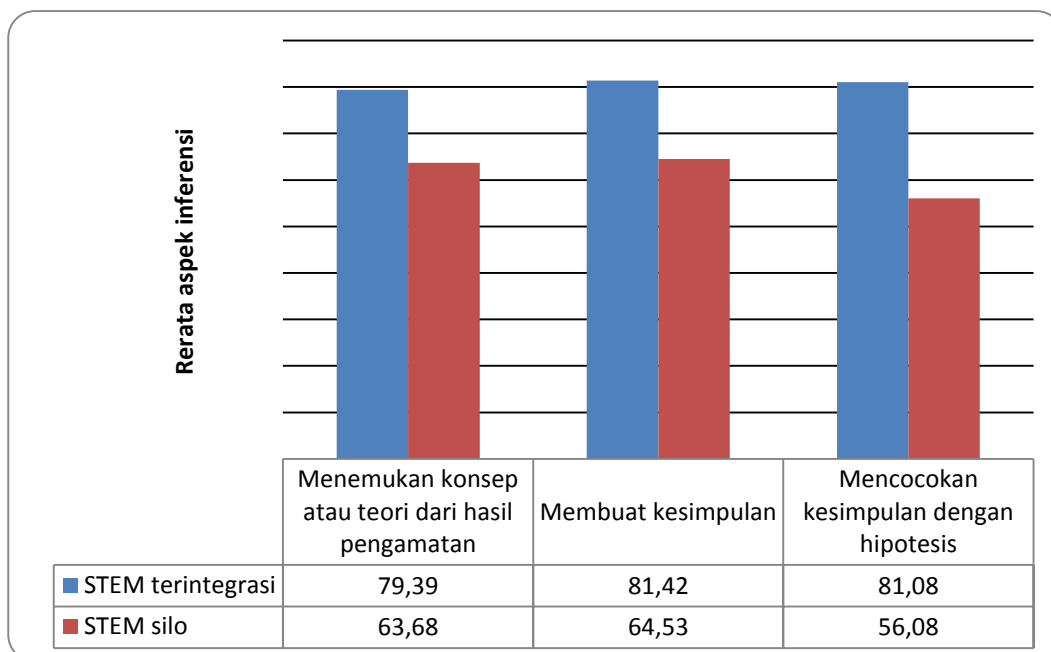


**Gambar 2.** Rerata aspek analisis pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan rerata kemampuan berpikir ilmiah pada aspek analisis yang diajarkan dengan STEM terintegrasi diperoleh pada indikator merancang desain percobaan diperoleh sebesar 82,43 dan menyajikan data hasil percobaan diperoleh sebesar 80,41. Hasil rerata pada kelas STEM silo diperoleh pada indikator merancang desain percobaan diperoleh sebesar 64,19 dan menyajikan data hasil percobaan diperoleh sebesar 68,92. Hal tersebut menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah pada aspek analisis pada kelas STEM terintegrasi lebih tinggi dibandingkan kelas STEM silo. Pada tahap ini kelas STEM terintegrasi mengalami pembelajaran merancang

desain sebagai proses engineering (Wilson, 2016). Kelas STEM silo yang diajarkan sekalipun telah mengusung keterpaduan antar mata pelajaran ilmu sains, pendekatan tiap keilmuan masih dilakukan terpisah dan minim menggunakan proses engineering dalam prosesnya (Indrawati, 2018). Proses pembelajaran aspek analisis kelas STEM terintegrasi mampu merancang percobaan karena diberi kesempatan untuk mengkonstruksi kegiatan pembelajaran secara aktif berdasarkan pengalaman yang ada sehingga mampu menyajikan data hasil percobaan.

Langkah pembelajaran ketiga explain (menjelaskan), tahap ini guru membimbing peserta didik untuk mampu menemukan aspek berpikir ilmiah yaitu aspek inferensi. Aspek analisis memiliki 3 indikator meliputi: menemukan konsep atau teori hasil pengamatan, membuat kesimpulan, dan mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis. Kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada aspek inferensi disajikan pada Gambar 3.



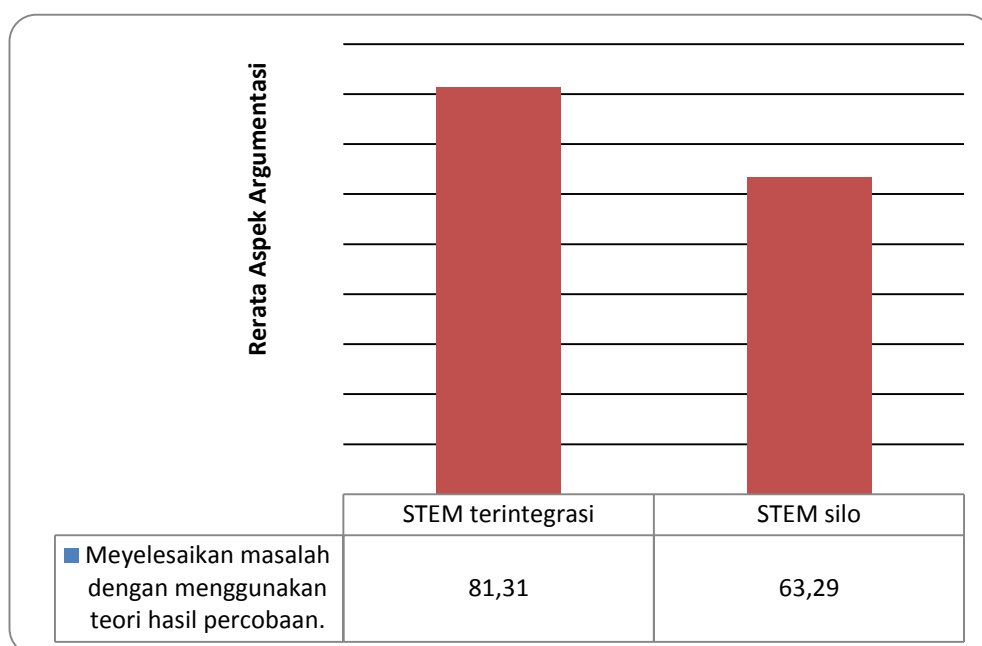
**Gambar 3.** Rerata aspek inferensi pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan rerata kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inferensi yang diajarkan dengan STEM terintegrasi diperoleh pada indikator menemukan konsep atau teori hasil pengamatan diperoleh sebesar 79,39, membuat kesimpulan diperoleh sebesar 81,42, dan mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis diperoleh sebesar 81,08. Sedangkan rerata pada kelas STEM silo diperoleh pada indikator menemukan konsep atau teori hasil pengamatan diperoleh sebesar 63,68, membuat kesimpulan diperoleh sebesar 64,53, dan mencocokkan kesimpulan dengan hipotesis diperoleh sebesar 56,08. Hal tersebut menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah pada aspek inferensi pada kelas STEM terintegrasi lebih tinggi dibandingkan kelas STEM silo. Kelas STEM terintegrasi peserta didik terlibat langsung dalam proses pengamatan sehingga mereka dapat menemukan konsep dan mampu membuat kesimpulan serta menyesuaikan dengan hipotesis (Pimthong & Williams, 2018). Serangkaian proses pembelajaran dengan kemampuan berpikir ilmiah dapat menembus bidang sains: induksi, deduksi, eksperimental desain, penalaran sebab akibat, pembentukan konsep, pengujian hipotesis, dan menarik kesimpulan (Dunbar & Klahr, 2014). Kelas STEM silo hanya belajar teori atau konsep pengetahuan saja tanpa pengembangan ketrampilan



sehingga dalam aspek inferensi hanya mampu mengembangkan konsep dan membuat kesimpulan.

Langkah pembelajaran keempat elaborasi, tahap ini peserta didik bersama kelompoknya mampu menghubungkan materi dan informasi dalam konteks dapat dilihat kaitannya dengan dunia nyata (konkret). Hal ini berhubungan dengan aspek berpikir ilmiah yang keempat yaitu aspek argumentasi. Aspek argumentasi memiliki satu indikator meliputi: menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori berdasarkan hasil percobaan. Rerata kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada aspek argumentasi disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Rerata aspek argumentasi pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan rerata kemampuan berpikir ilmiah pada aspek argumentasi yang diajarkan dengan STEM terintegrasi diperoleh pada indikator menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan diperoleh sebesar 81,31. Hasil rerata pada kelas STEM silo diperoleh pada indikator menyelesaikan masalah dengan menggunakan teori hasil percobaan diperoleh sebesar 63,29. Hal tersebut menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah pada aspek argumentasi pada kelas STEM terintegrasi lebih tinggi dibandingkan kelas STEM silo. Pembelajaran STEM terintegrasi dapat menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata karena peserta didik terlibat langsung dalam multi disiplin ilmu yang dipelajari (Wang, dkk., 2011). Konsep dan berpikir ilmiah perlu untuk terlibat dalam pembelajaran penyelidikan dan sebagai target utama bimbingan untuk menjadi salah satu bagian dari pendidikan sains yang dibutuhkan keterlibatan peserta didik (Rudolph & Horibe, 2016). Proses pembelajaran Kelas STEM terintegrasi tidak sekedar menerima dan memproses informasi yang disampaikan oleh guru tetapi peserta didik dituntut lebih unggul untuk berargumentasi sesuai dengan hasil penyelidikan dan logika analogi.

Langkah pembelajaran yang kelima yaitu evaluasi, tahap ini peserta didik sudah mampu mengkomunikasikan hasil desain kelompoknya. Proses pembelajaran mereka mampu menganalisis hasil berdasarkan kriteria masalah dan tujuan, membandingkan penyelidikan dengan prediksi dan mampu menemukan konsep. Ini terlihat pada kelas STEM terintegrasi lebih unggul dibandingkan kelas STEM silo. Kelas STEM terintegrasi

mengalami peningkatan pemahaman konsep ketika membuat penemuan berdasarkan pengalaman unik mereka sendiri, kemampuan mengkomunikasikan hasil juga lebih baik, terutama menjelaskan prinsip-prinsip matematika dan sains yang digunakan dalam produk mereka. Kelas STEM silo pada tahap evaluasi peserta didik masih belum banyak dilatih untuk desain produk, guru banyak memberi intruksi dalam proses pembelajaran sehingga proses desain rekayasa atau *engineering design process* (EDP) tidak muncul pada peserta didik.

Salah satu asumsi uji hipotesis adalah data berdistribusi normal. Hasil uji rata-rata posttes kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan di SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie, dapat disimpulkan bahwa hasil uji normalitas menggunakan *one sample Kolmogorov Smirnov test* kemampuan berpikir ilmiah postes peserta didik diperoleh pada kelas eksperimen p dan kelas kontrol  $p(0,087) > \alpha(0,05)$  (normal).

Uji kesetaraan menggunakan uji Independen t-test, Independen t-test adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan rerata yang bermakna antara 2 kelompok. Hasil uji kesetaraan disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil uji kesetaraan peserta didik

Kelas	N	Rerata	Simpangan Baku	Independent t-tes
STEM terintegrasi	36	6,58	2,33	t (2,83) = .061 p = ,060
STEM silo	39	5,61	1,38	
Total	75	6,09	1,85	

Ket : Sig. < 0,05 maka  $H_0$  di diterima

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji kesetaraan pretes peserta didik kelas STEM terintegrasi dan kelas STEM Silo diperoleh  $\alpha(0,05) < \text{Sig}(P)(0,061)$   $H_0$  ditolak, jadi disimpulkan bahwa peserta didik mempunyai kemampuan awal yang sama, maka ini dapat diajukan sebagai acuan apabila terdapat peningkatan kemampuan berpikir ilmiah dan hasil belajar peserta didik bukan karena kemampuan awalnya yang berbeda.

Kemampuan berpikir ilmiah peserta didik diperoleh pada waktu pembelajaran pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan disajikan dalam bentuk nilai kemampuan berpikir peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penilaian kemampuan berpikir ilmiah peserta didik yaitu dengan tes berupa soal essay yang dibagikan kepada peserta didik dan diukur kemampuan berpikir ilmiah peserta didik melalui postes. Postes untuk melihat kemampuan akhir berpikir ilmiah peserta didik setelah diterapkan pendekatan STEM terintegrasi dan STEM silo. Hasil uji rata-rata postes peserta didik di SMP Negeri 1 Sigli dan SMP Negeri 2 Peukan Pidie, dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Uji beda rata-rata posttes kemampuan berpikir ilmiah peserta didik

Hasil Kemampuan Berpikir Ilmiah	Kelas	N	Mean	Std. Deviation
Postes	STEM terintegrasi	37	76,74	3,91
	STEM silo	38	61,62	3,17

Disimpulkan terdapat perbedaan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik pada kelas STEM terintegrasi dan STEM silo. Peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM terintegrasi menunjukkan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik lebih baik secara signifikan dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM silo dalam pembelajaran materi reproduksi tumbuhan dan hewan di SMP Negeri Pidie.

Pada pembelajaran STEM peserta didik dapat diberikan kemudahan untuk melakukan proses dan memilih kesempatan untuk menemukan dan menerapkan ide-ide mereka sendiri, dalam pembelajaran peserta didik dengan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar (White & Florida, 2014). Namun, peserta didik tidak dapat sepenuhnya memahami ide-ide ilmiah tanpa terlibat dalam kegiatan penyelidikan dimana ide-ide tersebut dapat berkembang dengan sempurna (national research council, 2011). Peserta didik memiliki kemampuan untuk mempelajari dan beradaptasi dengan lingkungan. Ketika belajar tentang hal-hal dalam konteks alam, peserta didik berinteraksi dengan lingkungan mereka dan memanipulasi benda-benda dalam lingkungan tersebut, mengamati efek dari intervensi mereka dan membangun pengetahuan mereka sendiri menginterpretasi fenomena dan hasil manipulasi.

STEM terintegrasi memberikan pengalaman kepada peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata dengan kegiatan praktikum, sehingga dapat meningkatkan efektifitas, pembelajaran bermakna, dan menunjang karir di masa depan (Tseng, dkk., 2013), STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Pembelajaran yang diterapkan dirasa bermanfaat karena dalam STEM peserta didik diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga mereka terlibat aktif dalam prosesnya (Ismayani, 2016). Hal ini menumbuhkan peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, analitis, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro & Morgan, 2013).

Sejalan dengan pendapat Jensen dkk. (2015) menjelaskan pembelajaran STEM memiliki keterampilan pemikiran ilmiah yang jauh lebih tinggi daripada pembelajaran non-STEM. Tingkat pemikiran ilmiah awal tidak secara signifikan memprediksi retensi mereka dalam atau deklarasi STEM utama. Peningkatan kemampuan pemikiran ilmiah dengan menggunakan pembelajaran STEM, menunjukkan bahwa motivasi dan kemampuan untuk mempelajari keterampilan mungkin tergantung pada materi dan disiplinnya. Untuk menentukan relevansi hipotesis ini, perlu dipertimbangkan metode untuk mengukur motivasi siswa atau kecenderungan terhadap materi dan pengaruhnya terhadap kemampuan pemikiran ilmiah.

Penggunaan STEM silo memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendapatkan pengetahuan dari pada keterampilan teknis. Melalui pendekatan silo pembelajaran di dalam kelas hanya memberikan sedikit kesempatan siswa untuk aktif dan masih otoriter oleh guru. Pendekatan silo menekankan pada pengetahuan yang mendapatkan penilaian. STEM silo masih guru secara jelas memberikan instruksi dan materi secara terpisah pada setiap mata pelajaran STEM. Selain itu dalam pembelajaran STEM silo peserta didik masih membutuhkan penjelasan guru lebih banyak dari pada melakukan kegiatan praktik atau pembuatan karya, karya tersebut dipelajari hanya dalam satu perspektif mata pelajaran.

Pola pendekatan silo dianggap sebagai pola pendekatan yang kurang sesuai dalam STEM karena pelaksanaan pembelajaran dengan silo membuat peserta didik masih memiliki segregasi antar mata pelajaran dan tidak bisa melihatnya sebagai kesatuan utuh untuk memecahkan masalah di dunia nyata (Breiner dkk., 2012). Contoh dari pola pendekatan silo adalah pembelajaran IPA Terpadu yang umum diajarkan pada jenjang sekolah menengah. Sekalipun telah mengusung keterpaduan antar mata pelajaran ilmu sains, pendekatan tiap keilmuan masih dilakukan secara terpisah dan minim menggunakan proses *engineering* dalam pembelajarannya.

## KESIMPULAN

Peserta didik yang mengikuti pembelajaran STEM terintegrasi dan STEM silo terdapat perbedaan kemampuan berpikir ilmiah. Pembelajaran STEM terintegrasi lebih baik kemampuan berpikir ilmiah secara signifikan daripada STEM silo pada materi reproduksi tumbuhan dan hewan pada peserta didik SMP.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Wiwit Artika, S.Si, M.Ed., Dr. Hafnati Rahmatan, M.Si dan guru SMP Negeri 2 Sigli yang telah membantu memvalidasi instrumen penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Neza Safarina, S.Pd dan Safril, S.Pd sebagai observer serta siswa kelas IX\_2 dan IX\_5 SMP Negeri 1 Sigli dan siswa kelas IX\_3 dan IX\_5 SMP Negeri 2 Peukan Pidie atas partisipasinya selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akgunduz, D. 2016. A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5):1365-1377.
- Anwar. 2017. Implementasi strategi problem solving dengan menggunakan metode eksperimen untuk meningkatkan minat dan ketrampilan berpikir kritis siswa di MAN gandapura pada materi gerak harmonik. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 1(1):16-25
- Ardana, I.M., Wisna, A.I.P. & Hendra, D.D.G. 2017. Measuring the effectiveness of BLCS model (Bruner, Local Culture, Scaffolding) in mathematics teaching by using expert system-based CSE-UCLA. *International Journal of Education and Management Engineering*, 7(4):1-12.
- Ary, D., Lucy, C.J., & Cris, S.A.R. 2010. *Introduction to research in education*. Nelson Education, Ltd. Canada.
- Asmuniv, A. 2015. Pendekatan terpadu pendidikan STEM dalam upaya mempersiapkan sumber daya manusia Indonesia yang Memiliki pengetahuan interdisipliner untuk menyosong kebutuhan bidang karir pekerjaan masyarakat ekonomi ASEAN (MEA). *PPPPTK Boe Malang*, 1-10.
- Astuti, Y. & Setiawan, B. 2013. Pengembangan lembar kerja peserta berbasis pendekatan inkuiri terbimbing dalam pembelajaran kooperatif pada materi kalor. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1):88-92.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., & Koehler, C.M. 2012. What is STEM? a discussion about conceptions of STEM in education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1):3-11.
- Butz, W., Kelly, T., Adamson, D., Bloom, G., Fossum, D., & Gross, M. 2018. Will the scientific and technology workforce meet the requirements of the federal government? will the scientific and technology workforce meet the requirements of

the federal government?. Pittsburgh, PA: RAND.

- Bybee, R.W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. *The technology and engineering teacher*.
- Bybee, R.W. 2013. *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Capraro, R.M., Capraro, M.M., & Morgan, J.R. 2013. STEM project-based learning. (R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan, Eds.) (Second). Rotterdam / Boston / Taipei: Sense Publisher.
- Chen, M. 2001. A Potential limitation of embedded-teaching for formal learning. in j. moore & k. stenning (Eds.), *Proceedings of the twenty-third annual conference of the cognitive Science* (hlm..194-199). Edinburgh, Scotland: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cherry, K. 2014. Social learning theory how people learn by observation. (online),([http://psychology.about.com/od/developmentalpsychologyascial\\_learning.htm](http://psychology.about.com/od/developmentalpsychologyascial_learning.htm), diakses tanggal 1 Januari 2020).
- Cullum, J., Childress, V., Dorward, J.H. Householder, D., & Maurizio, D. 2007. Unpublished internal research report, NCETE.
- Das, M.K. 2014. Elements for development of scientific thinking. *Journal of research & method in education (IOSR-JRME)*, 4(5):232-737.
- Delli, C.V., Di Stefano, R., Marignetti, F., & Scarano, M. 2007. Design of a system-on-chip PMSM drive sensorless control. *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 2386-2391.
- Devi, P.K. 2018. STEM. STEM (materi bimbingan teknis pembelajaran berbasis stem dalam kurikulum 2013). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama. Jakarta.
- Doulat, A.S.A, & Jordan. 2017. The impact of teaching using the STEM approach in acquisition of scientific concepts and developing scientific thinking among Classroom-Teacher students at the University of Jordan. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*.
- Dunbar, K.N., & Klahr, D. 2014. *Thinking and reasoning*. England: Blackwell.
- Fajri, N., Abdul, G., & Rini, S. 2016. Peningkatan ketrampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa dengan menggunakan cooperative inquiry labs (CIB) pada materi suhu dan color. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(1):187-195.
- Feuer, M.J., Towne, L., & Shavelson, R.J. 2002. Scientific culture and educational research. *Educational Research*. 31(8): 4-14.
- Fithriani, L.S., Halim, A., & Khaldun, I. 2016. Penggunaan media simulasi PhET dengan pendekatan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan kalor di SMA Negeri 12 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 4(2):45-52.

- Furqan, H., Yusrizal, & Saminan. 2016. Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri untuk meningkatkan ketrampilan proses sains dan hasil belajar siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bukut Benar Meriah. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 4(2):124-129.
- Gonzalez, H.B. & Kuenzi, J. 2012. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM). education: A Primer. *Congressional Research Service, Library of Congress*. 8:1-15.
- Hynes, M.M. & Santos, A.D. 2007. Effective Teacher professional development: middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1):24-29.
- Indrawati. 2018. STEM Materi bimbingan teknis pembelajaran berbasis STEM dalam kurikulum 2013. Jakarta.
- Indriaty. 2018. Pengembangan Bahan Ajar Ekologi Hewan Berbasis Problem Based Learning di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Samudra. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 2(1):29-35.
- Irmi. 2018. Penerapan model discovery learning melalui game gets lucky pada materi hidrokarbon dan minyak bumi dalam peningkatan aktivitas dan hasil belajar siswa Kelas XI MIPA 2 SMAN Unggul Aceh Timur. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 2(1):15-20.
- Ismayani, A. 2016. Pengaruh Penerapan stem project - based learning terhadap kreativitas matematis siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3:264-272.
- Jesen, J.L., Shannon, N., Jordan, B.H., & Ted, P. 2015. Learning scientific reasoning skills may be key to retention in science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of college student retention reasearch. Teory & practice*, 19(2):126-144.
- Kelley, T.R., & Knowles, J.G. 2016. A Conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3(11):1-11.
- Kennedy, T.J. 2014. Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3):246-258.
- Kuenzi, J.J. 2008. Mathematics (STEM) education: background, federal policy, and legislative action. *Energy Congressional Research Service Report for Congress (RL33434)*.
- Kuhn, D. 2010. What is scientific thinking and how does it develop? (*Second Edition*). Columbia: Blackwell Publishing.
- Lou, S.J., Shih, R C., Diez, C.R., & Tseng, K.H. 2011. The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2):195-215.

- Morrison, J. 2006. STEM education monograph series: *Attributes of STEM education. teaching institute for essential science.*
- Nadelson, L., Seifert, A., Moll, A., & Coats, B. 2012. i-STEM Summer Institute: An Integrated Approach to Teacher Professional Development in STEM. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(2):69-83.
- National Research Council. 2011. Successful K-12 STEM education: Identifying Effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Library of Congress.
- Nugroho, P.A. & Puspitasari, Y.D. 2019. Pengembangan modul praktikum pencemaran lingkungan berbasis inkuiri terbimbing berkolaborasi video untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan dan hasil belajar mahasiswa. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 3(2):42-61.
- Oliver, J. 2013. Predicting the binding mode of flexible polypeptides to proteins. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9):1689-1699.
- Pimthong, P. & Williams, J. 2018. Kasetsart Journal of Social Sciences Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 1(2):1-7.
- Rahmiza, M. Syarifah, Adlim & Mursal. 2015. Pengembangan KLS STEM (science, technology, Engineering, and mathematics) dalam meningkatkan motivasi dan aktifitas belajar siswa SMA Negeri 1 Beutong pada materi Induksi Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 3(1):239-250.
- Reiss, M. & Holman, J. 2007. S-T-E-M working together for schools and colleges. 1-8. *The Royal Society Handbook of Research on Environmental Education*. New York: Routledge, 542-548
- Rudolph, J.L. & Horibe, S. 2016. What do we mean by science education for civic engagement. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(5):15-25.
- Sanders, M.E. 2012. Integrative STEM education as best practice. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of best practice in technology, design, and engineering education*. Griffith University, Gold Coast, Australia. 3(2):102-117.
- Saraç, H. 2018. The Effect of science, technology, engineering and mathematics-stem educational practices on students' learning outcomes: a meta-analysis study. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 17(2):125-142.
- Sarican, G., Technology, I., & Akgunduz, D. 2018. Cypriot journal of educational reflective thinking skills towards problem solving and permanence in, 13(1):94-107.
- Shah, R.S., Sharma, P.C., & Bhandarkar, D.S. 2015. Laparoscopic repair of morgagni's hernia: an innovative approach. *Journal of Indian Association of Pediatric Surgeons*, 20(2):68-71.
- Society, T.R. 2014. Vision for science and mathematics education. London, UK.

- Tseng, K.H., Chang, C.C., Lou, S.J., & Chen, W.P. 2013. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1):87-102.
- Wang, H., Moore, T.J., Roehrig, G.H., & Park, M.S. 2011. STEM integration: Teacher perceptions and practice stem integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2):1-13.
- White, D.W. & Florida, A. 2014. What is STEM education and why is it important?, (January).
- Wilson, M. 2016. Opportunities and factors affecting adoption of STEM education: the case of gweru polytechnic first year commerce students. i introduction. *International Journal of Business Marketing and Management*, 1(5):1-8.
- Zhou, M., College, D.S., Brown, D., & College, D.S. 2015. Educational learning theories: *2nd edition educational learning theories*.